

Mugurkaulnieku salīdzināmā anatomijs

**Īsa mācības grāmata augstākām mācības iestādēm
un pašizglītībai**

Dr. phil. N. G. Lebedinskis

Latvijas universitātes profesors

Salīdzināmās anatomijas un eksperimentālās
zooloģijas institūta direktors

Ar 603 zīmējumiem

RĪGĀ, 1958

Latvijas Universitāte

Muksu sāņķis

zīmējums
arī pēc
izmaksas

zīmējums

zīmējums

zīmējums



Priekšvārds.

Šī grāmata iznāk kā manas, pirms vairākiem gadiem izdotās mācības grāmatas: „V i s p ā r ē j ā z o o l o g i j a u n e k s p e r i m e n t ā l ā b i o l o g i j a” turpinājums. Tāpēc saprotams, ka tā studējama tikai pēc minētās grāmatas attiecīgo nodalju satura piesavinājuma, it sevišķi ievērojot nodalas par šūnu, audiem, organu sistēmām un embrionālo attīstību.

Iesākot šīs mācības grāmatas sistēmatiskās daļas studijas, ieteicams iepazīties vispirms ar dzīvnieku sistēmatisko iedalījumu vispārīgos vilcienos, kā arī ar raksturīgākiem viņu uzbūves principiem, kas saprotami bez speciālām anatomiskām zināšanām.

Pēc atsevišķo organu sistēmu salīdzināmi anatomiskām studijām, no jauna jāatgriežas sistēmatiskā apskatē, veltījot tai tagad visu uzmanību, iedziļinoties visās atsevišķo grupu raksturpazīmēs. Šādā studiju gaitā sistēmatikas apskate noderēs kā parocīgs un ērts visas grāmatas salīdzināmās anatomijas daļas atkārtojums.

Loti svarīga mācības grāmatas sastāvdaļa ir bagātīgais illūstrāciju skaits. Tekstā nav tiešu norādījumu uz tām, bet saturam atbilstošie zīmējumi iesprausti tekstā aizvien tā, ka tie bez grūtībām atrodami.

Ieteicams studentam pēc katras apraksta noslēguma sīkāki iepazīties ar attiecīgiem zīmējumiem, kamēr viņš atradīs un sapratīs visu viņu interesējošo uzbūves plānu. Ja students varēs pēc kursa izstudēšanas orientēties visos zīmējumos un zināmā mērā paturēt tos atmiņā, viņš var būt pārliecināts, ka ir piesavinājies svarīgāko mūsu grāmatas saturu.

Kas attiecas uz pašu saturu, tad sastādītājs sekojis galvenām kārtām jaunākām rokas grāmatām un kopsavilkumiem, kā Kükenthal'a, Winterstein'a, Bütschli, Gadow'a, Weber'a, Plate's, kā arī Ihle's, van Kampen'a, Nierstrasz'a un Versluys'a u. c. autoru. Bez tam viņš smēlies nereti labus padomus no „The Cambridge Natural History”, un no Goodrich'a jaunās grāmatas: *Studies on the Structure and Development of Vertebrates* un Bolk'a, Göppert'a, Kallius'a u.

L u b o s c h'a rokas grāmatas. Kā jauninājums salīdzināmās anatomijas kursam šai grāmatā ir osteoloģijas apskate dzīvnieku šķiru (klašu) kārtībā, nevis, kā tas parasts, pa atsevišķām skeleta daļām, tad Bluntschli zīdītāju zobu diferenciācijas teorija, sevišķi sīks putnu un dinozauru pubis jautājuma iztirzājums sakarā ar paša autora pētījumiem, sevišķas klasifikātoriskas nozīmes piešķiršana ķermenēdobuma, acetabula un sakruma savstarpējām topogrāfiskām attiecībām, kā arī mēginājums izskaidrot deniņu lokā lomu putnu streptostilijas mēchanismā (Dauvarts).

Salīdzinot ar citām tās pašas disciplīnas mācības grāmatām, no jauna nācis klāt pielikums par dzīvnieku organizācijas evolūcijas ceļiem (Nod. XIII.). Ar to sastādītājs gribējis sniegt iesācējam morfologam, kad tas jau iepazīnies ar salīdzināmās anatomijas mācības materiālu, nojēgu mu par organu sistēmas evolūcijas procesu likumībām. Tādā kārtā būtu arī izcelts mūsu zinātnes nozares noslēgums un secinājums.

Iespieddarbu noslēdzot, lai to pavada daži pateicības vārdi. Mani tuvākie kollēgas Salīdzināmās anatomijas institūtā, vec. docents L. Āboliņš un vec. asistente A. Dauvarts †, patiesi draudzīgā kārtā uzņēmās pirmā sējuma (1934, lp. 1—299) stilistiskā redīgējuma darbu; mana tagadējā līdzstrādniece, asistente A. Redlich veica grūto korrektūras darbu, iespiežot grāmatas otro sējumu (1938, lp. 1—280) un stud. phil. L. Freimane laipni palīdzēja izlabot šā sējuma manuskripta valodniecisko pusī. Visiem viņiem pienākas autora sirsnīgākā pateicība. Un beidzot man atliek pateikties Latvijas Kultūras fondam par pabalstu šīs mācības grāmatas izdošanai.

Rīgā, 1938. g. augustā.

N. L.

Saturs.

	I daļa.	Lpp.
I. Sistēmatiska apskate		
<i>Tips Chordata</i>		1
1. apakštips <i>Tunicata</i>		1
1. klase <i>Copelatae</i>		1
2. „ <i>Thaliaceae</i>		1
3. „ <i>Ascidiae</i>		2
2. apakštips <i>Vertebrata</i>		5
1. virsklase <i>Acrania</i>		5
2. „ <i>Craniota</i>		6
1. viersgrupa <i>Cyclostomata</i>		7
Klase <i>Marsipobranchii</i>		7
1. kārta <i>Petromyzontida</i>		7
2. „ <i>Myxinoidea</i>		7
2. viersgrupa <i>Gnathostomata</i>		8
1. grupa <i>Anamnia</i>		8
1. klase <i>Pisces</i>		8
1. apakšklase <i>Chondropterygii</i> (= <i>Elasmobranchii</i>)		8
1. kārta <i>Plagiostomi</i> (<i>Selachii</i>)		8
<i>Squalidae</i>		9
<i>Rajidae</i>		10
2. kārta <i>Holocephala</i>		10
2. apakšklase <i>Ganoidei</i>		10
1. kārta <i>Chondrostei</i>		10
2. „ <i>Holostei</i>		10
<i>Crossopterygii</i>		10
<i>Euganoidei</i>		10
3. apakšklase <i>Dipneui</i> (<i>Dipneusta</i>)		11
1. kārta <i>Monopneumona</i>		12
2. „ <i>Dipneumona</i>		12
4. apakšklase <i>Teleostei</i>		13
1. kārta <i>Physostomi</i>		13
2. „ <i>Physoclysti</i>		13
<i>Anacanthini</i>		13
<i>Acanthopterygii</i>		13
<i>Lophobranchii</i>		13
<i>Plectognathi</i>		13
2. klase <i>Amphibia</i>		16
1. kārta <i>Stegocephala</i>		16
2. „ <i>Urodela</i>		16
<i>Perennibranchiata</i>		16
<i>Derotremata</i>		17
<i>Salamandrina</i>		17
3. „ <i>Anura</i>		17
<i>Hylida</i>		17
<i>Ranida</i>		17
<i>Pelobatida</i>		17

Bufoidea	17
Aglossa	17
4. kārta Gymnophiona (Apoda)	18
2. grupa Amniota	20
Kopgrupa Sauropsida (Reptilia un Aves)	20
3. klase Reptilia	20
1. apakšklase Rhynchocephala	21
2. " Squamata (Lepidosauria)	21
1. kārta Sauria (Lacertilia)	21
2. " Ophidia	22
3. apakšklase Placoidea (Hydrosauria)	23
1. kārta Crocodilia	23
2. " Chelonia	23
4. klase Aves	26
1. apakšklase Saurura	26
2. " Odonthornithes	26
3. " Ratitae	28
4. " Carinata	28
1. kārta Columbiformes	28
2. " Sphenisciformes	30
3. " Procellariiformes	30
4. " Ciconiiformes	30
5. " Anseriformes	30
6. " Falconiformes	31
7. " Galliformes	31
8. " Gruiformes	31
9. " Charadriiformes	31
10. " Cuculiformes	31
11. " Coraciiformes	31
12. " Passeriformes	32
5. klase Mammalia	35
1. apakšklasē Aplacentalia	35
1. kārta Monotremata	35
2. " Marsupialia	36
2. apakšklase Placentalia (Monodelphia)	37
3. kārta Insectivora	37
4. " Chiroptera	38
5. " Dermoptera	39
6. " Edentata Pholidota (Manidae)	39
7. " Xenarthra	40
8. " Rodentia	42
9. " Carnivora	44
Fissipedia	44
Pinnipedia	45
10. " Cetacea	46
11. " Subungulata	47
Hyracoidea	47
Proboscidea	48
Sirenia	48
12. " Artiodactyla (Paraxonia)	49
Nonruminantia (Neobunodontia)	50
Ruminantia (Selenodontia)	50
13. " Perissodactyla	52
Tapiridae	52

Rhinocerotoidea	52
Hippoidea	52
14. kārta Tubulidentata (Orycteropodidae)	52
15. „ Primates	53
Lemuroidea	54
Tarsioidea	54
Anthropoidea (Simiae)	54
Platyrrhina	55
Catarrhina	55
 II. Ādas sistēma	57
Cyclostomata	58
Īstās zivis	59
Ādas dziedzeļi	59
Zviņas	60
Amifibijas	69
Pārragojumi	71
Dziedzeļi	71
Zviņas	73
Reptili	74
Epiderms	74
Ādas maiņa	75
Ādas dziedzeļi	75
Raga veidojumi	76
Nagi	78
Korijs	79
Kaula zvīnas	80
Putni	83
Korijs	83
Epiderms	83
Nagi	85
Pieši	86
Spalvas	86
Podotheca	96
Tauku dziedzeļi	96
Zīdītāji	97
Zemāda	97
Ādas pārkaulojumi	98
Epiderms	99
Pigmenti	100
Raga zvīnas	101
Mati	102
Krāsa un ornāments	108
Gala locekļu raga ietēripi	109
Pirkstu spilventiņi	111
Ragi	113
Ādas dziedzeļi	118
Mammaraparāts	121
 III. Skeleta sistēma	125
Mugurkauls	125
Krūšu kauls	133
Galvas kauss	133
Skrimšlainais galvas kauss	134
Viscerālais galvas kauss	136

Kaula galvas kauss	159
Klājkauli	159
Vietniekkauli	141
Ekstrēmitāšu skelets	142
Mediānās ekstrēmitātes	142
Pāru ekstrēmitātes	145
Ekstrēmitāšu josla	145
Plecu un gurnu locekļi	145
Cyclostomata	147
Neurokrānijs	147
Slanchnokrānijs	147
Mugurkaula skelets	148
Spuru skelets	154
Zivis	149
Elasmobranchiju skelets	149
Galvas kauss	150
Viscerālais skelets	151
Mugurkauls	153
Ribas	154
Plecu josla	154
Błoda	154
Spuru skelets	154
Ganoīdu zivis un īstās kaulu zivis	155
Galvas kauss	155
Skriemelī	160
Ribas	162
Gaļas (muskuļu) asakas	163
Nepāru spuru skelets	163
Pāru spuru skelets	166
Plecu josla	166
Błoda	170
Dipnoi	175
Galvas kauss	175
Mugurkauls	175
Spuru skelets	175
Amphibia	176
Galvas kauss	176
Mugurkauls	181
Ribas	181
Krūšu kauls	182
Plecu josla	183
Gurnu josla	184
Ekstrēmitāšu skelets	185
Reptilia	186
Galvas kauss	186
Streptostilija	191
Plecu josla	196
Błoda	196
Mugurkauls	198
Ekstrēmitāšu skelets	202
Vēdera ribas	207
Aves	207
Galvas kauss	207
Mugurkauls	210
Ribas	212
Vēdera ribas	213

Lpp.

Proc. uncinatus	214
Sternums	214
Plecu josla	215
Błoda	216
Priekšējās ekstrēmitātes	221
Pakaļējās ekstrēmitātes	223
Mammalia	225
Galvas kauss	225
Apakšzoklis	229
Skriemeli	232
Plecu josla	235
Błoda	236
Ekstrēmitāšu skelets	237
Tetrapodu hiobranchiālais skelets	249
Urodeli	249
Anuri	251
Amnioti	251
Bruņu rupuči	251
Kirzakas	252
Čūskas	252
Krokodīli	252
Putni	252
Zīdītāji	253
Dzirdes kauliņi	254
Amfibijas	255
Zauropsidi	255
Zīdītāji	256
IV. Gremotāja sistēma	257
Galvas zarna	258
Mēle	259
Mutes dziedzeri	262
Īstais zarnu trakts	264
Amphioxus	266
Apałmutes	266
Citi zivjveidīgie	266
Amfibijas	266
Reptīli	273
Putni	273
Zīdītāji	273
Aknas un aizkuņga dziedzeris	279
Zobi	283
Haizivis	284
Augstākās zivis	286
Dipnoi	287
Amfibijas	287
Reptīli	289
Putni	290
Zīdītāji	290
Trituberkulārteōrija	295
Konkrescences teōrija	296

II daļa.

II d. lpp.

V. Elpotāja sistēma	1
Žaunas	1
Amphioxus	1
Apałmutes	4
Īstās zivis	7
Abinieki	13
Zivju peldpūslis	14
Plaušu zivju peldpūslis	19
Tetrapodu plaušas	21
Abinieki	22
Rāpuļi	24
Putni	28
Zīdītāji	33
VI. Asinsriņķotāja sistēma	37
Amphioxus	37
Zivis	39
Abinieki	45
Rāpuļi	50
Putni	54
Zīdītāji	56
VII. Limfatiskā sistēma	63
VIII. Nervu sistēma	68
Amphioxus	69
Galvas smadzenes	76
Apałmutes	84
Zivis	86
Abinieki	91
Rāpuļi	93
Putni	93
Zīdītāji	96
Galvas smadzeņu nervi	110
Simpatiskā nervu sistēma	118
IX. Maņu organi	121
Ožas organi	122
Garšas organi	132
Taustes un spiediena organi	137
Statiskais un dzirdes organs	144
Redzes organi	151
X. Ūroģenitālā sistēma	169
Ekskrēcijas organi	169
Apałmutes	173
Haizivis	173
Ganoīdzivis	175
Kaulu zivis	176
Abinieki	176
Rāpuļi	179
Putni	180
Zīdītāji	182
Dzimumorgani	185
Dzimumdziedzeļi	185
Virišķie izvadceļi	189

	II d. lpp.
Vīrišķie kopulācijas organi	195
Sievišķie izvadceļi	200
Embrionālās segas	206
XI. Muskulātūra	216
XII. Iekšējās sekrēcijas organi	225
1. Glandula thyreoidea	225
2. " thymus	228
3. " parathyreoidae	229
4. Hypophysis cerebri	231
5. Glandula adrenalis	235
XIII. Evolūcijas ceļi	239
Literātūra	248
Indeks	264

I. Sistēmatiska apskate.

Tips: Chordata. Chordaiņi.

Bilaterāli simmetriski dzīvnieki, ar entodermālās priekšzarnas pāru žaunu spraugām. Ar stiegrveidīgu, no šūnām sastāvošu un no pirmatnējās zarnas dorsālās sienas radušos skeleta asi (muguras stiegru, chorda dorsalis). Dorsāli no tās caur ektoderma ieliekšanos radusies, sākumā vienmēr cauru vidu, gaļa centrālā nervu sistēma. Sirds atrodas vienmēr ventrāli no zarnas.

1. apakštiks: Tunicata. Tunikāti.

Chorda pieaugušiem lielāko tiesu izzūd. Respīrātoriska priekszarna un žaunu spraugas. Neskaidri izteikta segmētācija. Nervu caurule ar smadzeņu pūslīti priekšgalā. Asins riņķošanas sistēma pa daļai stipri reducēta. Ķermeņa virsma lielāko tiesu ar cellulōzi saturošu mantijas kārtu. Hermafrodīti, lielāko tiesu ar vienu vīrišķo un vienu sievišķo gonādu. Nefridiju nav. Bieži bezdzimuma vairošanās. Jūras dzīvnieki.

I klase: Copepatae. Apendikulārijas.

Priekszarna ar vienu pāri uz āru atvērtu žaunu spraugu (Spiracula). Tūplis ventrālā pusē. Aiz tā sākas uz priekšu vērsta, plakana peldaste, kurā stiepjas chorda. Centrālā nervu sistēma uzglabājusies visā gaļumā. Nav mantijas. *Appendicularia*.

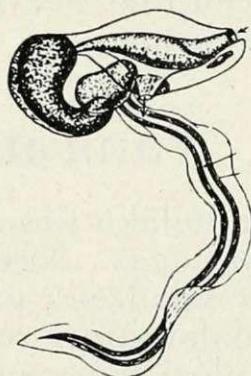
II klase: Thaliaceae. Salpas.

Aste un chorda reducētas. Abas spīrākulas (žaunu spraugas) aizvirzījušās uz ķermeņa pakalgalu un līdz ar tūpli un gonādu vadu izejām novietojušās pakaļejā ieliekuma dibenā (kloākā). Abas spīrākulas tik stipri paplašinātās, ka starp tām un respīrātorisko priekszarnu paliek

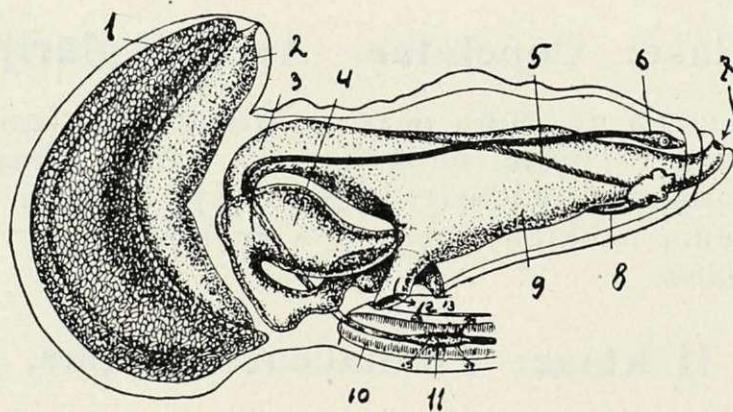
tikai viena, šķībi uz leju vērsta žaunu stiegra, vai arī divas vertikālas rindas sekundāro žaunu spraugu (*Doliolum*). Ľoti izteikta paaudžu maiņa. *Salpa*, *Doliolum*.

III klase: Ascidiae. Ascidijas.

Parasti sēdošas formas ar biezū mantiju. Aste un chorda reducētas. Kloākas dobums, kuļa ieeja gandrīz vienmēr novirzīta dorsāli uz priekšu, apņem „peribranchiālā dobuma” veidā visu respīrātorisko priekšzarnu. Divām pirmatnējām spīrākulām nāk klāt daudz sekundāru, tā ka respīrātoriskās zarnas sienas izskatās režģveidīgi cauruota. Bieži sastopama bezdzimuma vairošanās. *Ascidia*, *Cynthia*, *Clavellina*, *Pyrosoma*.

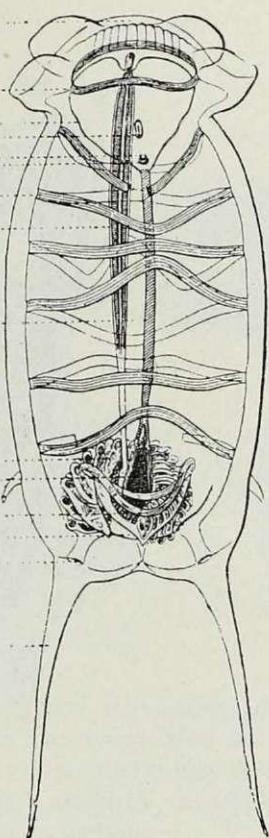


Zīm. 1. *Folia aethiopica* (Appendiculariae). (Pēc Lohmann'a, no Selenka's-Goldschmidt'a.)

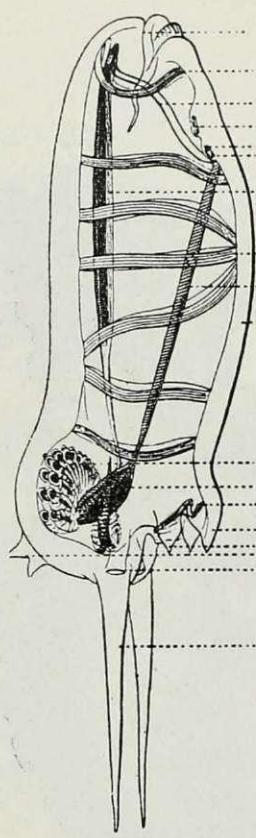


Zīm. 2. *Oikopleura* (Appendiculariae). Aste nogriezta. 1 — ūvārijs, 2 — sēklinieks, 3 — zarna, 4 — «aknu maiss», 5 — skropstainā epitelija svītra, 6 — smadzeņu ganglijs, 7 — mute (ieelpošanas atvera), 8 — endostils, 9 — žaunu zarna, 10 — chorda, 11 — astes ganglijs, 12 — izelpošanas atvera, 13 — tūplis (anus). (Pēc Fol'a, no Selenka's-Goldschmidt'a.)

Ieelpošanas atvera



Smadzenes ar aci

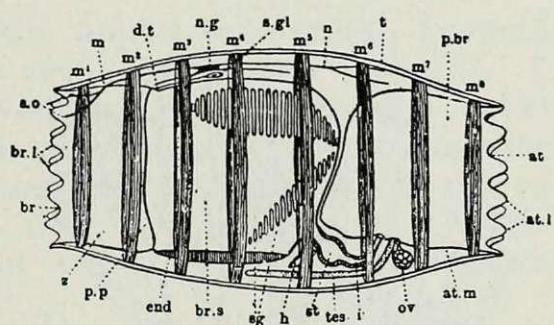


Endostils

Žaunu stiegra

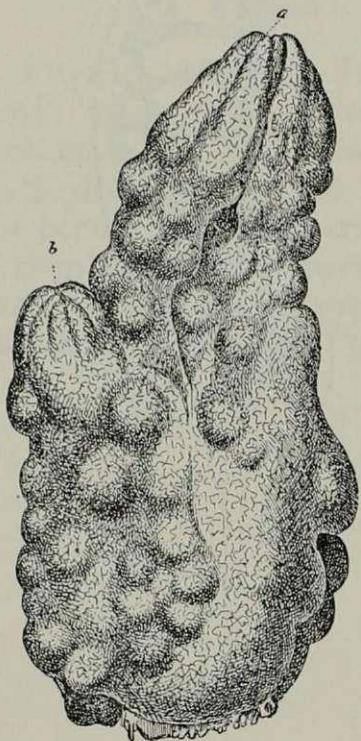
Embriji

Izelpošanas atvera

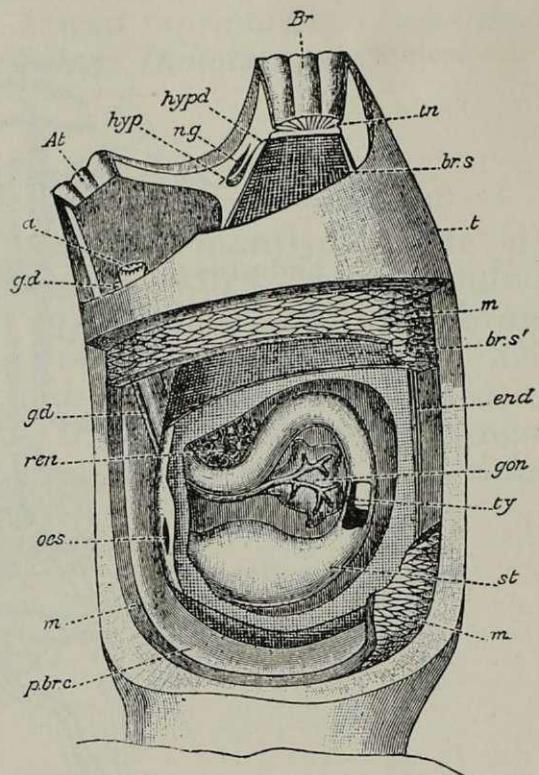


Zīm. 3. *Salpa democratica*, dorsāli un laterāli, ar 8 rīnķa muskuļiem.
(Pēc Kükenthal'a.)

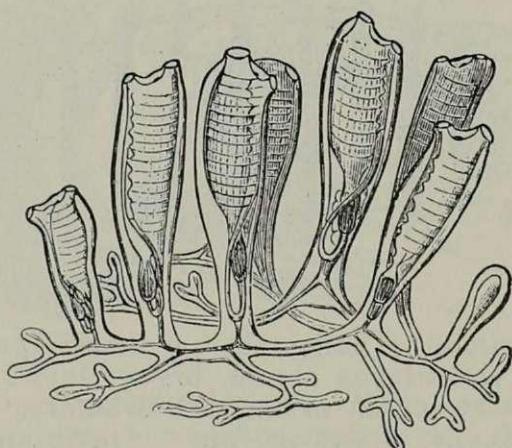
Zīm. 4. *Doliolum tritonis* (Thaliaceae), no kreisās puses. br — ieelpošanas atvera, at — izelpošanas atvera, brs — žaunu maiss, end — endostils, h — sirds, i — zarna, m¹—m⁸ — cirkulārās muskuļu sloksnes, n. g. — nervu mezgls, ov — ūvārijs, pbr — peribranchiāldobums, st — kuņģis, tes — sēklinieks. (Pēc Herdman'a.)



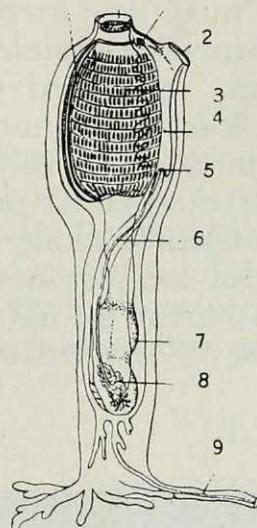
Zīm. 5. *Ascidia mammillata*. a — mutes jeb elpošanas atvera; b — kloākas atvera. (Pēc Leunis-Ludwig'a.)



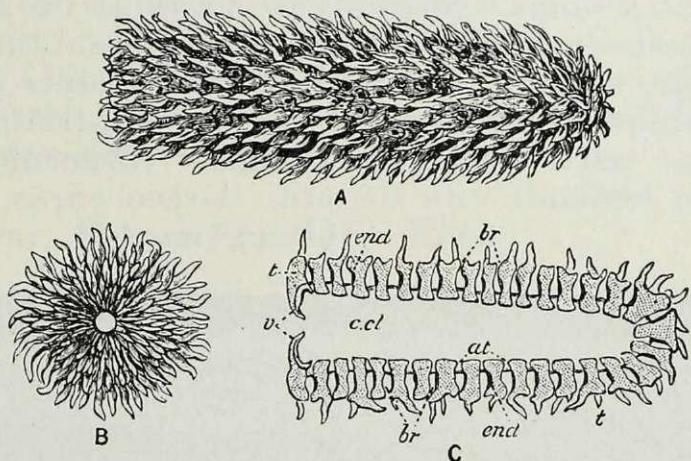
Zīm. 6. *Ascidia*. Labā puse nopreparēta. a — tūplis, At — kloākas izeja, Br — ieelpošanas atvera, end — endostils, gd — dzimumkanālis, gon — ūvārijs, m — mantija, ng — ganglijs, oes — oesophagus (barības vads), pbrc — peribranchiāldobums, ren — nieri, st — kuņģis, tn — taus-tekli. (Pēc Herdman'a.)



Zīm. 7. *Clavellina lepadiformis* (Ascidiae). Kolōnija dabiska lielumā. (Pēc Herdman'a.)



Zīm. 8. Ascīdija *Clavellina*. Atsevišķs dzīvnieks. 1 — ieelpošanas atvera, 2 — izelpošanas atvera, 3 — žauna, 4 — peri-branchiālais dobums, 5 — tūplis, 6 — dzimumkanālis, 7 — kuņģis un zarna, 8 — dzimumdziedzeris.
(Pēc Selenka's-Goldschmidt'a.)



Zīm. 9. *Pyrosoma* (Ascidiae), kolōnija. A: laterāli, B: raugoties no valējā gala, C: gargriezumā. at — izelpošanas atveras, br — ieelpošanas caurumi, c.cl — kopējā kloāka. (Pēc Herdman'a.)

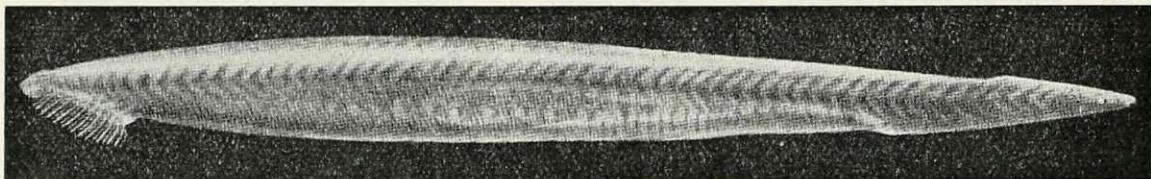
2. apakštiks: Vertebrata. Mugurkaulnieki.

Ar bilaterālu, bagāti segmentētu ķermenzi. Tūplis ventrāli, tipiski uz astes un rumpja robežas. Chorda stiepjās gandrīz caur visu ķermenzi. Centrālā nervu sistēma stiepjās cauri visai mugurai (mugursmadzenes); priekšējais posms diferencēts smadzenēs. Ķermenā dobums (coelom) vienmēr bez dissepimentiem. Nefridijveidīgo ekskrēcijas organu daudz, sākumā segmentāli. Bezdzimuma vairošanās nav.

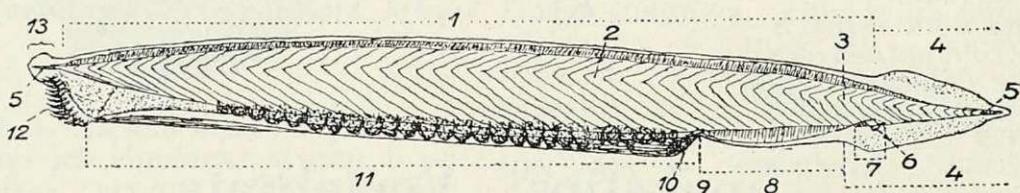
1. virsklase: Acrania (Leptocardii). Lancetzivis.

Chorda krieti liela un paliekoša. Pāru ekstrēmitāšu nav, bet tās gan reprezentētas ar divām ventrālām gareniski

ejošām ādas krokām (sānu krokas). Nepāru spura stiepjas uz priekšu gar visu dorsālo pusi un ventrālā pusē līdz atrio-porus'am (porus peribranchialis). Respirātoriskā priekšzarna ļoti gaļa, ar daudzām žaunu spraugām. Tās neatveļas tieši uz āru, bet peribranchiālā dobumā, kas cēlies caur divu garenu ieliekumu padziļināšanos ķermeņa ventrālās puses sānos. Nedaudz pirms tūpļa tas atveļas uz āru ar porus branchialis. Daudz nefrīdijveidīgu segmentālu ekskrēcijas organu. Sirds reducēta. Daudz gonādu, kas segmentāli pārveidīgi sakārtotas gar respirātorisko zarnu un atveļas peribranchiālā dobumā. *Branchiostoma* (*Amphioxus*) un nedaudz citu dzimtu. Dzīvo jūrās.



Zīm. 10. *Amphioxus* (*Branchiostoma*) *lanceolatum*. Mazliet palielināts.
(Pēc Pietschmann'a.)



Zīm. 11. *Amphioxus*. Mazliet schēmatizēts. 1 — dorsālā spura; 4 — kaudālā spura; 5 — chorda dorsalis, redzama tikai priekšējā un pakaļējā galā; 6 — tūplis; 8 — ventrālā spura; 10 — atrioporus jeb porus peribranchialis; 11 — kreisā metapleurālā kroka; 12 — mutes taustekļi.
(Pēc Franz'a no Pietschmann'a.)

2. virsklase: Craniota.

Lielāko tiesu divi pāri ekstrēmitāšu. Vienmēr akcessoisks centrālais skelets, kas galvā attīstās par galvas kausu (Cranium); zem un aiz tā — skeleta loki (viscerālie loki), kas ietver respirātorisko zarnu. Galvas smadzenes vienmēr labi attīstītas. Sirds vienmēr. Daudznie nefrīdijveidīgie ekskrēcijas organi atveļas katrā pusē sevišķā garenā kanālī (priekšniera vadā), kas ved gala zarnas pakaļējā daļā (kloākā).

1. virsgrupa: Cyclostomata. Apaļmutes.

Klase: Marsipobranchii.

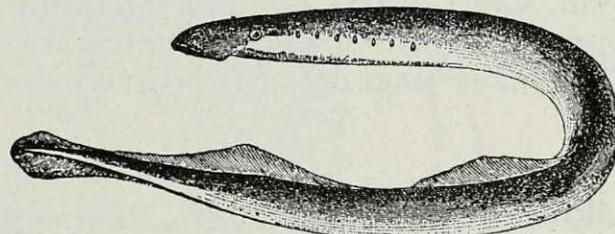
Vairāk vai mazāk zivjveidīgas. Gaļi izstieptas, apaļas. Nepāru spura stipri attīstīta. Ekstrēmitāšu nav. Specīgā chorda paliekoša. Vāji izveidots skrimšlains centrālais skelets. 1. viscerālais loks (žokļu loks) saļucis. Liela apaļa sūcoša mute. Īstu zobu nav. Kloāka saļukusi. Nepārs ožas organs, novietots dorsāli. Labirints ar 1—2 loku kanāliem. Gonādas bez sevišķiem vadiem.

1. kārta: Petromyzontida. Nēgi.

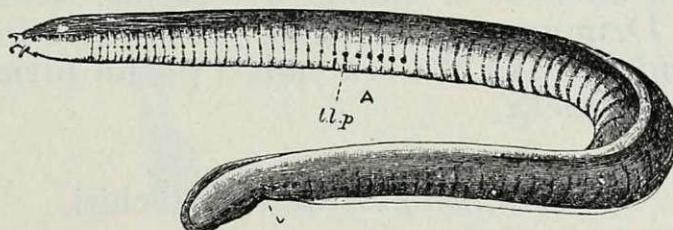
Ožas organs nav saistīts ar mutes dobumu. Nepāru spura diferencēta muguras, astes un anālā spurā. Ap muti nav bārkstiņu. Septiņi žaunu maisiņi, kas iekšpusē sākas no sevišķas žaunu ejas. *Petromyzon* (nēgis). Saldūdenī un jūrā.

2. kārta: Myxinoidea.

Ožas organs savienots ar mutes dobumu. Nepāru spura viengabalaina. Žaunu maisiņi (6—14) sākas tieši no zarnas. Ir bārkstiņas. *Myxine*, *Bdellostoma* u. t. t. Dzīvo jūrās.



Zīm. 12. *Petromyzon fluviatilis*. Nēgis.
(No Selenka's-Goldschmidt'a.)



Zīm. 13. *Myxine glutinosa*. llp — gлоту maisiņi,
v — tūplis. (Pēc Bridge'a.)

2. virsgrupa: Gnathostomata. Žokļmutes.

Žokļu loki aptver muti, kas atrodas drusku ventrāli. Ekstrēmitātes reti kad reducētas. Īsti zobi. Vienmēr pāru ožas organi. Labirints vienmēr ar trīs lokiem.

1. grupa: Anamnia.

Embrionalā attīstībā nav amnija un allantoja. Ekskrēcijas organi t. s. pirmnieči. Vienkāršs sirds kambaris.

I klase: Pisces. Zivis.

Pāru ekstrēmitātes — aiķveidīgas, viengabalainas spuras. Āda parasti ar kaula zvīņu veidojumiem. Centrālais skelets labi attīstīts, lielāko tiesu no viengabalainiem skriemēļu ķermeņiem, kas gandrīz visi bez iznēmuma ir amficēli. Vienmēr sastopamas žaunu spraugas (reti vairāk par 5, augstākais 7). Pāru ožas organi. Sirds priekškambaris vienmēr vienkāršs.

1. apakšklase: Chondropterygii. Skrimšļu zivis.

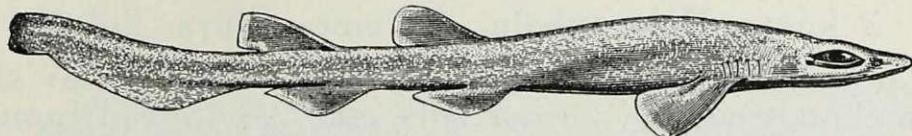
Kaudālā spura heterocerca. Spurās raga stari. Āda ar plakoidzvīņām vai kaila. Skrimšļa skelets. Bieži uzglabājusies pirmā viscerālā (žaunu) sprauga (šķaktuvīte). Žaunu spraugas lielāko tiesu valējas, bez īsta žaunu vāka. Zarnā spīrāla kroka un sirds ar Conus arteriosus. Kloāka. Peldpūšla nav. Dzimuma produktus, kā augstākiem vertebrātiem, izvada kloākā Millera vads (♀) un pirmnieča vads (♂). Jūras dzīvnieki.

1. kārta: Plagiostomi (Selachii).

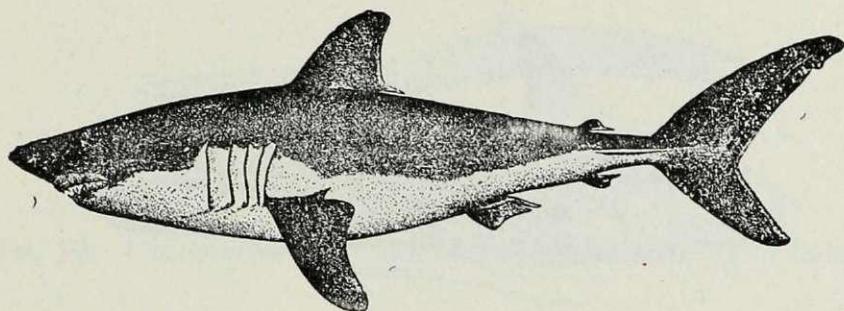
Palatoquadratum nav cieti savienots ar galvas kausu. Skriemēļu ķermeņi labi izveidoti. Žaunu vāki nav iezīmēti. Daudz zobu.

1. apakškārta: *Squalidae*. Haizivis.

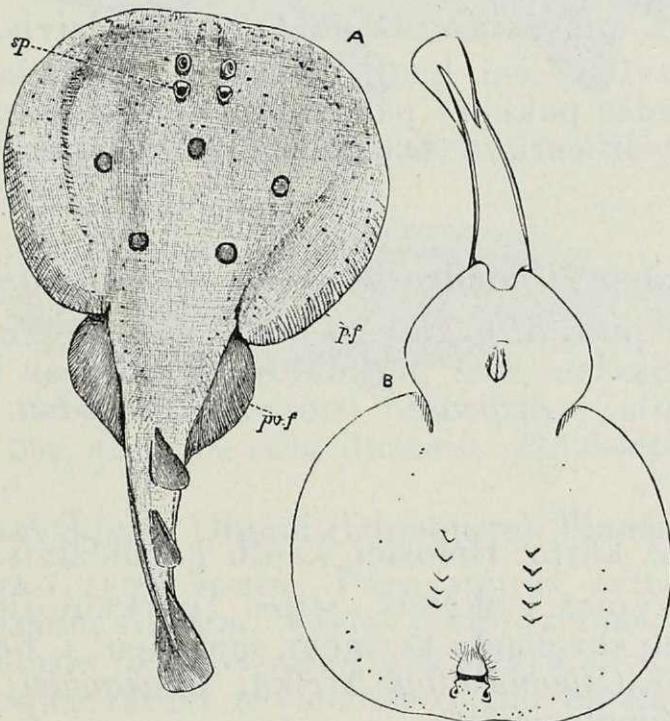
Ķermenis nav dorsoventrāli saspiests. Žaunu spraugas sānos. *Hexanchus*, *Lamna*, *Scyllium*, *Acanthias*.



Zīm. 14. Haizivs *Scyllium canescens*. (Pēc Günther'a.)



Zīm. 15. Haizivs *Lamna cornubica*. (Pēc Dean'a.)



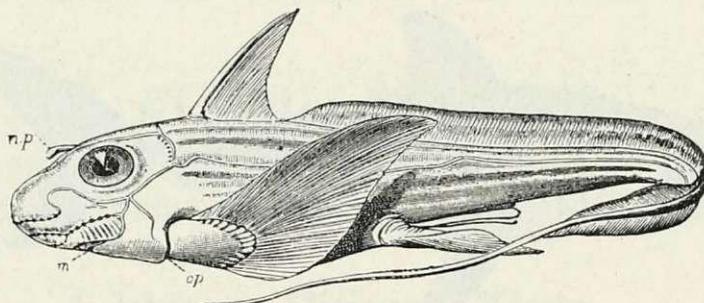
Zīm. 16. *Torpedo ocellata*. A: dorsāli, B: ventrāli. pf — krūšu spura, pvf — vēderspura, sp — šķaktuvīte. (Pēc Bridge'a.)

2. apakškārta: *Rajidae*. Rajas.

Ķermenis stipri dorsoventrāli saspiests. Žaunu spraugas ventrāli. Vēdera spuras palielinātas, dažreiz pat ļoti liejas. *Raja*, *Torpedo*.

2. kārta: **Holocephala**. Chimēras (jūras kaķi).

Palatoquadratum saaudzis ar galvas kausu. Nav slēgtu skriemeļu ķermeņu. Žaunu spraugas, ar norādījumu uz žaunu vāku. Nedaudz lielu zobu plākšņu. *Chimaera*.



Zīm. 17. *Chimaera monstrosa*, jūras kaķis. (Pēc Bridge.)

2. apakšklase: **Ganoidei**. Ganoīdzivis.

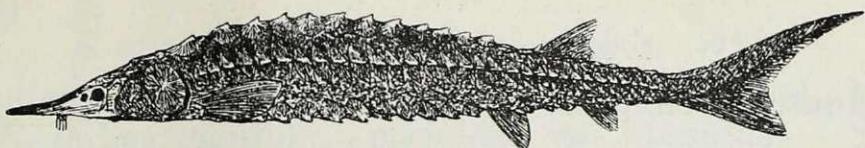
Ganoidzvīņas vai kaulu plāksnes ādā, ja ne kailas. Skelets dažādās pakāpēs pārkaulojies. Astes spura heterocerca, reti dificerka. Dažām ir šķāktuvītes. Peldpūslis vienmēr.

1. kārta: **Chondrostei**, skrimšļu ganoidzivis.

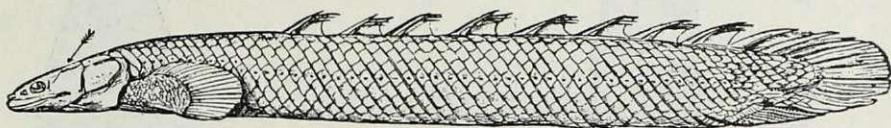
Chorda pilnīgi uzglabājusies; nav slēgtu skriemeļu ķermeņu. Skelets maz pārkaulojies. Āda ar kaula plāksnēm vai kaila. *Acipenser* (stores); *Polyodon*. Saldūdenī un jūrā.

2. kārta: **Holostei**, kaulu ganoidzivis.

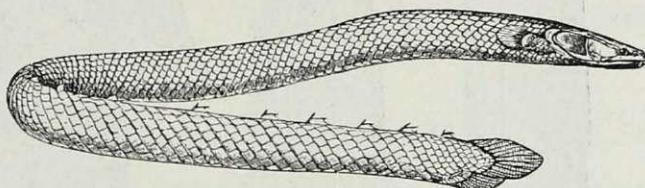
Ganoidzvīņas. Skelets stipri pārkaulojies. Lielāko tiesu amficēli skriemeļu ķermenī, saldūdenī. *Crossopterygii*: *Polypterus* un *Calamoichthys* Afrikā; *Euganoidei*: *Lepidosteus* un *Amia* Ziemeļamerikā.



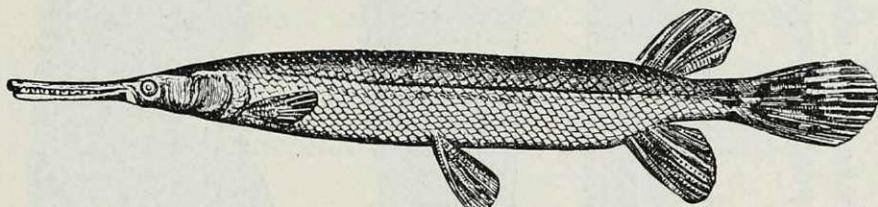
Zīm. 18. *Accipenser sturio*, store. (No Selenka's-Goldschmidt'a.)



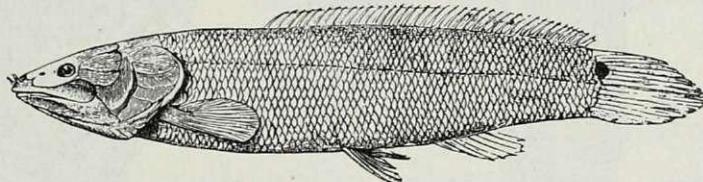
Zīm. 19. *Polypterus senegalus* (Holostei). Pēc Bridge.



Zīm. 20. *Calamoichthys calabaricus* (Holostei). (Pēc Bridge.)



Zīm. 21. *Lepidosteus platystomus* (Holostei). (Pēc Goode, no Bridge.)



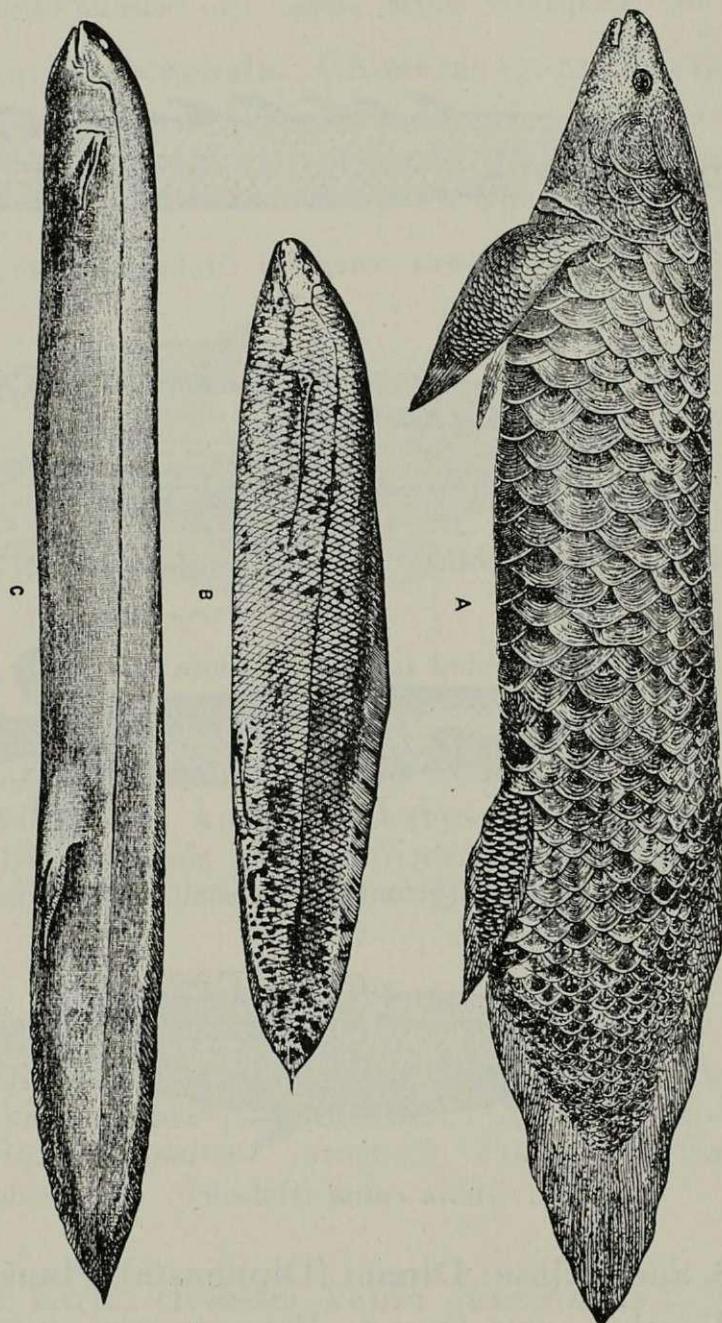
Zīm. 22. *Amia calva* (Holostei). Pēc Bridge.

3. apakšklase: Dipnoi (Dipneusta). Plaušu zivis.

Dificerka astes spura. Pāru spuras zvīnotas. Spuras ar ragveidīgiem stariem. Lielas cikloīdzvīnas bez ganoīna kārtas. Chorda uzglabājusies, nav slēgtu skriemeļu ķermēnu. Palatoquadratum savienots ar galvas kausu. Pa daļai ārējās ādas žaunas. Nedaudz lielu zobu plākšņu. Kloāka. Plaušās pārveidots peldpūslis. Deguna dobumi savienoti ar mutes dobumu. Saldūdenī.

1. kārta: Monopneumona.

Plaušas vienkāršas. *Ceratodus*, Austrālijā.



Zīm. 25. Plaušu zivis. A — *Neoceratodus (Ceratodus) forsteri*, B — *Protopterus annectens*, C — *Lepidosiren paradoxa*. (Pēc Bridge.)

2. kārta: Dipneumona.

Pāru plaušas. Pāru spuras, ļoti šauras, diegveidīgas. Pa daļai (*Protopterus*) ārējas ādas žaunas. *Lepidosiren*, Brazilijā, *Protopterus*, Afrikā.

4. apakšklase: Teleostei. Kaulu zivis.

Skelets stipri pārkaulojies. Amficēli skriemeļu ķermeni. Zvīņas bez ganoīna: cikloidas vai ktenoidas. Spīrālā kroka un Conus arteriosus reducēti. Astes spura homocerka. Peldpūslis vienkāršs vai komplikēts (ja nav reducēts). Gonādas ar sevišķiem īpatnējiem izvadkanāļiem, kas atveras aiz tūpla.

1. kārta: Physostomi.

Peldpūslis (ja nav reducēts) ar Ductus pneumaticus. Visi spuru stari (izņemot priekšējo) sastāv no locekļišiem, mīksti. *Anguilla* (zutis), *Clupea* (silķe), *Esox* (līdaka), *Salmo* (lasis, forele), *Carpio* (karpa, baltzivs), *Silurus* (sams).

2. kārta: Physoclisti.

Peldpūslis bez Ductus. Vēdera spuras gandrīz vienmēr izvirzītas uz priekšu.

1. dzimtu grupa: *Anacanthini*. Mīkstspuru zivis.

Ar mīkstiem spuru stariem. Vēdera spuras stipri izvirzītas uz priekšu, parasti tūliņ aiz galvas. *Gadus* (menca, šelzivs, dorša), *Pleuronectes* (bute, plekste, klīša).

2. dzimtu grupa: *Acanthopterygii*. Cietspuru zivis.

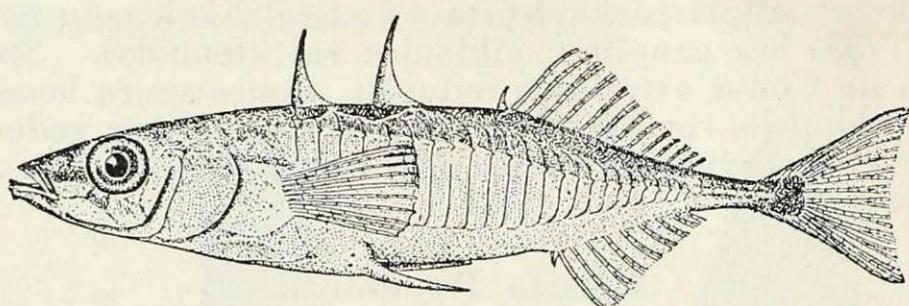
Dorsālo spuru priekšējie stari cieti, nedalīti. *Perca* (asars), *Gasterosteus* (stagars) un bezgala daudz pārstāvju.

3. dzimtu grupa: *Lophobranchii*. Plūksnžaunu zivis.

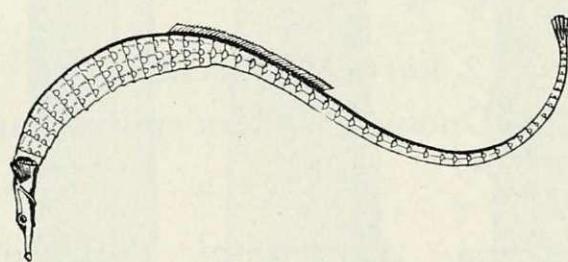
Žaunu lapiņas kolbveidīgi sabiezinātas. Āda ar kaula plākšņu rindām. Purns stipri caurulveidīgi pagarināts. Bez zobiem. Vēdera spuras reducētas. *Syngnathus*, *Hippocampus*, *Phyllopteryx*. Jūrā.

4. dzimtu grupa: *Plectognathi*.

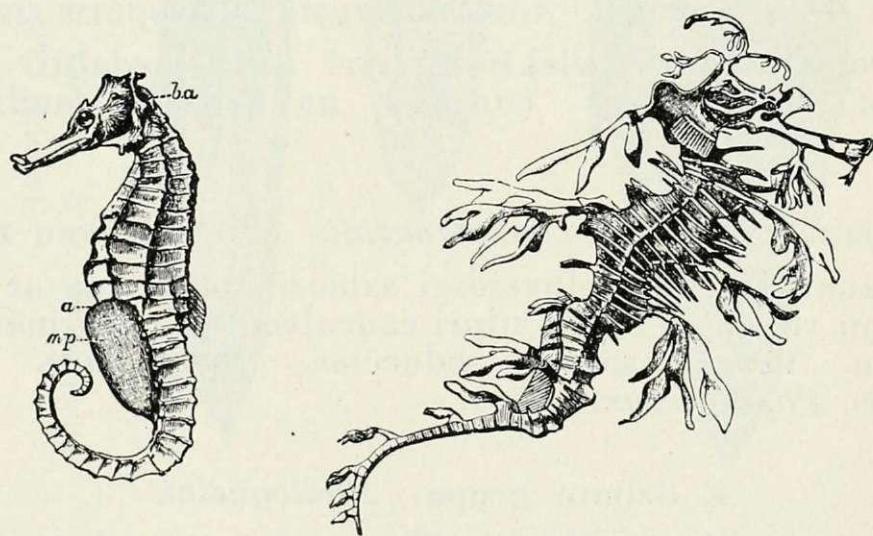
Praemaxilla un *Maxilla* abās pusēs saaugušas. Izskats pa daļai ļoti mainīgs. Zvīņas un zobi bieži īpatnēji modificēti. Jūras dzīvnieki. *Balistes*, *Ostracion* (koferzivs), *Orthagoriscus* (mēnešzivs), *Diodon* (ežu zivs).



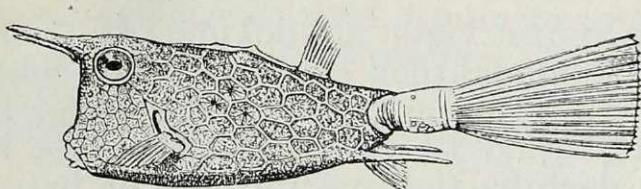
Zim. 24. *Gasterosteus aculeatus*, stagars. (Pēc Goode.)



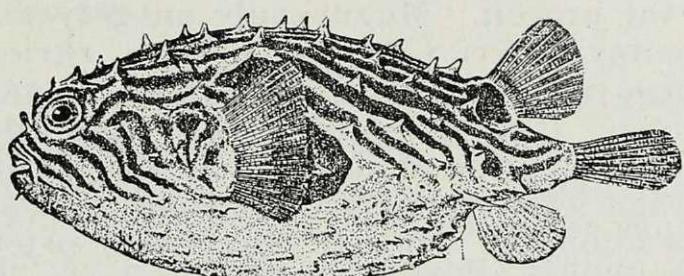
Zim. 25. *Syngnathus pelagicus*. (Pēc Bridge.)



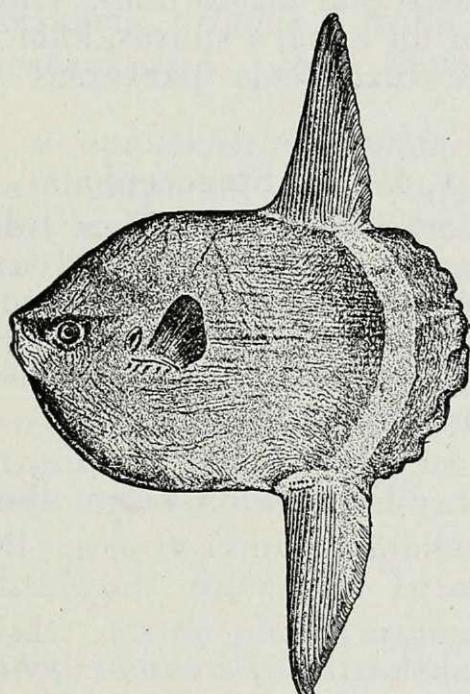
Zim. 26. *Hippocampus guttulatus* un *Phyllopteryx eques*.
(Pēc Bridge.)



Zīm. 27. *Ostracion quadricornis*. (Pēc Bridge.)



Zīm. 28. *Diodon geometricus*, eža zivs. (Pēc Goode.)



Zīm. 29. *Orthagoriscus mola*, mēnešzivs. (Pēc Goode.)

II klase: Amphibia. Abinieki.

Zivs pāru spuru vietā abiniekim, kā visiem tetrapodiem, ir pāru pentadaktilas ekstrēmitātes. Normālais pirkstu skaits — 5 — reizēm netiek piepaturēts; bieži priekškājām 4, pakalkājām 5 pirksti. Ekstrēmitāšu kā balsta un svīru organu darbība tiek pastiprināta ar brīvās ekstrēmitātes skeleta pievienošanu centrālam skeletam. Tam kalpo plecu un gurnu josla; sākumā tikai gurnu josla ar Ilium'a kaula palīdzību tieši piesaistīta mugurkaulam. Viens sakrālais skriemelis. Tikai primitīviem abiniekim ir vēl amficēli skriemeļi. Chorda lielāko tiesu izspiesta, skriemeli opistocēli vai procēli. Mugurkauls un galvas kauss savienoti ar locītavu, divi Condyli; pirmais skriemelis atlāss. Choāna, pāru plaušu maisiņi. Reti elpošana ar žaunām un plaušām reizē (Perennibranchiata). Arī āda kalpo kā elpošanas organs. Āda ar daudzšūnu dziedzeļiem, pārklāta ar plānu raga kārtiņu; periodiska ādas maiņa. Zem ādas lieli limfas dobumi. Arī asinsriņķošanas sistēma augstākā attīstības pakāpē, abi priekškambaļi pilnīgi šķirti. Sirdskambaris vēl nedalīts. Dzimuma produkti tiek izvadīti ar nieņu izvadkanāļiem (urogenitālā sistēma kā pie selachijām). Lielāko tiesu ovipāri, retāk vivipāri.

Abinieku kāpuriem piemīt vēl daudz zivs īpašību: tie elpo ar žaunām (iekšējām un ārējām), viņiem ir zivs asinsriņķošanas sistēma un nepāru spuras, kam gan nav skeleta elementu. Metamorfōzas ceļā pārvēršas sauszemes dzīniekā.

1. kārta: Stegocephala.

Tikai fosilas, astainiem abiniekim līdzīgas, primitīvas amfībijas, ar saaugušu, kaulainu galvas kausa virsmu, daudz zobiem un zvīņveidīgiem pārkaulojumiem ādā. Chorda lielāko tiesu uzglabājusies. Uzbūvē daudz kopēja ar pirmatnējiem reptiliem, un bieži gūtī tos vienus no otriem atšķirt. *Branchiosaurus*, *Archegosaurus*.

2. kārta: Urodeli. Astainie abinieki.

Zivjveidīga izskata abinieki ar asti. Brīvas ribas. Bungu dobums trūkst.

1. apakškārta: Perennibranchiata.

Ar 2—3 pāriem ārēju, visu laiku pastāvošu, žaunu un žaunu spraugu. *Siren*; *Proteus* (protejs) acis reducētas; *Necturus*.

2. apakškārta: *Derotremata*.

Ādas žaunas pamazām izzūd, žaunu caurums lielāko tiesu paliek. *Amphiuma* (čūskveidīgā šķirzutne), *Megalo-batrachus* (C r y p t o b r a n c h u s) (milzu salamandra). Pieaugušiem dzīvniekiem žaunu atvera izzudusi.

3. apakškārta: *Salamandrina*.

Žaunas un žaunu spraugas izzūd; *Triton* (tritons) ar peldasti; *Salamandra maculosa* (uguns salamandra); *S. atra* (melnā alpu salamandra); abas vivipāras. *Amblystoma tigrinum* ar normāli neotēnisku kāpuru; *Siredon pisciformis* (aksolotls).

3. kārta: *Anura (Batrachia)*. Bezastainie abinieki.

Pieauguši dzīvnieki bez astes un žaunām. Neveikla, plata ķermēņa forma. Lielāko tiesu ar vidējo ausi un bungplēvīti. Astainam kāpuram (kurkulēnam) ir šaura mute ar raga zobiņiem augu barības lietāšanai; ārējām ādas žaunu bārkstīm vēlāk rīkles kabatās pievienojas iekšējās žaunas, kam pāri pāraug ādas kroka, atstājot tikai mazu elpošanas atveru (spiraculum); beidzot izzūd kā ārējās, tā iekšējās žaunas un elpošanas atvera.

1. apakškārta: *Hylida*. Koku vardes.

Pirksti ar piesūcekņiem. *Hyla* (lapotņu varde).

2. apakškārta: *Ranida*.

Pakaļkājas ar peldplēvi. ♂ ar laterāliem balss mai-siem mutes sienās, ar dziedzeļu kārpām uz lielā pirksta. Mēle kā ķeļamais aparāts, izšaujama un atlocāma uz āru; *Rana esculenta* (zaļā varde), *R. temporaria* (pelēkā varde).

3. apakškārta: *Pelobatida*.

Stāv starp vardēm un krupjiem. *Bombinator igneus* (sarkanvēdera krupis), *Pelobates fuscus* (ķiploku krupis); kurkulēni sasniedz ievērojamu lielumu.

4. apakškārta: *Bufonida*. Īstie krupji.

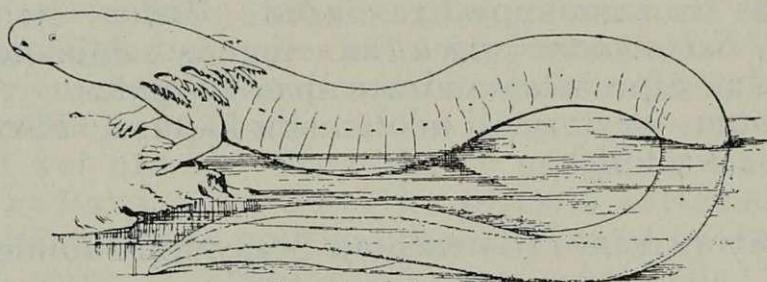
Īsas pakalķājas. Īss un plats ķermenis. *Bufo vulgaris* (lauku krupis).

5. apakškārta: *Aglossa*.

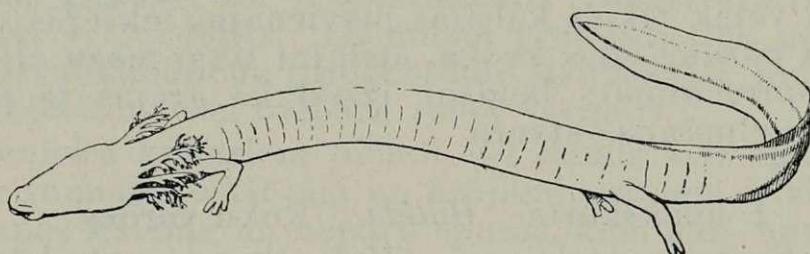
Mēle un mēles kauls saļucis: *Pipa americana*.

4. kārta: **Gymnophiona** (= *Apoda, Coecilia*). Tārpveidīgie abinieki.

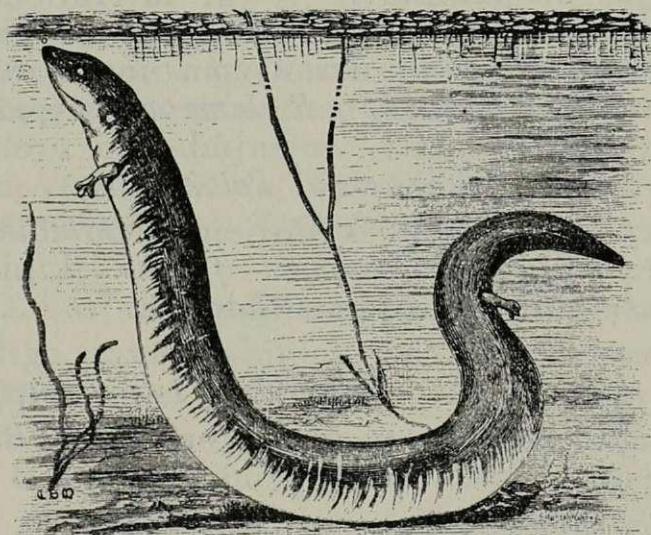
Tārpveidīgi, bez ekstrēmitātēm. Embrionālā stadijā trīs ādas žaunu pāri un rīkles kabatas. Āda mīksta ar mazām kaula zvīņām. Vidējās auss un bungplēvītes nav. *Coecilia*, Dienvidamerikā. *Ichthyophis*, Ceylonā.



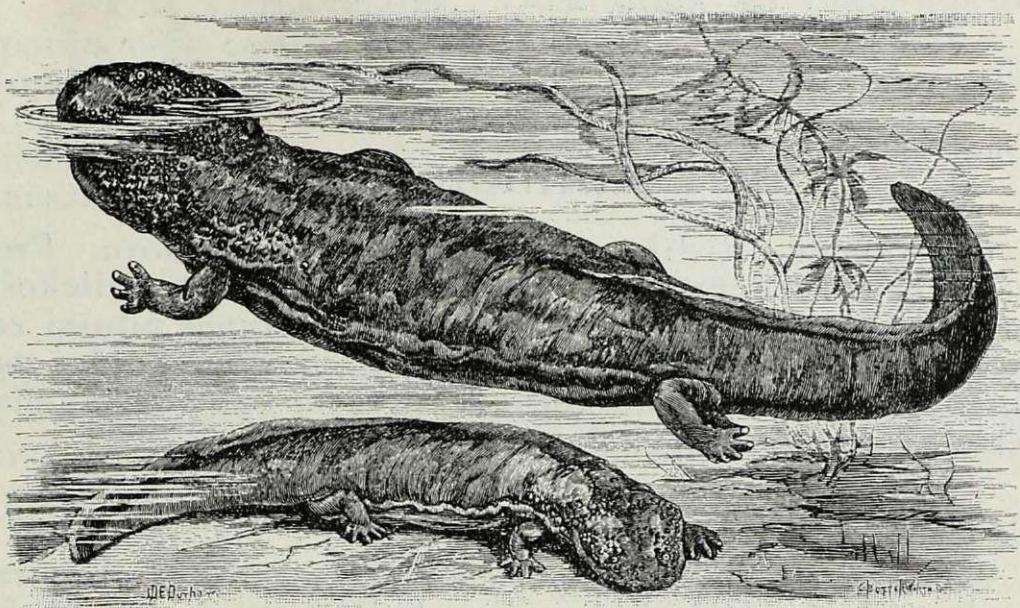
Zīm. 50. *Siren lacertina* (Perennibranchiata). Pēc Gadow'a.



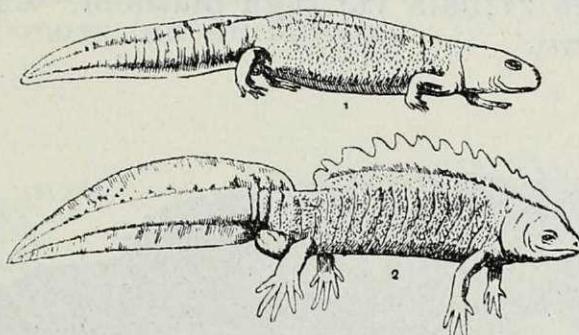
Zīm. 51. *Proteus anguineus*, protejs (Urodela, Perennibranchiata). Pēc Gadow'a.



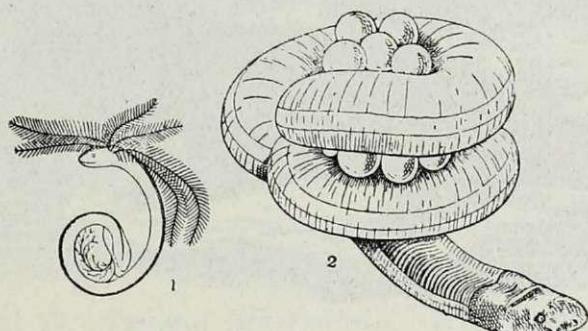
Zīm. 52. *Amphiura means* (Urodela, Derotremata). Pēc Gadow'a.



Zīm. 55. *Cryptobranchus (Megalobatrachus) japonicus*, milzu salamandra. Pēc Gadow'a.



Zīm. 54. *Triton cristatus*. 1 — mātīte, 2 — tēviņš. (Pēc Gadow'a.)



Zīm. 55. *Ichthyophis glutinosa* (Apoda). 1 — embrijs ar žaunām, 2 — mātīte ar olām. (Pēc Sarasins'a.)

2. grupa: Amniota. Amnioti.

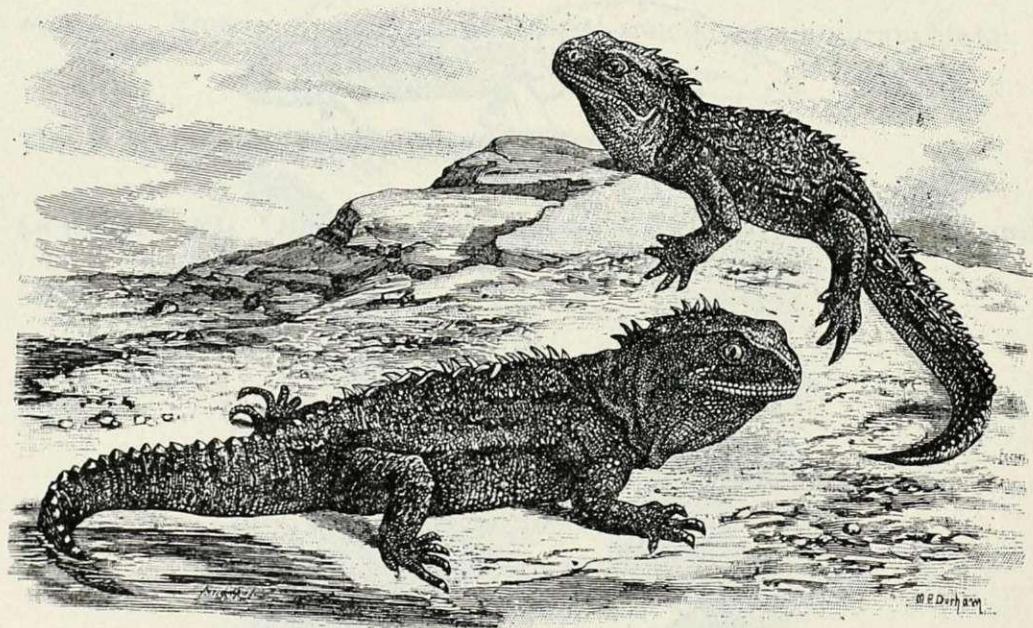
Embrionālā attīstībā uzrāda amniju un alantoju. Pro-vīzoriskais nieri mesonephros aizvietots ar paliekošu nieri metanephros. Žaunu spraugas un žaunas pilnīgi reducētas. Sirds kambaris pastāvīgi pa daļai vai pilnīgi da-līts. Ribas savienotas ar sternum. Krusta kauls sastāv ma-zākais no diviem skriemeļiem.

Kopgrupa: Sauropsida. Zauropsidi.

Ādā ļoti maz dziedzeļu. Vienkāršs condylus occipita-lis. Dzirdes kauliņš (columella) lielāko tiesu vienkāršs. Kloāka vienmēr. Klases: *Reptilia* un *Aves*.

III klase: Reptilia. Rāpuļi.

Āda ar raga zvīņām vai raga plātnēm. Zobi parasti tu-vināti homodonti.



Zīm. 56. *Sphenodon (Hatteria) punctatum*, Jaunzēlandes ķirzaka.
(Pēc Gadow'a.)

1. apakšklase: Rhynchocephala.

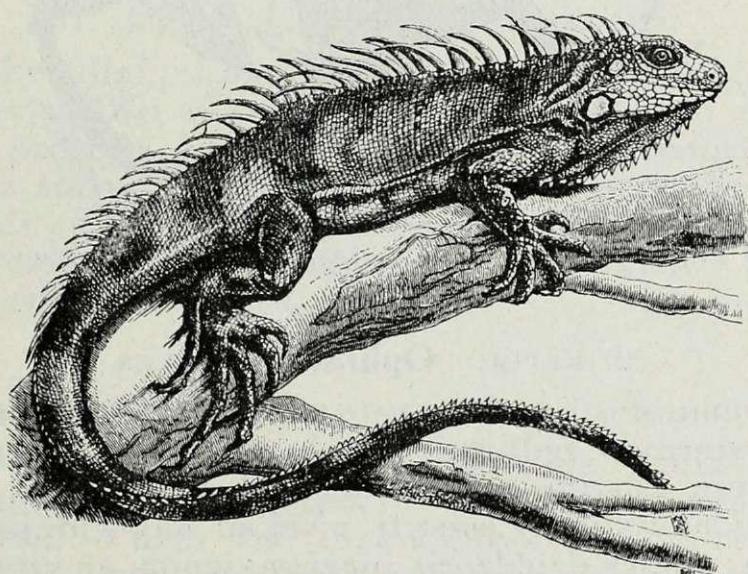
Izskats ķirzakveidīgs. Quadratum un žokļu-aukslēju aparāts cieši saistīti ar galvas kausu. Zobi akrodonti; sastopami arī uz aukslējām. Skriemeļi amficēli. Vēdera ribas. Kloākas atvera — šķērssprauga. Bez apauglošanās orgāniem. *Sphenodon* jeb *Hatteria* (recents, Jaunzēlandē). Sauszemes dzīvnieki.

2. apakšklase: Squamata (Lepidosauria).

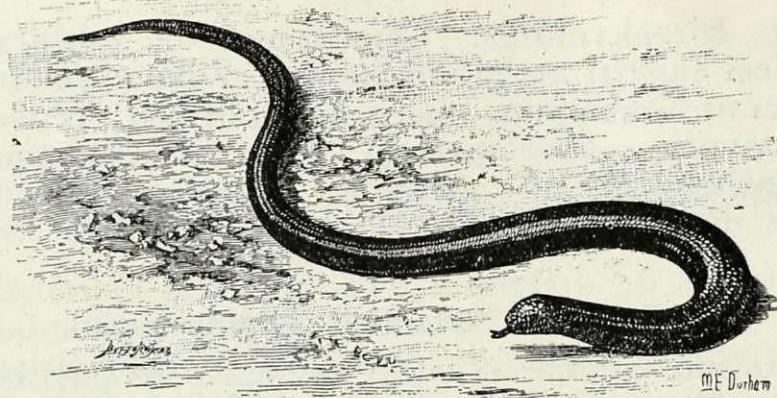
Quadratum vienmēr kustīgi savienots ar galvas kausu. Biezi columella cranii. Skriemeļi gandrīz vienmēr procēli. Kloākas atvera — šķērssprauga. Apauglošanās organi divi izbīdāmi pakalējās kloākas sienas stobri. Zobi nav alveolās. Vienai daļai zobi arī uz aukslējām.

1. kārta: Sauria (*Lacertilia*). Ķirzakas.

Ekstrēmitātes pilnīgi reducētas; krūšu joslas atliekas tomēr vienmēr sastopamas. Lielāko tiesu sastopama parietālā atvera. Vidējā auss reti reducēta. Īrinpūslis gandrīz vienmēr. *Ascalabotes*, *Varanus*, *Lacerta* (vietējās ķirzakas), *Anguis* (glodene), *Iguana*, *Amphisbaena*, *Chamaeleo*. Uz sauszemes (un saldudenī).



Zīm. 37. *Iguana tuberculata*. (Pēc Gadow'a.)



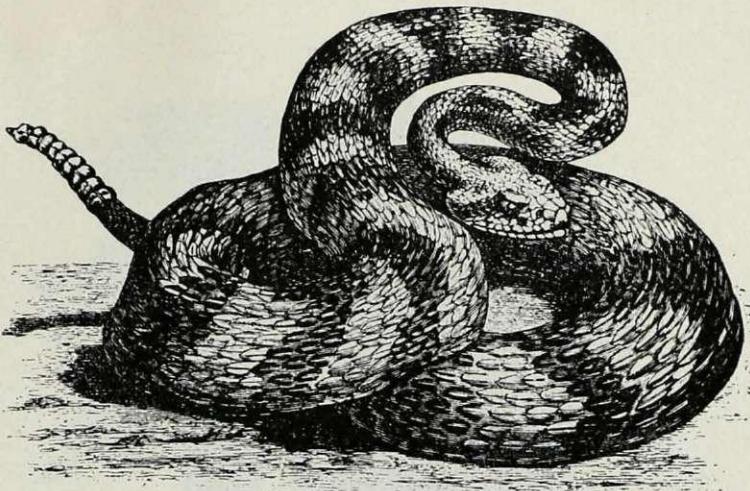
Zīm. 58. *Anguis fragilis*, glodene. (Pēc Gadow'a.)



Zīm. 59. *Chamaeleo vulgaris*. (Pēc Gadow'a.)

2. kārtas: Ophidia. Čūskas.

Ekstrēmitātes, izņemot reto pakaļkāju atlieku, krūšu josla un sternum reducēti. Žokļu un žaunu loku aparāts lielāko tiesu kustīgi saistīts ar galvas kausu. Apakšējā žokļa zari nav stingri saistīti. Nekad nav vidējās auss un ūrīnpūšļa. Indes dziedzeris bieži savienots ar virsžokļa zobiem (indes zobiem). *Boa*, *Python* (milzu čūskas), *Tropidonotus* (zaltis), *Naja* (brīļu čūska), *Crotalus* (klaburčūskas), *Pelias* (krusta odze).



Zīm. 40. *Crotalus durissus*, klaburčūska. (Pēc Gadow'a.)

3. apakšklase: Placoidea.

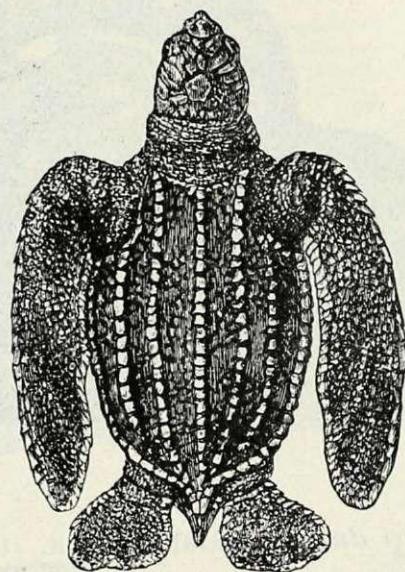
Ar raga plātnēm, zem kuļām ādas pārkaulojumi. Quadratum cieši saistīts ar galvas kausu un augšleju jumts vairāk vai mazāk slēgts. Kloākas atvera kā gareniska sprauga. Vidējā auss un tās membrāna (bungu plēvīte) vienmēr.

1. kārta: Crocodilia. Krokodīli.

Ķirzakveidīgi. Purns gaļš vai ļoti gaļš. Ādas pārkaulojumi nav saistīti ar centrālo skeletu. Recentu dzīvnieku skriemeļi procēli. Vēdera ribas. Claviculara reducēta. Zobi vienīgi uz starp-, augš- un apakšzokļa, alveolās; mazliet heterodonti. Sekundārā deguna-rīkles eja (choana) maz vai stipri izveidota. Sirdskambari pilnīgi šķirti. Ūrīnpūšļa nav. *Alligator*, *Crocodilus*, *Gavialis*.

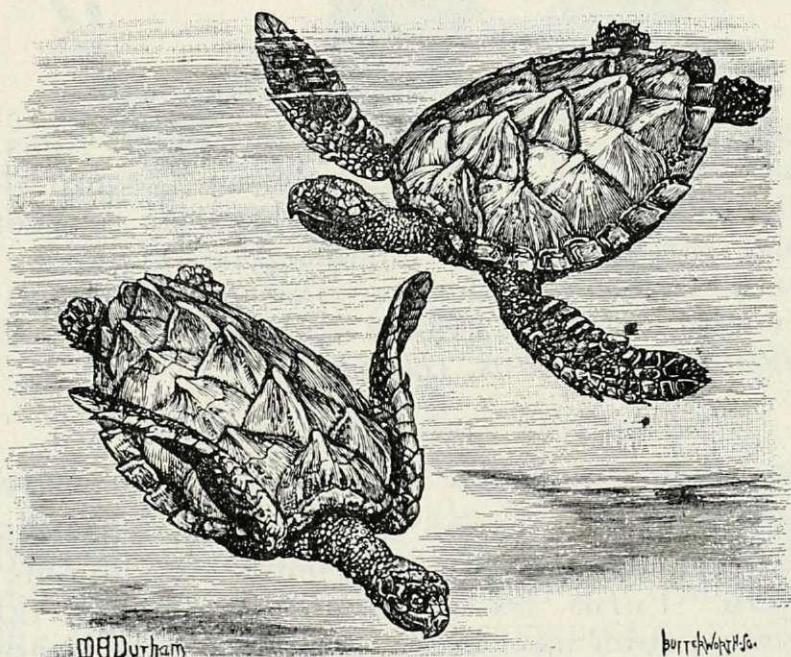
2. kārta: Cheloniae (Testudinata). Bruņu rupuči.

Plats rumpis ar stiprām dorsālām un ventrālām ādas kaulu bruņām; dorsālās gandrīz vienmēr savienotas ar centrālo skeletu. Purns īss. Sekundārās deguna-rīkles ejas maz attīstītas; zобu nav, bieži sastopams raga knābis. Ūrīnpūslis vienmēr. *Sphargis*, *Chelone*, *Trionyx*, *Chelydra*, *Emys*, *Testudo*. Saldūdenī, jūrā un uz sauszemes.



M.B.Durham

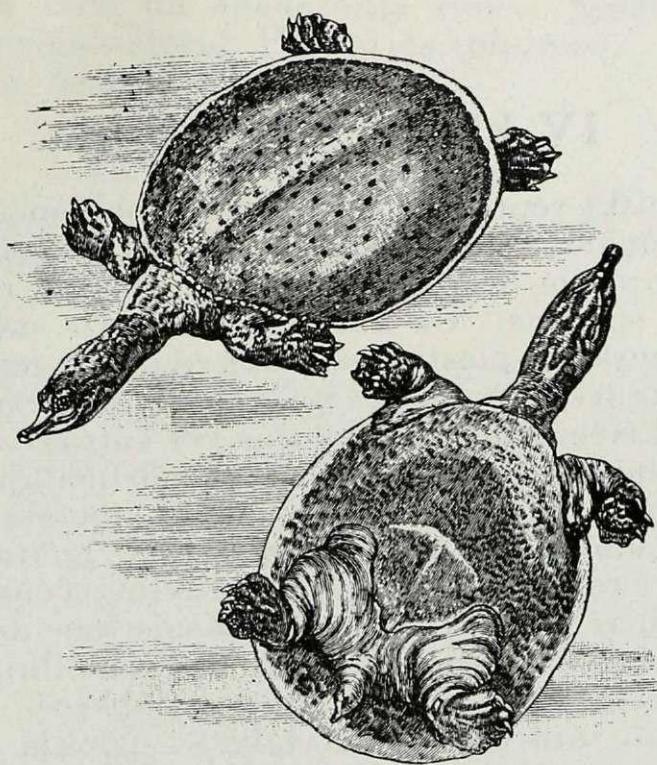
Zim. 41. *Sphargis (Dermochelys) coriaca*, ádas
bruñurupucis. (Pēc Gadow'a.)



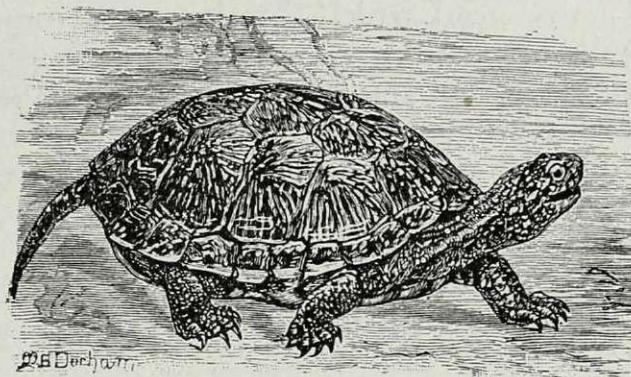
M.B.Durham

BUTTERWORTH & CO.

Zim. 42. *Chelone imbricata*. (Pēc Gadow'a.)



Zīm. 43. Mīkstais bruņurupucis, *Trionyx ferox*.
(Pēc Gadow'a.)



Zīm. 44. *Emys orbicularis*, Eiropas purvu bruņurupucis.
(Pēc Gadow'a.)

IV klase. Aves. Putni.

Radnieciski reptīliem. Āda klāta spalvām, dažas vietas arī raga bruņām. Spalva homologa reptīlu zvīņai. Piemērojoties lidojošam dzīves veidam, priekšējās ekstrēmitātes pārveidotas spārnos. Uz krūšu kaula bieži mediāns ķīlis, carina, lidmuskuļu piestiprināšanai. Gurnu joslas savienojums ar mugurkaulu ir ļoti spēcīgs, jo diviem pirmajiem sakrāliem skriemeļiem pievienojas vēl vairāki skriemeļi un rada cietu kaula jumtu krustiem. Proksimālajai tarsus daļai saplūstot ar tibia, distālajai — ar metatarsus (skrejkaulu), izveidojas locītava, intertarsālā locītava. Galvas kauss līdzīgi reptīliem ar vienu condylus occipitalis. Kaulos gaisa telpas, no kurām daudzas saistītas ar plaušu izveidotiem plaušu maisiem. Sirds uzrāda pilnīgu sadalījumu divos priekškambaņos un divos kambaņos. Kreisā puse vada skābekli saturošās asinis, labā — oglekļa dioksidu saturošās. Kreisais aortas loks izzudis. Ķermēna temperatūra ļoti augsta; siltasiņu dzīvnieki.

1. apakšklase: Saururae (Archaeornithes).

Fosili. Augšējā juras formācijā Bavārijā. Galvas kauss kā īstam putnam ar kōniskās alveolās sēdošu zobu rindu uz virs- un apakšzokļa malas. Skriemeļi amficēli. Aste ķirzakveidīga, gaŗāka par mugurkaula prēsakrālo nodalījumu. Sternum rudimentārs. Vēdera ribas. Metacarpalia brīvi. Metatarsalia jau kā putniem saplūduši. Priekšējai ekstrēmitātei 3 pirkstu, pakaļejai 4. Visas gala falangas ar nagiem. Astes spalvas sakopotas pārveidīgi gar daudzo gaļo astes skriemeļu abām pusēm. Spārni ar galvenām spārnu spalvām un klājspalvām. Tie sasniedz baloža vai vistas spārnu lielumu. *Archaeopteryx*.

2. apakšklase: Odontornithes. Zobu putni.

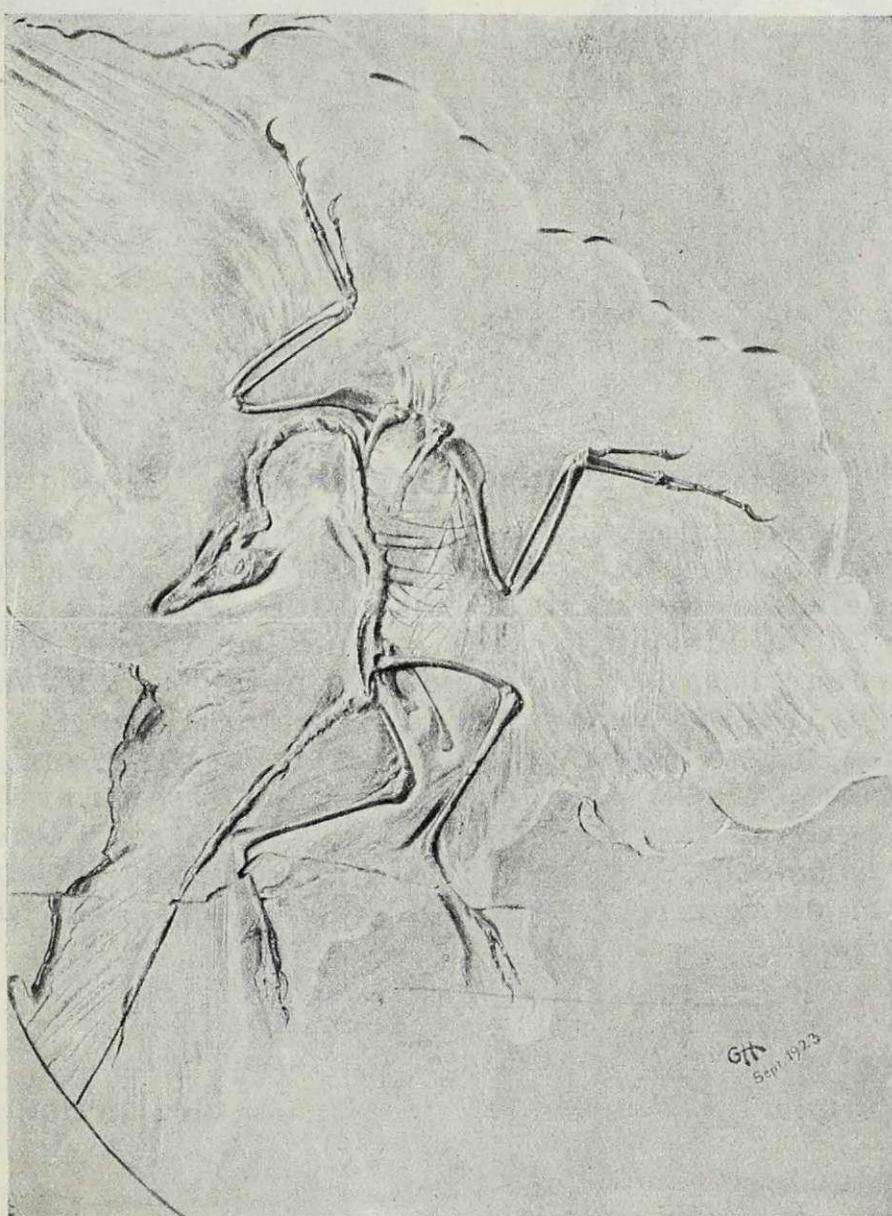
Fosili. Zobi uz augšējā un apakšējā žokļa. Kreisais un labais apakšzoklis vēl nav saplūduši simfīzē. Mugurkaula astes nodalījums īss. Metacarpalia saplūduši. Tipiska putnu bloda. Sternum labi attīstīts. Astes spalvas kā dzīviem recentiem putniem sagrupētas vēdekļveidīgi ap astes skriemeļiem.

1. kārta: Odontolcae.

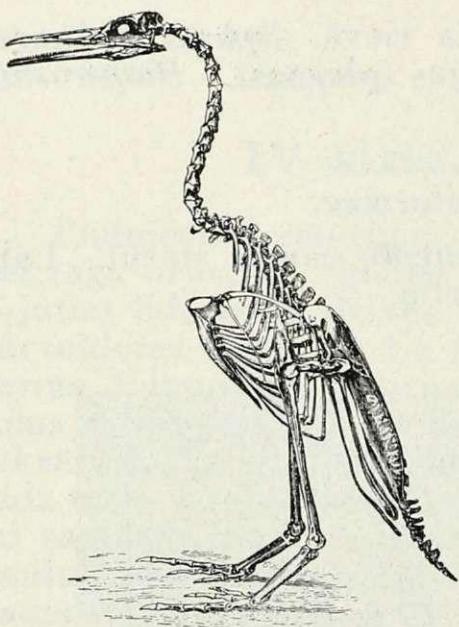
Zobi sēd virs- un apakšzokļa rievā. Spārni rudīmentāri. Nav carina's sterni. Peldkājas (pleznas). *Hesperornis*. Kanzas (Ziem. Amerikā) krītā.

2. kārta: Odontormae.

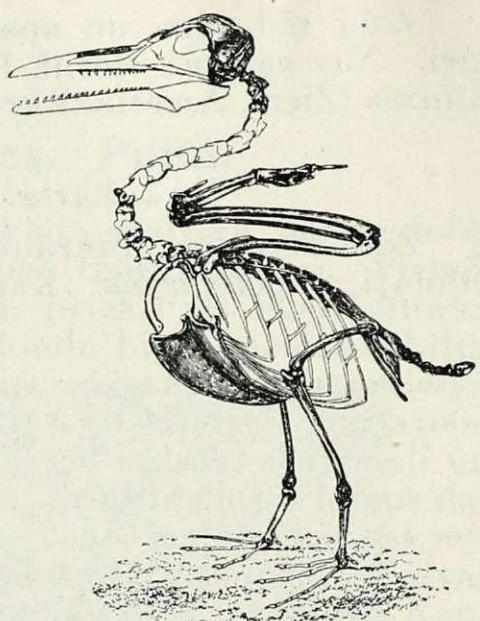
Zobi alveolās. Sternum ar augstu carina sterni. Labi lidotāji. *Ichthyornis*. Kanzas krītā.



Zīm. 45. *Archaeopteryx siemensi*. Juras laikmeta putns.
(Pēc Heilmann'a.)



Zīm. 46. *Hesperornis regalis*, zōbu putns no Kanzas augšējā krīta. (Pēc Marsh'a.)



Zīm. 47. *Ichthyornis victor*. Zōbu putns no Kanzas (U.S.A) augšējā krīta. Restaurēts skelets. (Pēc Zittel'a.)

3. apakšklase: Ratitae, Cursores. Skrējēju putni.

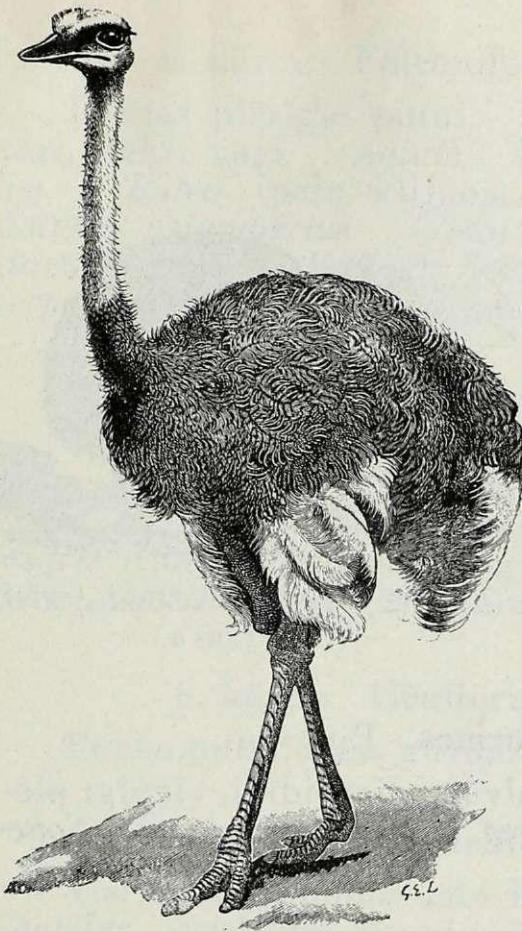
Reducēti putni, kas zaudējuši spēju lidot un sastopami dažādos kontinentos. Priekšējā ekstrēmitāte maza, un ja tiek pielietāta, tad tikai kā gaisa stūre skriešanā. Iespējams, ka dažādu ģinšu skrējēju putni neatkarīgi viens no otra attīstījušies no labiem lidotāju putniem. *Struthio camelus* (Afrikas strauss) ar diviem pirkstiem (3. un 4. pirksts). *Rhea americana* (Nandu), ar trīs pirkstiem. *Casuarius galeatus* (bruņu cepures kazuārs) ar ar 3 pirkstiem, spalvas zars tikpat liels kā pati spalva. *Dromaeus novae-hollandiae*. *Apteryx* (Kivi) Jaunzēlandē. Vistas lie lumā ar četriem pirkstiem. Spārni itkā apgriezti. *Dinornis giganteus* (moa), vēsturiskā laikmetā izmirusi milzu forma.

4. apakšklase: Carinata.

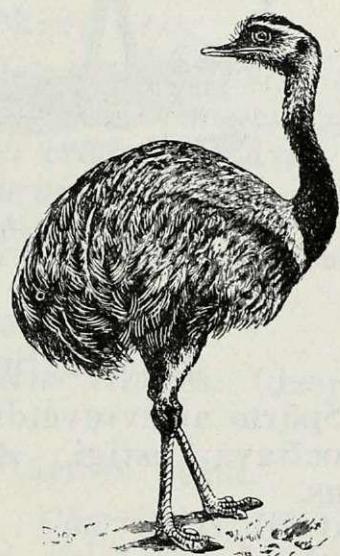
Sternum ar kīli (carina). Spārnu, kontūru un dūnu spalvas.

1. kārta: Colymbiformes. Nirēji.

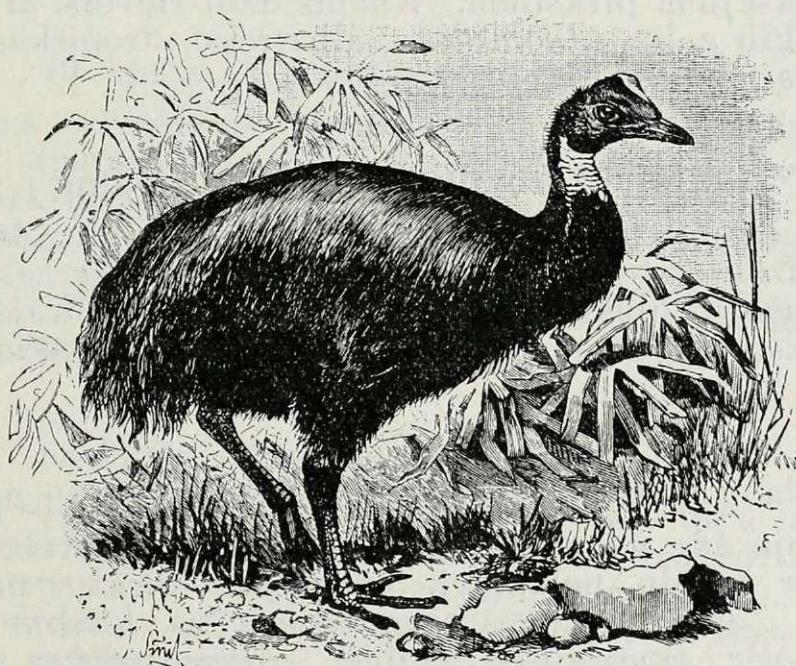
Smagi lidojoši nirēji ar īsām astes spalvām. *Colymbus* (jūras gārgale). *Podiceps* (cekula garlaka), Ziemeļeiropā



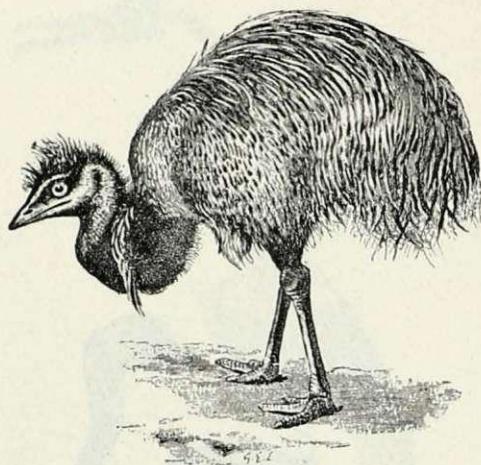
Zīm. 48. *Struthio camelus*, strauss.
(Pēc Evans'a.)



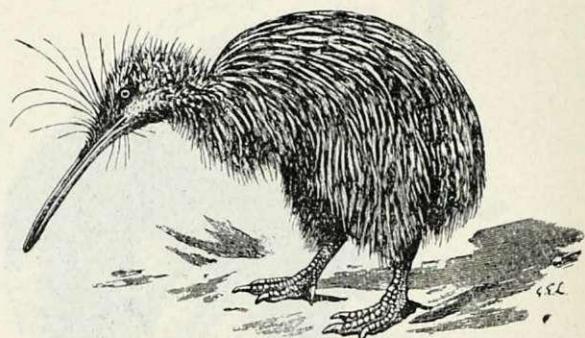
Zīm. 49. *Rhea americana*, nandu.
(Pēc Evans'a.)



Zīm. 50. *Casuarius unappendiculatus*, kazuārs. (No Evans'a.)



Zīm. 51. *Dromaeus novae-hollandiae*, emu. (No Evans'a.)



Zīm. 52. *Apteryx australis*, kivi. (No Evans'a.)

2. kārta: Sphenisciformes. Pingvīni.

Spārni ar zvīņveidīgām spalvām, aiķveidīgi, vienīgi plecu locītavā kustīgi. *Aptenodytes* (milzu pingvīns), *Spheniscus*.

3. kārta: Procellariiformes. Vētras putni.

Putni ar ilgstošu lidotspēju, ar veselu peldplēvi starp trim priekšējiem pirkstiem. Knābis dziļi rievots, ar āķveidīgi izliektu galu. *Diomedea* (albatross), tropiskās jūrās. *Procellaria* (vētras bezdelīga).

4. kārta: Ciconiiformes. Stārkū putni.

Gārņiem līdzīgi bridēju un peldētāju putni. *Ardea cinerea* (dzēse jeb zivju kārnis), *Ciconia alba* (stārkis), *Ibis religiosa* (ibiss), *Sula*, neveikls, ar aiļu kājām (visi četri pirksti savienoti ar peldplēvi). *Phoenicopterus* (flamingo).

5. kārta: Anseriformes (Lamelliostres). Zosu putni.

Knābja āda mīksta, vienīgi tā gals pārragots. Priekšpirksti ar veselu peldplēvi, pakalējais pirksts novietots augstāk. Zobiem līdzīgas raga krokas uz knābja malas. *Cygnus olor* (kuprainais gulbis), *Anas boschas* (meža pīle), *Anser domesticus* (mājas zosis), *Palamedea*, *Chauna*.

6. kārta: **Falconiformes.** Plēsīgie putni.

Dienas plēsīgie putni. Virsknābis āķveidīgi saliekts, garī, liekti nagi. *Aquila* (ērglis), *Haliaetus* (jūras ērglis), *Buteo* (peļu klījāns), *Accipiter* (zvirbuļu vanags), *Astur palumbarius* (vistu vanags), *Falco tinnunculus* (torņu vanags), *Vultur* (cekulainais grīfs), *Gypogeranus serpentarius* (dzērvju lija jeb sekretārs).

7. kārta: **Galliformes.** Skrejvistas.

Četri šķirti pirksti, pie kam pakaļējais pirksts stāv augstāk; nagi īsi, spārni īsi, noapaļoti. *Gallus banciva* (meža vista), *Tetrao urogallus* (mednis), *Pavo cristatus* (pāvs), *Meleagris* (tītars), *Phasianus* (fazāns), *Coturnix* (paipala), *Perdix* (irbe), *Opisthocomus* (cekulainā vista).

8. kārta: **Gruiformes.** Dzērvju putni.

Purvū putni. Īstas guznas nav. *Grus cinerea* (dzērve).

9. kārta: **Charadriiformes.** Tārtiņu putni.

Visi bez izņēmuma labi lidotāji. *Charadrius* (tārtiņš), *Vanellus cristatus* (ķīvīte), *Scolopax* (sloka), *Larus ridibundus* (parasta kaija, ķīris jeb kurliks), *Sterna hirundo* (bezdelīgu zīriņš), *Alca torda* (alks), spārni un aste īsa, knābis sāniski saspieests.

10. kārta: **Cuculiformes.** Dzegužputni.

Kājas izveidotas kāpelēšanai. *Cuculus* (dzeguze), *Psittaci* (papagaili). 2. un 3. pirksts vērsti uz priekšu, 1. un 4. pirksts atpakaļ. Klavīkulas nav savienotas furkulā. Mēle bieza, galīga. Virsknābis ar šķērslocītavas palīdzību kustīgi savienots ar fronta līa, sakarā ar ko tam kāpelējot dota vajadzīgo kustību iespēja. *Psittacus erithacus* (pelēkais papagailis). *Cacatua*.

11. kārta: **Coraciiformes.** Zilās vārnas.

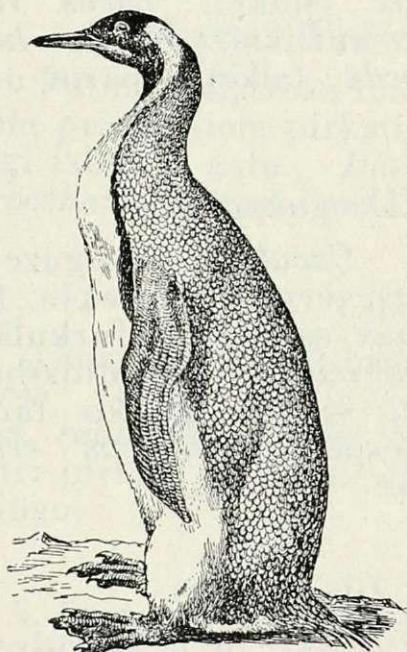
Zem šī nosaukuma saprot anatomiski tuvu stāvošus, īrēji tomēr ļoti atšķirīgus putnus, kuļu mazuļi dzimst akli. Visi ir īsti koku putni. *Coracias* (zilā vārna), *Alcedo* (zivju dzenis), *Rhamphastus* (tukans), *Upupa* (bada dzeguze), *Caprimulgus* (vakara lēlis jeb lēpis), *Cypselus* (torņu bezdelīga), *Trochilus* (kolibri), tēviņa spalvas

krāšņās metala krāsās. *Picus martius* (melnā dzilna). Gaļā, atkārpēm pārklātā mēle izstiepjama tālu ārā.

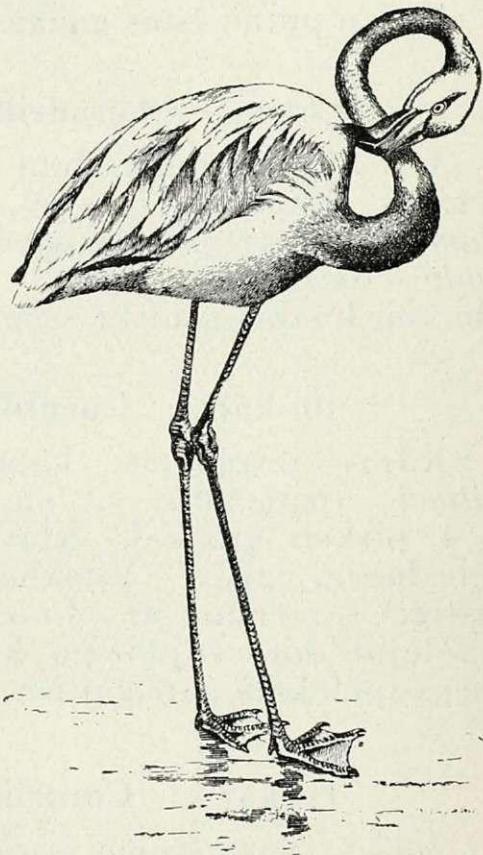
Arī pūces jeb nakts plēsīgie putni, *Striges*, pieskaitāmi Coraciiformes kārtai. Šo dzimtu raksturo mīkstās spalvas, īsais, āķveidīgais knābis, plats pakausis un uz priekšu vērstas acis. *Strix* (plīvurpūce), *Bubo* (ūpis), *Syrnium* (mazā pūce).

12. kārta: Passeriformes. Zvirbuļputni.

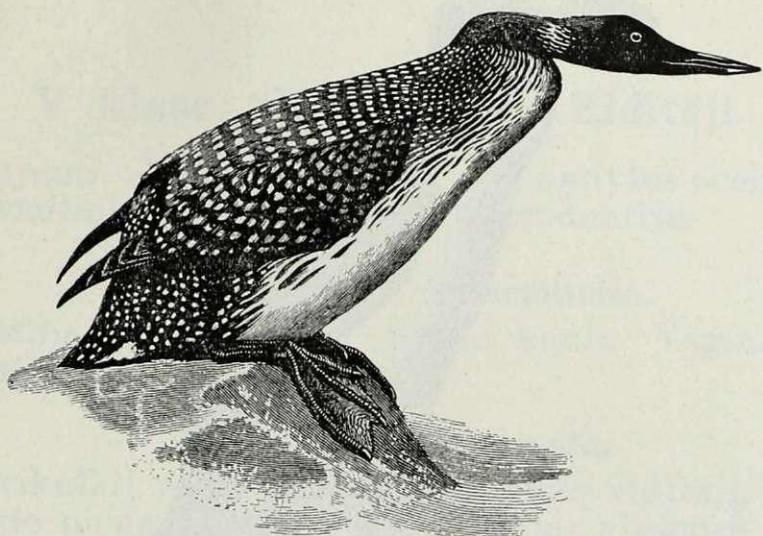
Trīs piektdaļas visu putnu sugu pieder šai kārtai. Knābim nav vaska ādas. Akli dzimstoši putni. *Passer* (zvirbulis), *Corvus frugilegus* (krauķis), *Turdus* (melnais strazds), *Hirundo* (bezdelīga), *Fringilla coelebs* (žubīte), *Sturnus vulgaris* (strazds), *Alauda* (cīrulis), *Menura* (līrastis), Austrālijā.



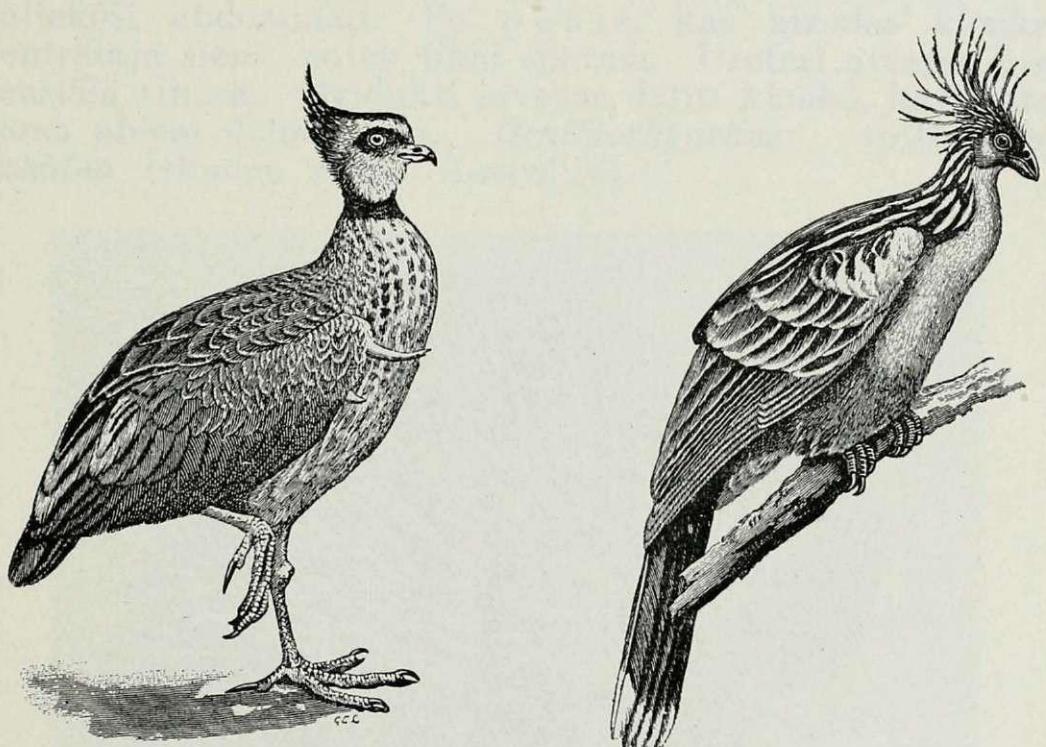
Zīm. 54. Milzu pingvīns, *Aptenodytes patagonica*. (Pēc Leunis-Ludwig'a.)



Zīm. 55. *Phoenicopterus roseus*, flamingo. (No Evans'a.)

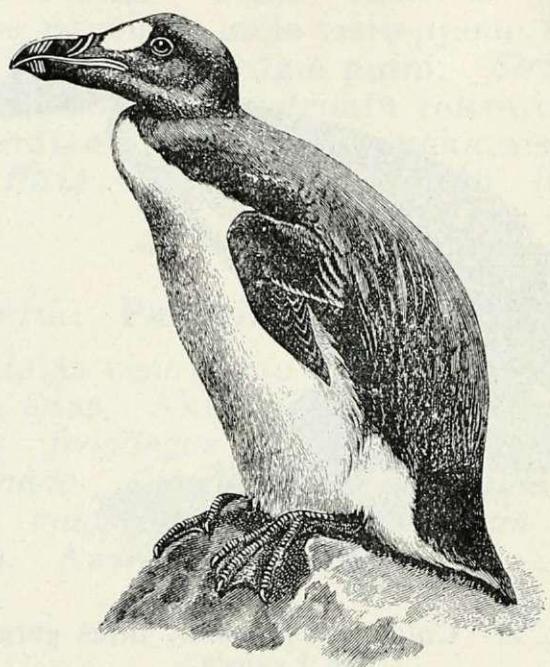


Zīm. 53. *Colymbus glacialis*, jūļas gārgale.
(No Evans'a.)



Zīm. 56. *Chauna cristata* (Anseriformes). No Evans'a.

Zīm. 57. *Opisthocomus cristatus*, cekulainā vista. (No Evans'a.)



Zim. 58. *Alca impennis*, milzu alks.
(Pēc Nancock'a, no Evans'a.)

V klase: Mammalia. Zīdītāji.

Matojums. Piena dziedzeļi. 2 Condylus occipitales. 3 dzirdes kauliņi. Difiodontija. Heterodontija.

1. apakšklase: Aplacentalia.

Attīstība bez placentas. Somas kauli. Vaginae parasti nesaauguši.

1. kārta: Monotremata.

Ungvikulāti, plantigradi, ovo-vivipāri zīdītāji, kuļu cauruļveidīgie piena dziedzeļi atveļas ādas virspusē ne zīdeķļos, bet nošķirtos dziedzeļu laukumos katrā ķermēņa puse. Nepāru inkubātorijs (marsupium) sastopams vai reducēts. Zobu nav, vai arī tie sastopami tikai jaunībā. Galvas kauss ar raga pārkālātu rostrum, agri saplūstošām šuvām. Patstāvīgs korakoids un somas kauls. Lāpstiņa bez spina, 19—20 torako-lumbālo skriemeļu, bez epifizēm. Testes paliekoši abdomināli. Pa penis, kas atrodas kloākas ventrālajā sienā, noteik tikai sperma. Ureteri atveļas ūrogenitālā sinusā. Ovidukti atveļas dalīti kloākā, kas sastopama abiem dzimumiem. *Ornithorhynchus* (pīlknābis), *Echidna* (skudru ezis), Austrālijā.



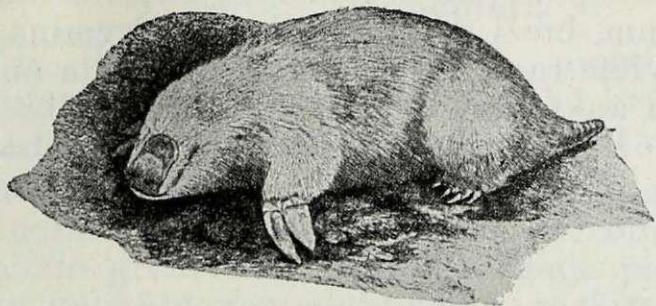
Zīm. 59. *Echidna aculeata*, skudru ezi. (No Guenther'a.)

2. kārta: Marsupalia.

Ungvikulāti, heterodonti vivipari zīdītāji, ar tikai vienu funkcionējošu, piena zobu kopojumu, kurā tiek mainīti tikai P_4 (P_3); tipiski tas sastādās no $3P$ un $4M$. Incisīvu skaits augšā var sniegties līdz 5. Jugale atmuguriskais gals piedalās apakšējā žokļa locītavas virsmas sastādīšanā; viņa processus angularis ir liels, ieliekts uz iekšu. Kaula aukslējas ar caurumiem. Pieaugušu dzīvnieku korakoids ir skapulas apofize. Uz pubisa ir divi somas kauli. Lielo smadzeņu puslodes ar ļoti maz vai pavisam bez rievām, ar lielu ventrālo un dorsālo kommisūru, viena corpus callosum nav. Retīnas šūnas ar krāsotām eļļas lodītēm. Vagina un uterus divkāršs. Descensus testicorum sastopams. Skrotums atrodas penisa priekšā. Ureteri atveras pūslī. Kloāka reducēta. Lielāko tiesu bez placentas. Mazuļi dzimst nepilnīgi iznēsāti, ar kāpura organiem, kas sākumā viņiem palīdz piesaistīties zīdekļiem. Pa lielākai daļai tos aizsargā somas kroka vai arī pilnīgi izveidota soma (marsupium). *Macropus* (ķengurs), *Petrogale* (kalnu ķengurs), *Dasyurus* (somainā cauna), *Thylacinus* (somainais vilks), *Notoryctes* (somainie kurmji), Austrālijā un Tasmanijā; *Didelphys* (opossums jeb somainā žurkā) Amerikā.



Zīm. 60. Ķengurs *Petrogale xanthopus*. (Pēc Vogt'a un Specht'a, no Beddard'a.)



Zīm. 61. *Notoryctes typhlops*, somains kurmis.
(No Beddard'a.)

2. apakšklase: Monodelphia (Placentalia).

Somas un somas kaula nav; parasti nav arī kloākas. Tikai izņēmuma gadījumos maksts uzrāda vēl agrākās duplicitātes pazīmes un arī dzemde (uterus) ir vēl divkārsa. Mazuļi vienmēr attīstās dzemdē un ir ar placentu piesaistīti mātei. Piena dziedzeļi atveras permanentos zīdekļos. Ja testikuļi guļ ekstra-abdomināli, tad tie parasti atrodas postpeniālā skrotumā. Skriemeļu ķermeniem ir epifizes, atlasm vienmēr ventrāls kaula noslēgums. Izaugušais rudimentārais korakoids ir tikai skapulas apofize. Skapulai ir vienmēr crista scapulae. Bez ventrālās un dorsālās kommisūras vienmēr sastopams corpus callosum, kas saista lielo smadzeņu pusložu mantijas daļas. Ja zobu kopojumā, kurā pirmatnējā formula ir $I \frac{1 \cdot 2 \cdot 3}{1 \cdot 2 \cdot 3} C \frac{1}{1} P \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} M \frac{1 \cdot 2 \cdot 3}{1 \cdot 2 \cdot 3}$, nav notikusi kāda sekundārā pārveidošanās, tad augšējo un apakšējo incisīvu skaits ir vienāds. Parasti incisivi, canini un praemolares, izņemot pirmo premolāru, tiek mainīti.

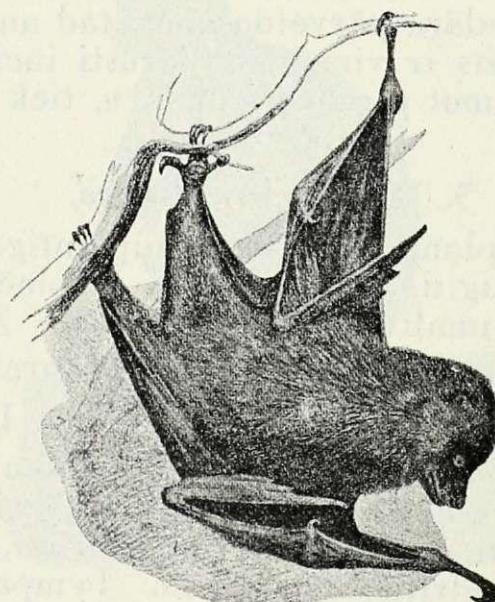
3. kārta: Insectivora.

Ungvikulāti, plantigradi vai semiplantigradi, izņēmuma gadījumos semidigitigradi, gandrīz vienmēr pentadaktili, galvenā kārtā animalivori, mazi zīdītāji. Zobu kopojums difiodonts, heterodonts. Pirmatnējā formula $I \frac{3}{3} C \frac{1}{1} P \frac{4}{4} M \frac{3 - 4}{3 - 4}$. I var būt reducēti, augšā līdz 2, apakšā līdz 1. C vai nu caniniformi vai arī lielāko tiesu līdzīgi P vai I. P un M vienmēr ar asiem emaljas izciļņiem, trikondonti, trigonodonti, trituberkulāri, sektoriāli, ar tieksmi kļūt quinque- vai quadrituberkulāriem. Tympanicum lielāko tiesu gredzenveidīgs, vai nu pilnīgi brīvs, vai ieslēgts entotympanalā bullā, vai nēm dalību bullas izveidošanā. Pollex

un hallux nav oponējami. Puslodes nav rievotas, īsas, atstāj cerebellum, bieži arī corpora quadrigemina, neapsegtu. Uterus ar diviem ragiem. Placenta deciduata un diskoidāla. Lielāko tiesu nakts un sauszemes dzīvnieki, bieži rokas un dzīvo pazemē; atsevišķi dzīvnieki kokos (arborikoli) vai dzīvo ūdenī. *Erinaceus* (ezis), *Talpa* (kurmis), *Sorex* (cirsłitis).

4. kārta: Chiroptera (sikspārņi).

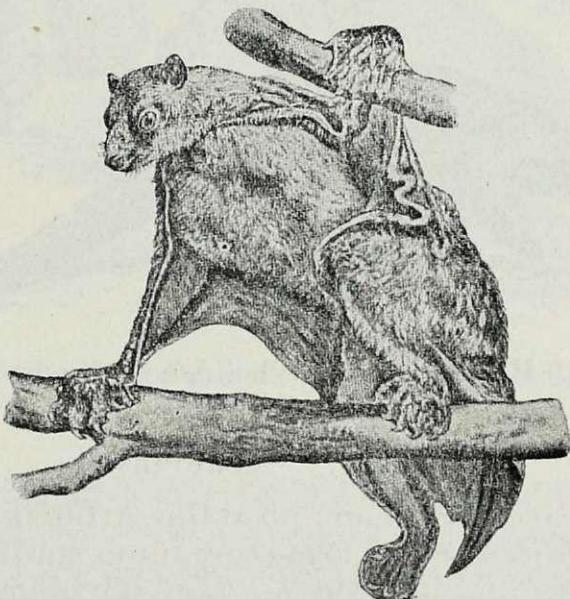
Ungvikulāti, lidojoši, insektivori vai frugivori (augļēdēji) krēslas vai nakts dzīvnieki, kuļu lidplēve, kas iestiepta starp pagarinātiem roku kauliem un pirkstiem, spēlē spārnū lomu. Augstākais pirmam un otram priekšējo ekstrēmitāšu pirkstam, kā arī 5. pakaļējo ekstrēmitāšu pirkstam ir apali nagi. Piemērojoties lidošanai, clavicula un viņas balsta punkti stipri izveidoti; radius, un 4 ulnārie pirksti stipri pagarināti. No ulnas uzglabājies tikai proksimālais un distālais gals. Zobu kopojums difiodonts, heterodonts. Tāpat saknēm apgādātie dzerokļi ir trigonodonti vai atvasināmi no trituberkulārā un sekondontā tipa. Smadzenes gludas vai vāji rievotas. Cerebellum neapsegts. Placenta diskveidīga, deciduāta, ar lielu allartochorionu un rudimentāru dzeltēnuma maisiņu. Lielāko tiesu viens mazulis metienā. Parasti viens krūšu (pektorāls) zīdekļu pāris. *Rhynolophus*, *Vespertilio*, *Pteropus* (lidojošs suns, frugivors, indo-austrāliskais archipels).



Zīm. 62. *Pteropus poliocephalus*, lidsuns. (No Beddard'a.)

5. kārta: Dermoptera.

Augēdēji (herbivori), kāpelētāji, ungvikulāti dzīvnieki, ar izstieptu lidplēvi, kas darbojas kā krītenis; ar heterodontu, difiodontu zobu kopojumu ar $I \frac{2}{3}$ $C \frac{1}{1}$ $P \frac{2}{2}$ $M \frac{3}{3}$, ar divsakņu C. Apaksējie I horizontāli, lāpstveidīgi, ar daudzvirsočainu, ķemmveidīgu kroni. Orbita ar gandrīz pilnīgu orbitālo gredzenu. Ulna un fibula pa daļai reducētas. Roka un kāja pentadaktilas, 5. pirksts stipri pagarināts. Lielo smadzeņu puslodes īsas, vāji rievotas. Coecum liels. Testikuļi paliekoši skrotāli. Uterus duplex. Allantogenā placenta diskoidāla, dzeltēnuma maisiņš ilgi persistējošs. Divi pāri pektorālo zīdeklju. Viens mazulis metienā. *Galeopithecus volans* (lidojošais maki). Aizindijā.



Zīm. 63. *Galeopithecus volans* (Dermoptera).
Pēc Vogt'a un Specht'a.

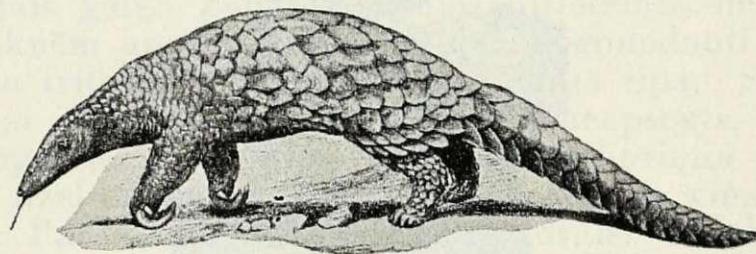
Virskārta: Edentata.

Ungvikulāti, zīdītāji ar sauszemes dzīves veidam pie-mērotām ekstrēmitātēm. Zobiem, ja tādi vispār ir, nav emaljas, kaut gan emaljas organs var būt; zobi lielāko tiesu bez saknēm, parasti monofiodonti kā arī homodonti. No incisivi trūkst vismaz vidējie augšējie. Tā tad še lieta grozās ap daudzkārtīgu regresīvu, bet tik dažādu, zobu kopojuma redukciju un pārveidošanos, ka to nevaram uzska-tīt kā pozitīvu kārtas iezīmi. Tas pats sakāms par citām

organu sistēmām. Ne skelets, ne iekšas, ne placenta, ne ādas segas veids uzrāda iezīmes, kas derētu visu Edentata raksturošanai. 2 kārtas: *Pholidota* un *Xenarthra*.

6. kārta: *Pholidota* (Manidae).

Pholidota ir ungvikulāti, plantigradi, mirmekofili (skudru ēdēji) dzīvnieki, kuļu pret gaismu vērstās ķermeņa daļas pārklātas ar rindās sakārtotām raga zvīņām un ļoti retiem matiem. *Clavicula* nav. *Pentadactila* kāja un roka. Zobu nemaz nav. Mēle gaļa, izstiepjama tālu uz priekšu. Viens pāris plecu reģionā novietotu zīdeķļu. *Uterus bicornis*. *Skrotuma* nav. Definītīvā placenta sastāv no allantochoriona ar difūzām bārkstīm un ir adeciduāta. Iespējams, ka viņas priekštece ir bijusi dzeltēnuma maisiņa placenta, no kuļas dzeltēnuma maisiņš uzglabājas līdz radībām. *Manis*, Austrumindijs un Afrikā.

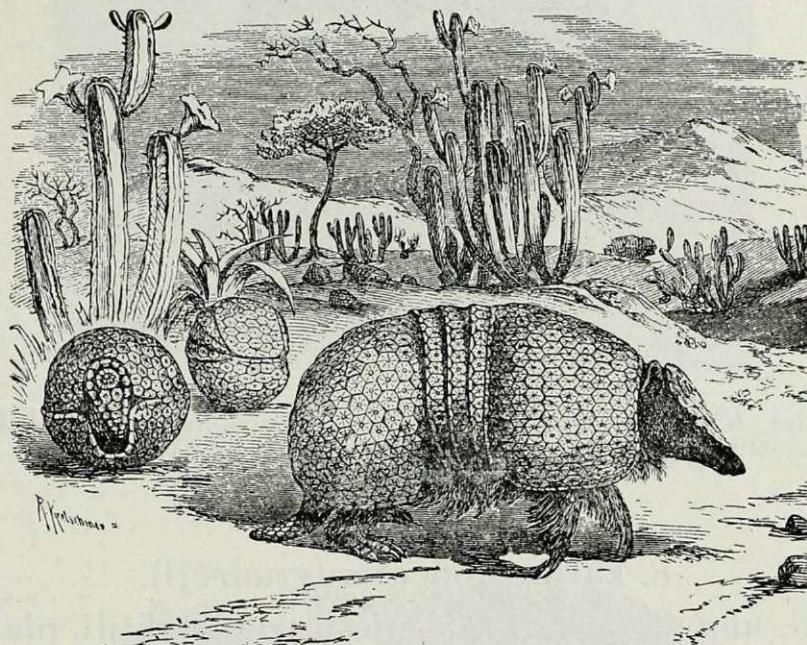


Zīm. 64. *Manis gigantea* (*Pholidota*). No Beddard'a.

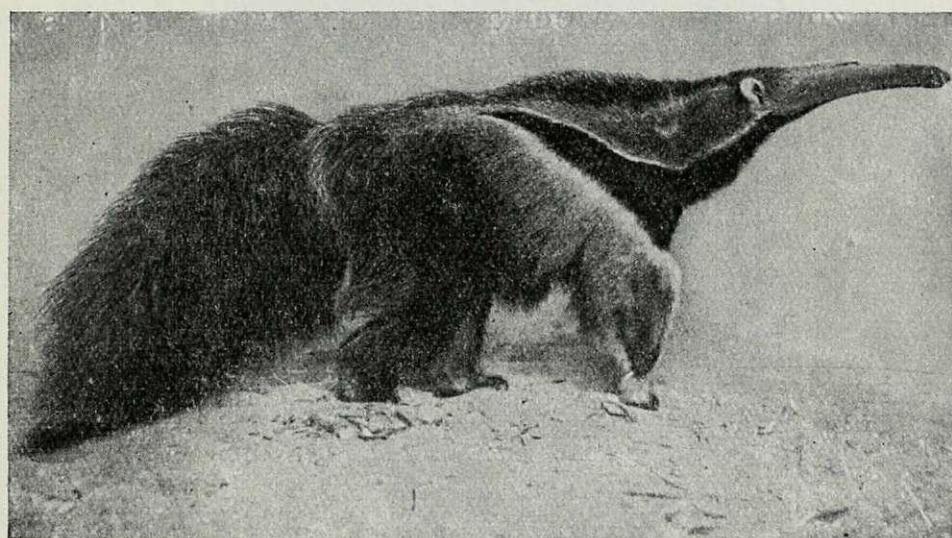
7. kārta: *Xenarthra*.

Xenarthra ir sauszemes, pa daļai arborikoli, pa daļai racēji, insektivori, karnivori, izņēmuma gadījumos filofagi (lapu ēdēji) dzīvnieki. Āda matota, bieži ar raga zvīņām; vienai dzimtai zemāda ar pārkaulojumiem, kas var radīt bruņas. Zīdeķļi novietoti uz krūtīm vai vēdera. Torakālie un lumbālie skriemeļi ar akcesoriskiem locītavu izaugušiem (ksenartrālā locītava). Ungvikulāti; pakaļkāja vienmēr plantigrada, lielāko tiesu pentadactila. Roka plantigrada ar sevišķi izteiktu 3. pirksta attīstību un ar to saistīto citu pirkstu pārveidošanos, retāk arī saaugšanu. Zobu kopojums sākumā difiodonts un heterodonts; sakarā ar redukciju lielāko tiesu monofiodonts un homodonts, vienmēr bez emaljas; retāk tā nav pavisam. Kuņģis vienkāršs vai komplīcēts (Bradypodidae). Smadzenes uz zemas attīstības pakāpes, vāji rievotas, *Uterus simplex*, ārēji nav šķirts no vagīnas. Placenta deciduāta, disk- vai jostveidīga. Lielāko tiesu viens, re-

tāk divi, sevišķos gadījumos, sakarā ar poliembrioniju, 4—12 viendzimuma mazuļi metienā. Amerikā. *Dasypodidae* (brūnneši): *Dasypus*, *Tatusia*; *Myrmecophagidae* (skudru lāči): *Myrmecophaga*; *Bradypodidae* (sliņķi): *Bradypus* (trispirkstainais sliņķis), *Choloepus* (divpirkstainais sliņķis).



Zīm. 65. Bruņesējs *Dasypus tricinctus*. (No Brehm'a.)



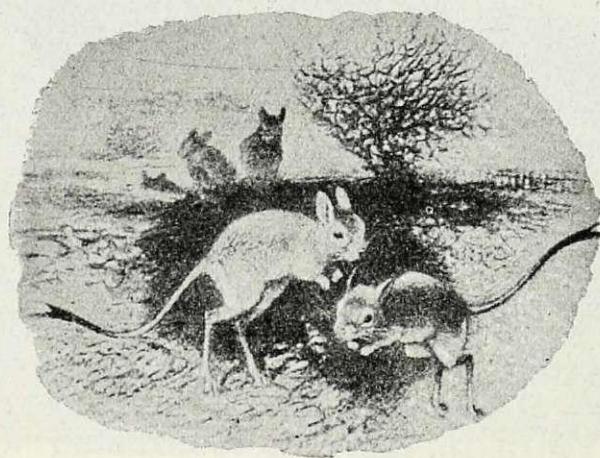
Zīm. 66. *Myrmecophaga jubata*, skudru lācis. (No Guenther'a.)



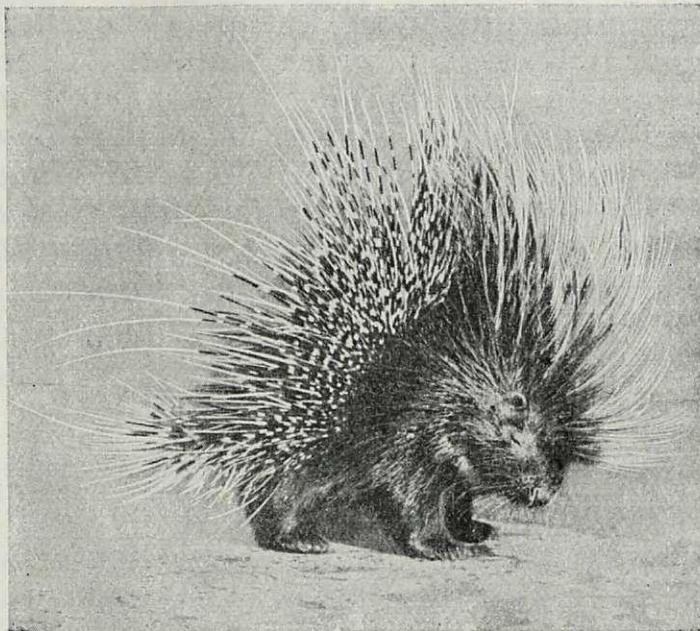
Zīm. 67. *Choloepus didactylus*, divpirkstainais sliņķis.
(Pēc Vogt'a un Specht'a, no Beddard'a.)

8. kārta: Rodentia (grauzēji).

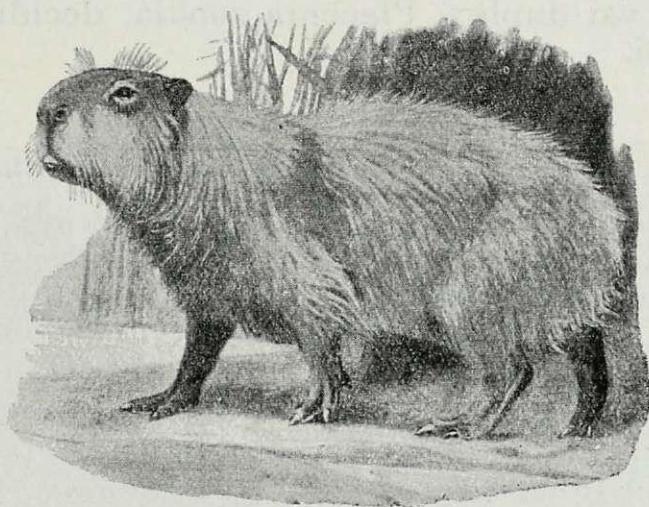
Mazi, ungvikulāti, lielāko tiesu pentadaktili, plantigradi vai semiplantigradi, herbivori dzīvnieki, pirmatnēji ar difiodontu zobu kopojumu, kurā tikai viens pāris incisīvu augšā un apakšā pārveidots puslokveidīgos, no persistentas pulpas augošos un ar savu kaltveidīgo asmeni graušanai piemērotos grauzēju zobos, aiz kuļiem augšā reti sastopams otrs rudi-



Zīm. 68. *Dypus aegyptiacus* (Rodentia).
Pēc Kobelt'a, no Abel'a.



Zīm. 69. *Hystrix cristata*, adatainā cūka, (Rodentia).
(No Guenther'a.)



Zīm. 70. *Hydrochoerus capybara* (Rodentia).
No Beddard'a.

mentārs pāris. Canini nav. Plaša diastēma šķir incisīvus no dzerokļiem, kas sākumā ir brachidonti un bunodonti vai lophodonti, bet var tapt par hipselodontiem un ar emaljas krokām. Condylus mandibulae lielāko tiesu izstiepts, tādējādi dod iespēju izdarīt anteroposterioras slīdošas kustības tāpat pagarinātā, rievotā locītavas ieliekumā. Tympanicum veido

bulla ossea; Clavicula bieži stipri reducēta. Smadzenes lielāko tiesu ar gludām puslodēm, kas atstāj cerebellum neapsegtu. Mēlei ir lielākais 3 papillae vallatae. Uterus duplex. Placenta diskoidāla, deciduāta. Apakšķarta *Duplicidentata* (virsžoklī aiz I otrs mazāks pāris): *Lagomys*, *Lepus timidus* (zaķis), *L. cuniculus* (trusis). Apakšķarta *Simplicidentata* (augšā tikai divi I): *Mus* (peles, žurkas), *Castor* (bebris), *Sciurus* (vāvere), *Cavia* (jūras cūciņa), *Muscardinus* (lazdu pele), *Myoxus* (miegainā žurka), *Dipus*, *Hystrix*.

9. kārta: Carnivora (plēsēji).

Ungvikulāti, lielāko tiesu karnivori dzīvnieki. Zobu ko-
pojums heterodonts, difiodonts, ar pirmatnēji $\frac{3. \ 1. \ 4. \ 3.}{3. \ 1. \ 4. \ 3.}$
sakņu zobiem, kas sākumā ir tuberkulo-sektoriāli, kvadri-
tuberkulāri vai multituberkulāri. Clavicula rudimentāra
vai arī tās nemaz nav. Pollex un hallux nekad nav oponējami. Apakšējā žokļa locītava vienīgi ar vertikālu
lenķa kustību. Apakšējā žokļa processus angularis nav ie-
liekts. Pilnīgi attīstītas augšlējas. Puslodes labi attīstītas,
ar 3—4 koncentriskām loka rievām ap fissura sylvii. Ute-
rus bicornis vai duplex. Placenta zonāla, deciduāta. Zīdeklī
abdomināli.

1. apakšķartas: Carnivora fissipedia.

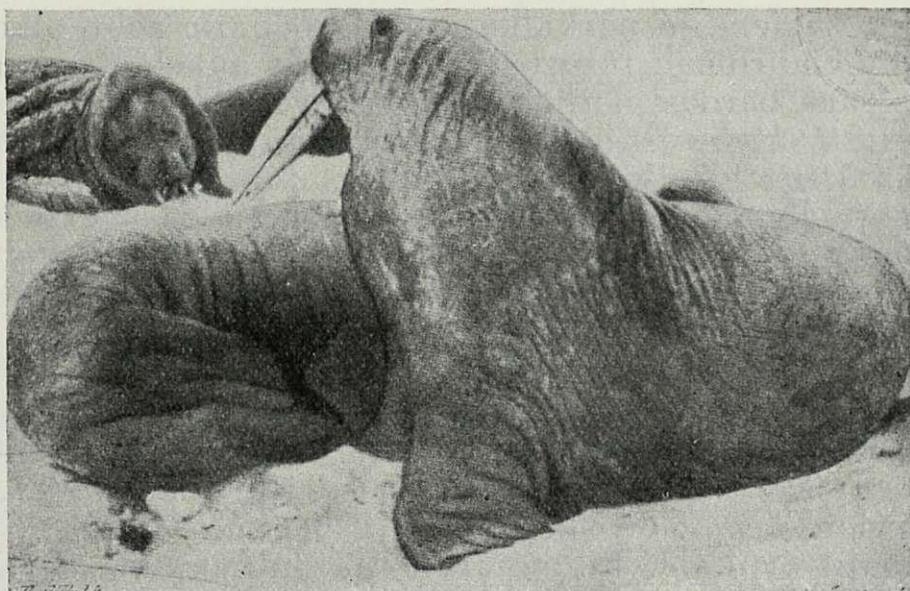
Ungvikulāti, plantigradi, semiplantigradi vai digitigradi, lielāko tiesu karnivori, retāk omnivori vai frugivori zīdītāji ar heterodontu, difiodontu zobu kopoju mu ar sakņu zobiem. I_3^3 , tikai izņēmuma gadījumos I_2^3 ; C_1^1 kaniniformi, gaři un spēcīgi; dzerokļi tuberkulo-sektoriāli, kvadrituberkulāri vai multituberkulāri, asām virsotnēm, retāk ar truliem izciļņiem; lielāko tiesu mazāk par $\frac{7}{7}$ ($P_4^4 \ M_3^3$), izņēmuma gadījumos $\frac{7}{8}—\frac{8}{8}$. P_4^4 un M_7^7 lielāko tiesu ievērojami lieli un ar asu kroni (plēsoņu zobs). Bulla tympani pārkau-
lota. Puscilindriskais apakšējā žokļa condylus artikulē dziļā, šķērsām ejošā locītavas dobumā. Clavicula rudimentāra vai tās nemaz nav. Rokai un kājai augstākais trūkst pollex un hallux, kas nekad nav oponējami. Mazuļi piedzimst ne-
pilnīgi iznēsāti.

Canidae: *Canis* (mājas suns, vilks, šakāls), *Vulpes* (lap-
sa). *Ursidae*: *Ursus* (lācis). *Mustelidae*: *Mustela* (cauna),
Foetorius (sesks, sermulis jeb žebris), *Lutra* (ūdris), *Meles*
(āpsis), *Viverridae*, Afrikā un Āzijā; *Viverra*, *Mungos*. *Hyae-*

nidae: *Hyaena*. *Felidae*: *Felis* (mājas kaķis, lauva, tīgeris, leopards), *Lynx* (lūsis), *Cynailurus* (medību leopards, ge-pards).

2. apakškārta: **Carnivora pinnipedia** (aiķāji).

Akvatili, karnivori ar spurveidīgām, piecpirkstainām ekstrēmitātēm ar peldplēvēm un lielāko tiesu rudimentāriem nagiem. Pakaļējo ekstrēmitāšu 1. un 5. pirksts vienāda gaļuma vai gaļāki un spēcīgāki par pārējiem. Galvas kauss saplacināts, ar īsu sejas daļu un interorbitālu iežmaugu. Lacrymale nav. Uzpūsta, biezām sienām vai plakana, plānām sie-nām bulla ossea rodas no endotympanicum un tympanicum; pēdējais veido kaula ārējo dzirdes kanāli. Clavicula nav. Aste īsa vai rudimentāra. I, vismaz apakšējā žoklī, reducēti; dzerokļi vienāda izskata, reti konusveidīgi, lielāko tiesu sā-niski saspiesti, ar asām galvenām un blakus virsotnēm; lie-lāko tiesu P_{1-4}^{1-4} un M_1^1 . Piena zobu kopojums reducēts. Nie-ri lēvaroti. Uterus bicornis. Placenta zonāla un deciduāta. Mazuļi dzimst pilnīgi iznēsāti. *Phoca* (ronis), *Trichechus* (valzirgs).



Zīm. 71. *Trichechus (Odobaenus) rosmarus*, valzirgs.
(No Nansen'a.)

10. kārta: **Cetacea** (vali jeb valzivis).

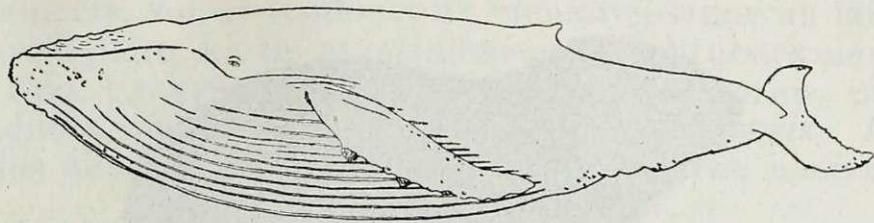
Akvatili dzīvnieki ar cilindrisku ķermēnu formu; viņu aste nobeidzas transversālā spurā, kas, līdzīgi bieži sastopamai muguras spurai, sastāv tikai no saistaudiem un taukiem. Izņemot konjunktīvālos un piena dziedzeļus, kas katrā puse atveļas vienā ingvinālā zīdeklī, nav neviens ādas dziedzeļa. Matojums izzudis līdz lielāko tiesu retām matu atliekām pie galvas. Četr-, lielāko tiesu piecpirkstu priekšējām ekstrēmitātēm, kuļām nav nagu un kuļas dažreiz ir hiperfanganas, ārēji ir spuru forma. Tās, izņemot plecu joslu, kuļai nav klavikulas, ir zaudējušas savus locītavu savienojumus. Pakaļējās ekstrēmitātes sastopam tikai embrionāli, to apslēptās atliekas savienojas ar rudimentāro gurnu joslu. Galvas kauss ar knābjveidīgu maxillare un intermaxillare pagarinājumu. Ārējās deguna atveras virzītas pauļa virzienā. Mandibula bez augšup vērstā zara, tā ka locītavas izaugums gandrīz vai pilnīgi atrodas apakšējā žokļa plāksmā. Skrīmelī nav savienoti ar locītavu palīdzību. Funkcionējošu zobi vai nu gandrīz nemaz nav, vai redzam tikai vienu zobi generāciju, kuļai ir daudz vai arī atsevišķi homodonti zobi. Kuņģis sastāv no dažādiem nodalījumiem. Descensus testiculorum nepilnīgs, tā ka testikuļi paliek intraabdomināli. Uterus bicornis. Placenta adeciduāta un difūza.

I apakškārta: **Mystacoceti** (bārdainie vali).

Bez zobiem, jo pārkaļkotie, heterodontie zobi aizmetņi tiek jau embrionāli rezorbēti. Ap kaula aukslējām guļ divi rindas raga bārdas plātnu. Divas spraugveidīgas deguna atveras („šķērsvīces”). Mandibulae tikai ligāmentozi, ne simfīzēm saistīti. Nasalia labi izveidoti, jumta veidā pārklāj malu ārējām kaula deguna atverām, kas ved šķērsu ejošā deguna kanālī. Šis nodalījums aptveļ lielākos valus, kas zivju kaula un trāna dēļ tiek medīti jau 3 gadu simteņus. *Balaena*, *Balaenoptera*, *Megaptera*.

II apakškārta: **Odontoceti** (zobainie vali).

Vai nu daudz homodontu, izņēmuma gadījumos heterodontu zobi, vai arī izlaužas tikai atsevišķi zobi. Nav bārdas. Tikai viena asimmetriski novietota deguna atverā; deguna kanāli vertikāli. Ethmoturbinalia rudimentāras. Mandibula sāniski saspista, taisna, viņas locītavas paugurs vērsti iepakaļus. Vismaz atsevišķas ribas artikulē ar capitulum un tuberculum palīdzību. *Platanista* (Austrumindijas upēs), *Physeter* (kašelots), *Monodon* (narvals). *Delphinidae*: *Phocaena*, *Delphinus* (delfīns).



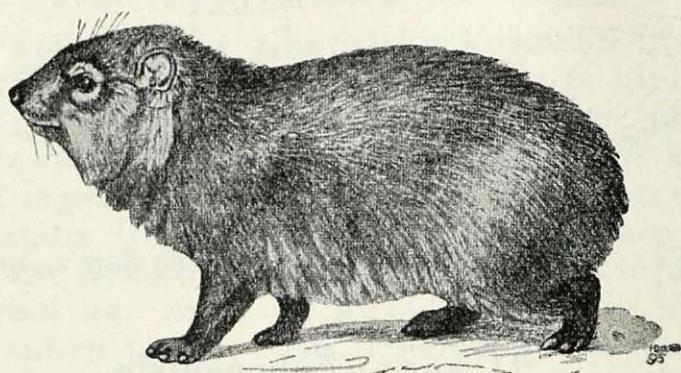
Zīm. 72. Valzivs *Megaptera boops*. (Pēc Sars'a, no Abel'a.)

11. kārta: Subungulata.

Primāri plantigradi augu ēdēji, kas lielāko tiesu sasniedzusi ievērojamu ķermeņa lielumu, ar attiecīgi augstām stabveidīgām ekstrēmitātēm. Ulna pārsvarā par radius un beidzot digitigradās vai mazākais demidigitigradās ekstrēmitātes pārveidojas „stampas kājās“. Nekad nav clavicula. Carpus un tarsus sakārtoti serijās vai pavājinātā alternācijā. Priekšējo incisīvu pārim palielinoties, primāri izstieptais, zemais galvas kauss savā purna daļā un deguna atveru stāvoklī uzkrītoši pārveidojas, kas var novest līdz ilkņu izveidošanai un pārējo I un C reducēšanai. Kāju un roku pentadaktilija reducējas tikai izņēmuma gadījumos pirmajai uz četri, otrai uz trīs pirksti. Ar 3. pirksta pārsvaru tie ir mesaksoni. Nagu ietērps vairāk vai mazāk pusmēnesveidīgi izliektu nagu veidā, kas apsedz no augšas nagu falangas.

1. apakškārta: Hyracoidea.

Hyracoidea ir mazi, primitīvi, plantigradi kāpelētāji herbivori ungulāti. Rokai 4 izveidoti pirksti, kājai 3 vidējie pirksti; viņu gala falangas apkālāj tikai no augšas plakans nags. Ekstrēmitāšu ass iet caur 3. pirkstu. Zobu kopojums heterodonts, difiodonts, ar permanenti augošu trijstūrainu virsējo priekszobu. Viņa formula: $\frac{I_{1-3} \cdot C \cdot P_{1-4} \cdot M_{1-3}}{I_{1-3} \cdot C \cdot P_{1-4} \cdot M_{1-3}}$ ir pilnīga vēl recento sugu piena zobu ģenerācija, bet paliekošā zobu ģenerācijā priekšējā daļa reducējas līdz $\frac{I_{1-2} \cdot (Cd) P_{1-4} \cdot M_{1-3}}{I_{1-2} \cdot P_{1-4} \cdot M_{1-3}}$; dzerokļi buno-lofo-selenodonti. Tuba eustachii ar gaisa maisu. Uterus bicornis. Placenta difūza vai zonāla, bet pavisam patstāvīgas, nepareizas struktūras. *Hyrax* (=*Procavia*), Mazāzija, Afrika.



Zīm. 73. *Hyrax capensis* (Subungulata).
No Beddard'a.

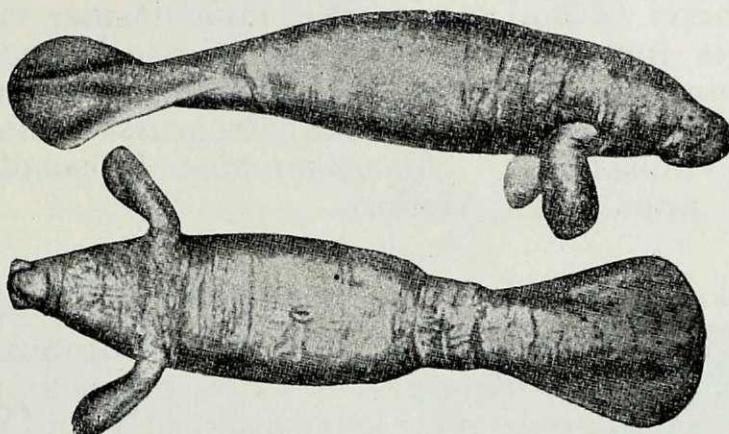
2. apakškārta: Proboscidea (snuķainie jeb ziloņi).

Vāju matojumu, augstām kājām herbivori ungulāti, ar īsu kaklu; deguns un virslūpa izveidojusi gaļu, kustīgu snuķi. Digitigradām ekstrēmitātēm ir pieci stampas kājā savienoti pirksti ar maziem nagiem; carpalia ar attiecīgiem tarsalia ir galvenā kārtā sakārtoti serijās. Tibia un fibula, ulna un radius ir pilnīgi un nesaplūduši. Clavicula trūkst. Zobu kopojumā ($I \frac{1}{0} C \frac{0}{0} B \frac{2 \cdot 3 \cdot 4}{2 \cdot 3 \cdot 4} M \frac{1 \cdot 2 \cdot 3}{1 \cdot 2 \cdot 3}$) augšējie I tiek mainīti; paliekoshi I ir permanenti augoši, koniski, un to emaljas virsotne tiek ātri noberzta. No sešiem dzerokļiem katrā žokļa pusē trīs priekšējie ir piena molāri. Reizē tiek lietāti tikai divi. Pēc nolietāšanās aizvietošana notiek no pakaļējās pušes. Dzerokļi ir ļoti lieli un sastāv no augstām, ar emalju pārklātām dentīna strēmelēm, starp kuļām nogulsnējas cements. Uterus bicornis; placenta jostasveidīga (zonaria) un deciduāta, ar adeciduātiem, difūziem piestiprinājumiem pie chorionā poliem. Viens krūšu zīdeķļu pāris. *Elephas africanus*, *E. maximus (indicus)*.

3. apakškārta: Sirenia (jūras govis, sirēnes).

Lieli, neveikli, cilindriskas formas herbivori zīdītāji. Sakarā ar dzīvi tikai ūdenī, matojums ir reducējies līdz izklaidus stāvošiem matiem, kas uz purna pārveidojušies saros (sinus matos). Priekšējās ekstrēmitātes spurveidīgas, ar uzglabājušos locītspēju elkoņa locītavā un aprobežotu locītspēju rokas locītavā un distālās locītavās. Pakaļējās ekstrēmitātes, izņemot blodas un reizēm arī fēmura rudimentu, izzudušas. Astei horizontāla spura. Klavīkulas nav. Zobu kopojums difiodonts; priekšējie zobi reducēti; molāru skaits vai

nu reducēts, vai ar tendenci uz vienkāršošanos un izkrišanu ar norādījumu, ka tie atvasināmi no sekstituberkulāra, divloku tipa. Uz krūtīm divi zidekļi; uterus bicornis; placenta adeciduāta, jostasveidīga. *Manatus senegalensis*, *Halicore* (Indijas ūkeans), *Rhytina* (Stellera jūras govs, izmirusi).



Zīm. 74. *Manatus latirostris*, jūras govs.
(Pēc Murie, no Abel'a.)

12. kārta: Artiodactyla (Paraxonia, pārnadži).

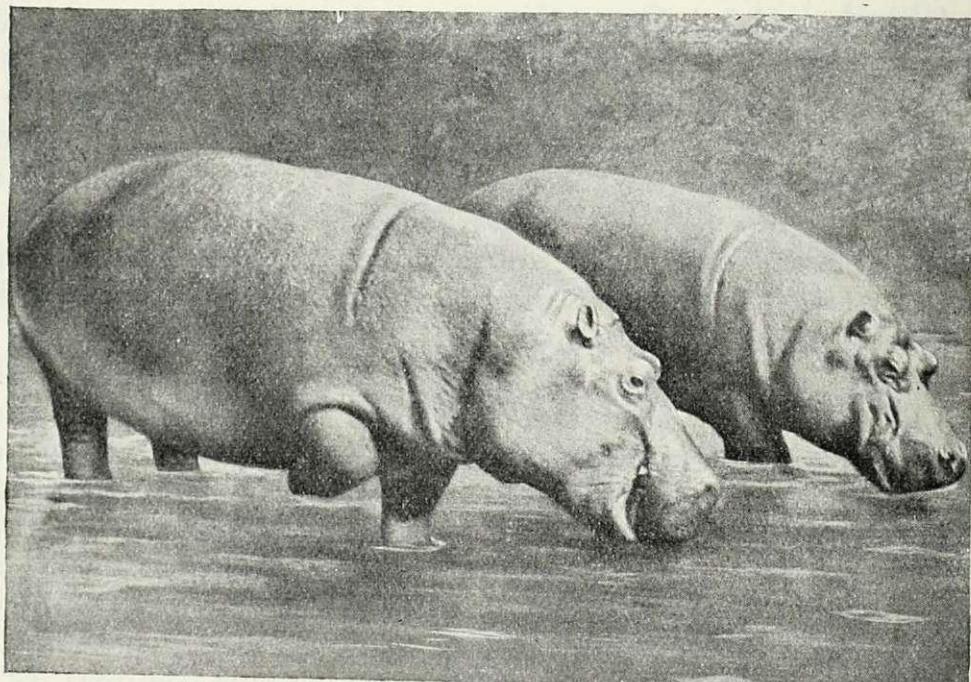
Artiodactyla ir pārnadžu ungulāti, tam ekstrēmitāšu ass iet caur III un IV pirkstu (paraksoni). Uz tiem atbalstās ķermeņa svars, tādēļ viņi ir stiprāki nekā laterālie II un V, kas lielāko tiesu ir reducēti, reizēm līdz pilnīgai izzušanai. Karpālie kauli alternējoši (diplartrāli). Calcaneus artikulē ar fibulu vai tās distālo atlieku. Talusam ir proksimālas un proksimālas un distālas locītavas loma, tā konveksās locītavu virsmas artikulē gandrīz vienādos daudzumos ar naviculare un cuboid. 19 torako-lumbālo skriemelu. Augšējiem I un C tieksme uz izzušanu, tāpat P. Apakšējais C paliek, bet kļūst lielāko tiesu incisiviforms. Dzerokļi bunodonti (neobunodonti) vai selenodonti, pēdējais apakšējais piena un definītivo zobu ģenerācijā lielāko tiesu trīslēverains, kamēr citi ir divlēveraini. Kuņģis vienkāršs vai kompliecēts. Divi vai vairāk ingvināli, tikai izņēmuma gadījumos abdomināli zīdekļi. Testikuļi parasti skrotāli. Placenta difūza vai polikotiledona.

1. apakškārta: **Nonruminantia** (Neobunodontia, neatgremotāji).

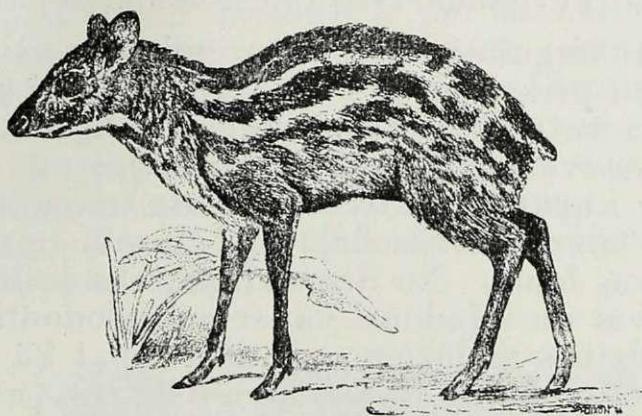
Neveikli, īsām kājām dzīvnieki. Āda galvenām kārtām klāta sariem, kas var būt ārkārtīgi reti. Zīdeklī ingvināli vai abdomināli. Izstiepts galvas kauss. Kakla skriemeļi nav vai tikai mazliet (*Hippopotamus*) opistocēli. Īsajās četrpirkstu ekstrēmitātēs ulna un fibula pilnīgi izveidotī. Metacarpi un metatarsi brīvi. Canini ir vienmēr; tāpat vismaz viens, lielāko tiesu trīs incisīvi. Dzeroklī veidoti pēc bunodontā tipa. Kuņģis vienmēr bez rīkles rievas un bez atgremošanas spējas. Placenta difūza. *Suidae*: *Sus* (cūka), *Babyrussa* (Celebes), *Phacochoerus* (Vidusafrīka). *Hippopotamidae*: *Hippopotamus* (begemots jeb upes zirgs, Afrika).

2. apakškārta: **Ruminantia** (Selenodontia, atgremotāji).

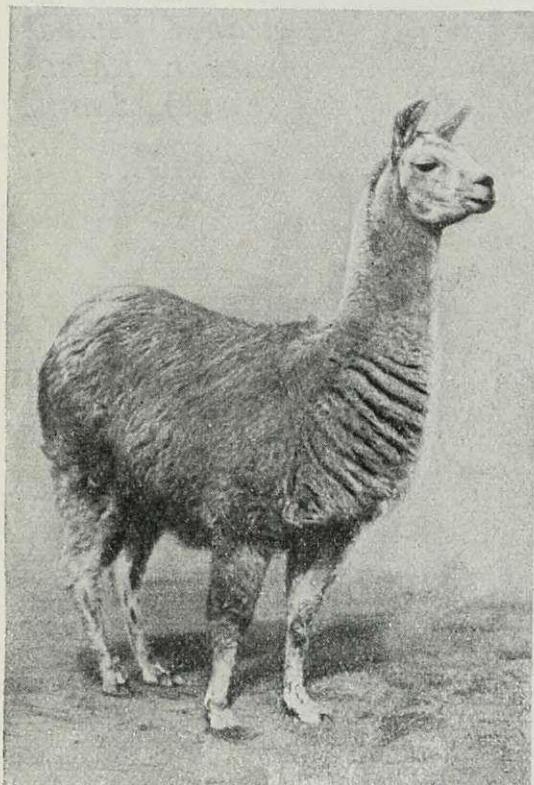
Slaiku ķermenī dzīvnieki, ar biezu matojumu. Lielākā vai mazākā mērā izstieptā galvas kausā orbita ir pakaļpusē noslēgta ar kaula gredzenu. Ekstrēmitātēs III un IV metapodijs saplūst dažādās pakāpēs par lielgabala kaulu. Selenodonts zobu tips, kas deva iemeslu nosaukt šo apakškārtru par Selenodontia. Recentām formām tālāk redzam komplikētu kuņģi ar rīkles rieuvi, kas dara iespējamu atgremošanu. Placenta ir retāki difūza, lielāko tiesu polikotiledona. *Cavicornia*.



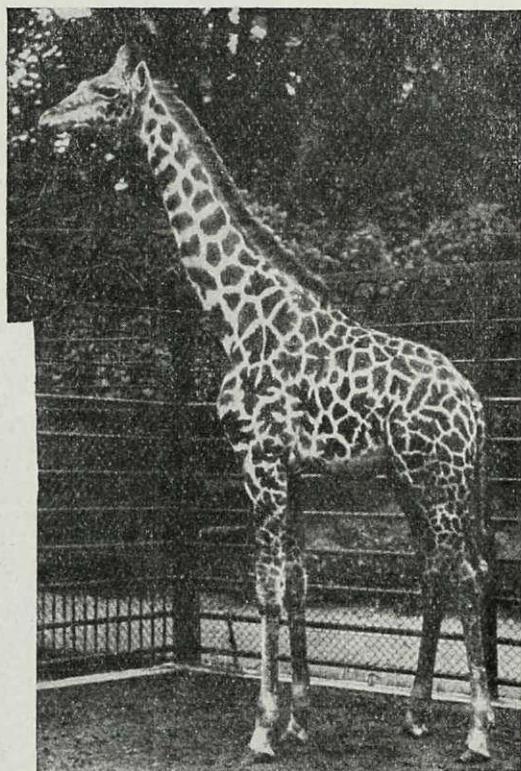
Zīm. 75. *Hippopotamus amphibius*, begemots jeb nīlzirgs.
(No Guenther'a.)



Zīm. 76. Pundurbriedis *Tragulus memmina*.
(Pēc Beddard'a.)



Zīm. 77. *Auchenia lama*, lāma.
(No Guenther'a.)

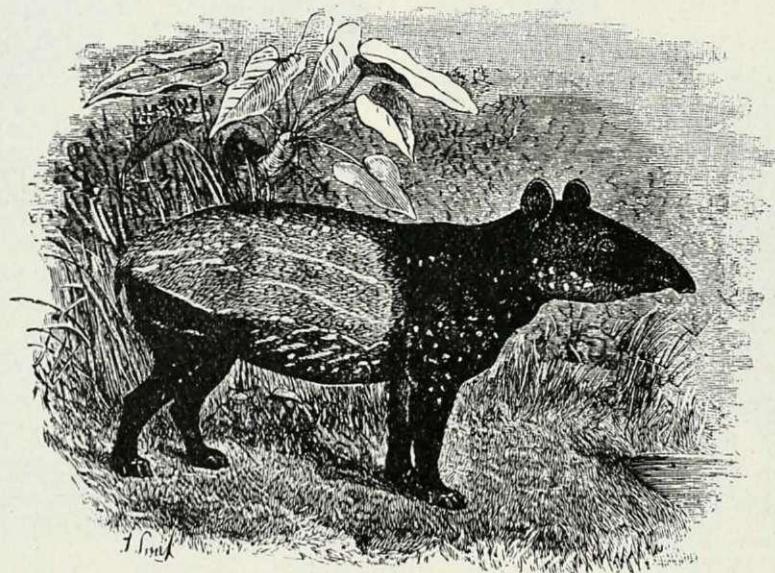


Zīm. 78. *Camelopardalis giraffa*.
(No «Schweiz. Illustr. Zeitung».)

nia (dobjradži: *Bison*, *Bos* (meža vērsis, sumbrs), *Ovis* (aita), *Capra* (kaza), *Antilocapra*; *Cervicornia* (kaulradži jeb brieži): *Cervus* (briedis), *Alces* (alnis), *Capreolus* (stirna), *Rangifer* (ziemeļbriedis), *Moschus*. *Traguloidea*: *Tragulus*. *Tylopoda*: *Camelus* (kamieļi), *Auchenia lama*. *Giraffidae*: *Camelopardalis* (žirafe).

13. kārta: Perissodactyla (Mesaxonia, nepārnadži).

Herbivori ungulāti, kuļu ekstrēmitātes, vismaz pakaļējās, ar nepāru pirkstiem (3 vai 1). Pirmatnējā digitigradija tiek pieturēta vai dod vietu pilnīgi unguļigradijai. Sakarā ar to ķermeņa svars atbalstās tikai vai galvenā kārtā uz III pirksta, caur kuļu iet ekstrēmitāšu ass (mesaxonia), kas to sadala divās simmetriskās daļās. Talusam ir tikai proksimālas locītavas loma. No dzerokļiem, kas sastāda noslēgtu rindu un ir vai nu lofodonti vai selenolofodonti, pakaļējie premolāri līdzinās molāriem, un tiem tāpat kā pēdējiem ir kvadrāta forma. Plata diastēma atdala tos no canini un kaltveidīgiem vai konusveidīgiem incisivi, kas var būt nestipri. Kuņģis vienkāršs, žults pūšla nav. Eustachija tubai ir mediāls paplašinājums. Testikuļi guļ ingvināli, reizēm skrotāli. Divragu dzemdē attīstās tikai viens mazulis ar difūzu placentu. Divi ingvināli zīdeklī. *Tapiridae*: *Tapirus americanus*, *T. indicus*. *Rhinocerotidae* (degunradži): *Rhinoceros*, *Diceros*. *Equidae* (zirgveidīgie): *Equus* (zirgs), *Asinus* (ēzelis), *Hippotigris* (zebra).

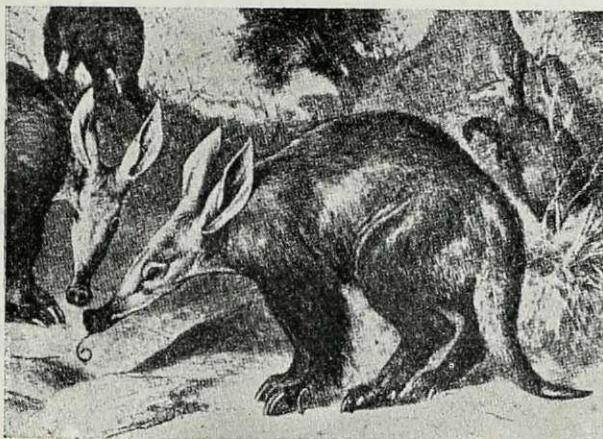


Zīm. 79. *Tapirus indicus*. (No Beddard'a.)

14. kārta: Tubulidentata (= Oryctopodidae).

Ungulāti, semiplantigradi, vāji matoti, insektivori nakts dzīvnieki. Viņu zobu kopojums ir bez emaljas, difiodonts un heterodonts; piena zobu ģenerācija pilnīga, definītivo zobu kopojums stipri reducēts, pie kam izlaužas cauri ti-

kai premolāri un molāri. No pirmajiem priekšējie ir iznīkstoši, tikai 4 līdz 5 dzerokļi ir permanenti, ar paliekošu augumu un vienīgo reizi pie zīdītājiem sastopamo cauruļveidīgo struktūru. Galvas kauss stiepts; deniņu loks labi izveidots, pārklāj orbito-temporālo iedobumu. Ir clavicula. Pollex nav. Kāja pentadaktila. Puslodes maz rievotas, atstāj cerebellum neapsegtu. Uterus duplex. Placenta zonāla, adeciduāta (?). Zīdeklī abdomināli un ingvināli. *Orycteropus* (Dienvidafrika).



Zīm. 80. *Orycteropus capensis* (Tubulidentata).
(No Brehm'a.)

15. kārta: Primates (pērtiķveidīgie).

Plantigradi, lielāko tiesu arborikoli, pentadaktili dzīvnieki, kuru nagu falangas lielāko tiesu (un katrā ziņā vienmēr pie hallux) nes plakanus nagus (ungulæ), kas retāk uz atsevišķiem vai vairākiem pirkstiem pārveidotī par šķietamiem apaļiem nagiem. Zobu kopojums I, C, P, M, kam vienmēr ir pilnīga zobu maiņa, priekšējā daļā var piedzīvot pārmaiņu un redukciju. Molāri ir tri-, kvadri- vai kvinkvetuberkulāri, apakšējie arī tuberkulosektoriāli. Orbita vairāk vai mazāk izvirzīta uz priekšu, ar orbitālo gredzenu vai vēl vairāk atdalīta no temporālā iedobuma. Clavicula vienmēr sastopama. Pollex un hallux oponējami vai vismaz izstiepjami. Coecum ir. Fitofagi, omnivori, retāk insektivori. Uterus bicornis vai simplex; placenta difūza un adeciduāta vai diskoidāla un deciduāta. Augstākais 4 uz krūtīm stāvoši, retāk abdomināli vai pat ingvināli zīdeklī. 1. nodaļa: *Prosimiae* (puspērtiķi): 1. apakškārta *Lemuroidea*, 2. apakškārta *Tarsioidea*; 2. nodaļa *Simiae* jeb *Anthropoidea* (īstie pērtiķi).

I nodaļa: **Prosimiae** (puspērtīki).

I apakškārta: **Lemuroidea**.

Kokos dzīvojuši krēslas un nakts dzīvnieki, ar insektivoru, frugivoru vai omnivoru barības veidu, biezu matojumu un lielāko tiesu gaļu asti. Lielāko tiesu viens pāris pektorālu zīdekļu, bieži tiem blakus viens pāris abdominālu, izņēmuma gadījumos tikai viens pāris ingvinālu. Pollex un hallux izstiepjami, ja ne oponējami; pēdējais vienmēr ar plakanu nagu; 2. kājas pirkstam vienmēr apalš nags; visumā tomēr nagi ir plakani; 2. rokas pirksts mazs, reizēm rudimentārs. Frontale un jugale veido orbitalo gredzenu, kas orbitu plaši saista ar temporālo dobumu. Interparietale bieži sastopams. Apakšzokļa putas lielāko tiesu nav saplūdušas. Mazās smadzenes ir tikai nepilnīgi pārklātas ar lielo smadzeņu puslodēm, kas vidēji lielām un liešām formām ir rievotas pēc pērtīku tipa. Zobu kopojums difiodonts, recentiem I, C, P, M. Testikuļi skrotāli. Penis ar penis kaulu. Uterus bicornis. Placenta difūza un adeciduāta. *Lemur* un *Propithecus* (Madagaskars), *Galago* (Afrika), *Loris* un *Nycticebus* (Austrumindija).

II apakškārta: **Tarsioidea**.

Kokos dzīvojoši nakts dzīvnieki ar stipri noapaļotu galvu, īsu purnu, enormi lielām acīm un gaļu, distāli stipri matotu asti. Divi ingvināli un divi pektorāli zīdekļi. Kāja un roka ar diskveidīgi paplašinātiem gala falangu pirkstu spilventiņiem un plakaniem nagiem; tikai 2. un 3. kājas pirksti ar apaļiem nagiem. Pollex un hallux izstiepjami. Zobu kopojums: I, C, P, M. I ļoti lieli. Orbita ar alifenoīda piepalīdzību šķirta no temporālā iedobuma. Smadzenes bez rievām, cerebellum neapklāts. Mikrosmatiskas. Deguna atveras matiem pārklātā virslūpā. Tibia un fibula distāli saplūdušas. Tarzusā calcaneus un naviculare stabiņveidīgi pagarināti. Nav os penis. Placenta diskoidāla, deciduāta. *Tarsius* (maki, Borneo un Celebes).

II nodaļa (3. apakškārta): **Anthropoidea** (= **Simiae**, īstie pērtīki).

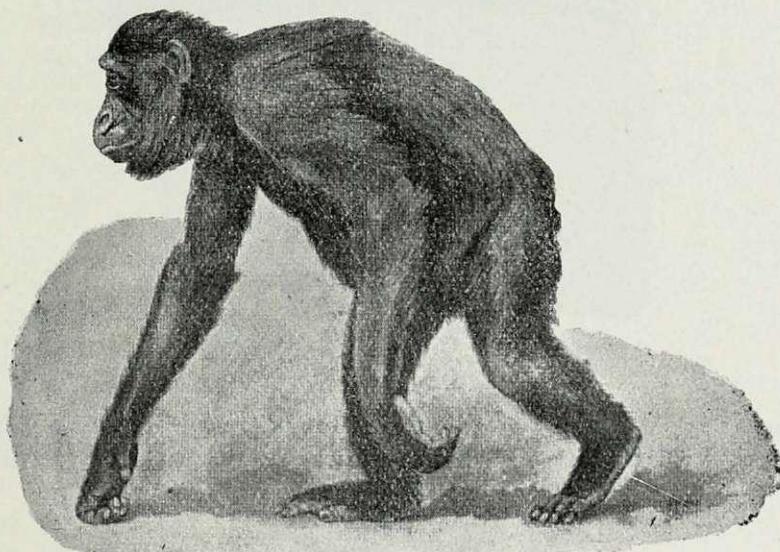
Divi augšējie un apakšējie I kaltveidīgi, lielāko tiesu nostādīti vertikāli, apakšējie C kaniniformi. M bunodonti. Nav uzpūstas bulla auditiva. Tibia un fibula šķirti. Vielas nagu falangas ar plakaniem nagiem. Os penis parā-

dās nevienmērīgi. Uterus simplex. Orbita liela, šķirta no temporāla iedobuma. Placenta diskoidāla, deciduāta.

1. nodaļa *Platyrrhina* (Amerikas platdegunpērtiķi): *Cebus*, *Ateles*, *Hapale*. 2. nodaļa *Catarrhina* (šaurdegunpērtiķi): *Cynocephalus* (mandrils, paviāns), *Cercopithecus* (mērkakis), *Hylobates* (gibons); *Anthropomorphae* (cilvēkveidīgie): *Simia* (orangūtans, Borneo un Sumatra), *Gorilla* (Afrika), *Anthropopithecus* (= *Troglodytes*, šimpanze).



Zīm. 81. *Propithecus coronatus* (Lemuroidea).
(Pēc Milne-Edwards'a un Grandidier'a.)



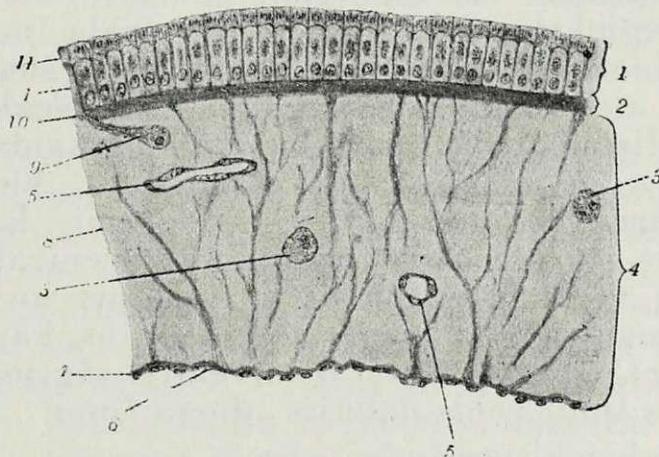
Zīm. 85. *Gorilla gorilla*. (No Beddard'a.)



Zim. 82. *Tarsius spectrum*, maki (Primates). No Brehm'a.

II. Ādas sistēma.

Mugurkaulnieku āda sastāv no divi daļām: no augšējā ektodermālā epiderma un zem tā atrodamās mezodermālās zemādas, kuļu dēvē par corium jeb cutis. *Amphioxus* epiderms ir vienkārtains un sastāv no kubiskām vai cilindriskām šūnām, kas uz savas virsmas izdala plānu sarietējušu kārtu, t. s. k u t i k u l u. Pilnīgi izveidotais *Cranioota* epiderms ir daudzkārtains, un viņā izšķir vairāku šūnu veidus; apakšējā šūnu kārta (matrix) sastāv no cilindriskām, plazmas bagātām šūnām, kuļas daloties pastāvīgi producē uz ārieni jaunas kārtas. Šīs kārtas ir sastādītas no poligōnālām vai arī (pie pašas ādas virsmas) saplacinātām šūnām. Šūnas, kas guļ periferi, pakāpeniski iet bojā un tiek aizvietotas ar jaunām, kas vienmēr atkal rodas no matrix. No šīs bazālās kārtas ir izcēlušies visi ādas raga veidojumi, kā arī ādas dziedzeļi un gaismas organi. Epidermā var noklūt arī organu daļas, kuļu izcelšanās ir pavisam citāda, piem., kailie (bez mielīna) nervu gali, asinsvadi un limfas šūnas.



Zīm. 84. *Amphioxus*. Sānu kroku āda šķērsgriezumā. 1 — epiderms; 2 — cutis; 4 — subcutis; 11 — epiderma kutikulārā apmale. (Pēc Krause's no Pietschmann'a.)

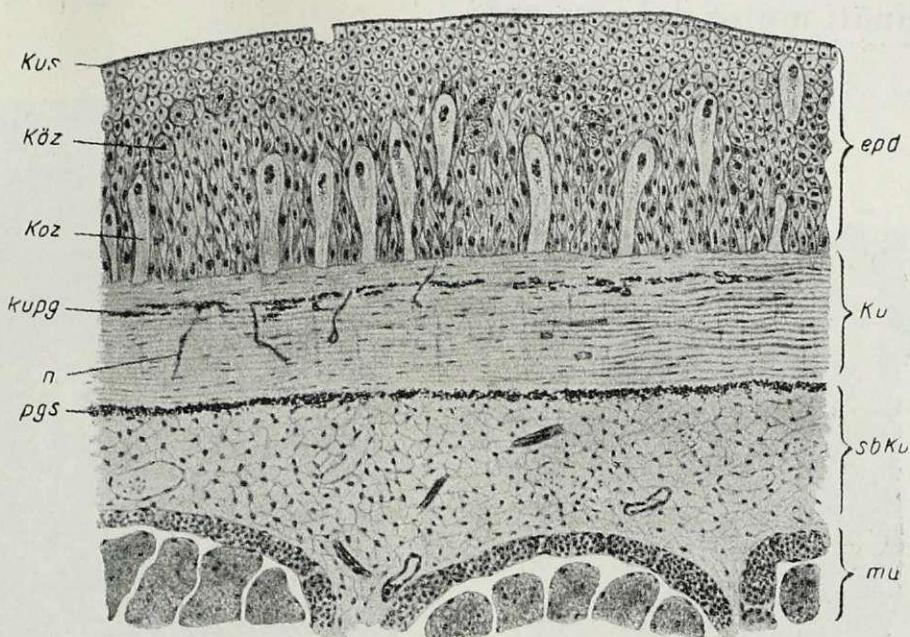
Kamēr epiderms sastāv bez izņēmuma no epitelijiem, zemādu veido saistaudi, kuļi ar savu fibrillāro raksturu pie-

šķīr ķermeņa segai lielāku stingrību. Vienīgi *Amphioxus* plānais corium sastāv no recekļveidīgiem saistaudiem. Visiem *Cranioidea* zem īstā korijs atrodas brīva saistaudu kārtā, t. s. zemādas saistaudi jeb tela subculta nēa. Zemādu no epiderma šķīr plāna, caurspīdīga bāzālā mebrāna, kuŗu atdala ārējā corium kārtā.

Cylostomata un Pisces. Ārējā epiderma kārtā atdala ādas aizsargāšanai maigu kutikulu, lai gan jau šīnīs dzīvnieku grupās dažreiz var lokāli parādīties ārējo epiderma šūnu pārragojumi (*Cylostomata*: spuras, matu dobuma raga zobi; *Teleostei*: tēviņu pērlveidīgie izsītumi nārsta laikā). No sacītā varam pārliecināties, ka ne sauszemes dzīves veids bijis raga substances pirmās parādīšanās cēlonis mugurkaulnieku rindās, kaut arī ādas pārragojuma galvenā nozīme meklējama terrestro dzīvnieku aizsardzībā pret izķūšanu. Būtu drīzāk jāpieņem, ka pārragojuma primārais uzdevums ir maigo ādas kārtu mēchaniska aizsargāšana.

Cylostomata un Pisces āda ir ārkārtīgi glotaina. Tas vedams sakarā ar tās lielo vienšūnu dziedzeru bagātību. Glotšūnas, kas izcēlušās matriksā, pakāpeniski sakopojot glotas, lēnām pārvietojas ādas periferijas virzienā, lai šeit, tās sieniņai pārplīstot, sekrēts izdalītos uz āru. Pateicoties formai, kādu šai gadījumā šīs dziedzeršūnas iegūst, tās tiek nosauktas par „kausveida šūnām“. Pēc sekrēta izdalīšanas tās iet bojā. Bez šī, visiem zivīm līdzīgiem dzīvniekiem raksturīgā šūnu veida jau pie *Myxinoidea* sastopamies ar t. s. „graudu šūnām“. Morfoloģiski tās atšķiras no citām ar savu graudveidīgo sekrētu, kamēr to fizioloģiskā īpatnība vēl neskaidra. Nēgiem (*Petromyzontida*) kausveidīgo šūnu vietā atrodas ārkārtīgi gaři, caurulēm līdzīgi veidojumi, kas ar kātu iesakņojušies starp matrix šūnām. To centrāli novietotā protoplazma vienmēr satur divus kodolus un ir ietverta sekrētā kā mantijā. Šeit sekrēts homogens, kāpuriem (t. s. *Ammocoetes*) turpretim irbulveidīgi sagriezts ap šūnas asi, kādēļ šīs šūnu veids dabūjis „diegu šūnu“ nosaukumu.

Šeit minami ari *Myxinoidea* t. s. „glotu maisi“, lai gan tos dažreiz jau pieskaita daudzšūnu dziedzeriem. Te lieta grozās ap maisveidīgiem epiderma ieliekumiem, kas apmēram simts gabalu skaitā sakopoti vienkāršā līnijā starp galvu un kloāku gar abām vēdera pusēm. Šo maisu iekšiene, kā arī to sienu epitēlijs, pilnīgi piepildīta ar glotu un diegu šūnām.



Zīm. 85. *Petromyzon marinus*. Āda šķērsgriezumā. epd — epiderms, Ku — kutis, Kus — kutikula, kupg un pgs — pigmenta kārtas, Köz — graudu šūna, Koz — kolbas (diega) šūna, mu — muskulatūra, sbKu — subkutānie saistaudi. (Pēc Krause's.)

Arī īstām zivīm (*Pisces*) sastopamas divējādas dziedzeļu šūnas, dažreiz atšķīriami pat vairāki secernējošo šūnu veidi ādā. Pastāvīgi šeit sastopamas t. s. gлотu un kolbveidīgās šūnas. Pēdējais apzīmējums stāv sakarā ar attiecīgo elementu tipisko izskatu. Šāda forma rodas tāpēc, ka šūnai augot uz augšu, tā ilgāku laiku ar savu kātveidīgi sašaurināto daļu paliek saistīta ar epiderma bazi.

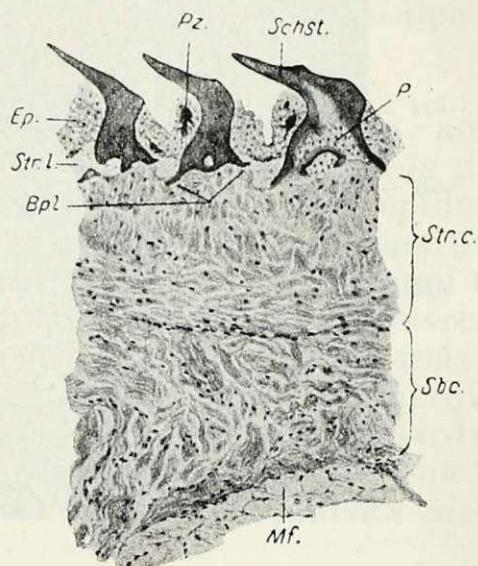
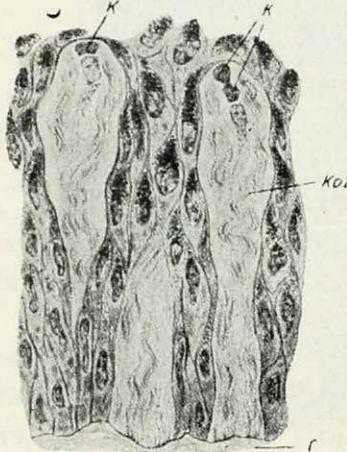
Dažās zivju grupās ādas dziedzeļi vietām pārveidojas indes dziedzeļos, kas lielā dziedzeļšūnu sakopojuma dēļ stipri ierobežotā telpā atstāj daudzšūnu dziedzeļa iespaidu. Taču šeit parasti iztrūkst nevien tipiski veidots, epitēlija izklāts izvadkanālis, bet arī īstais dziedzeļu dobums. Pārejōss dobums šādos dziedzeļu ķermēņos rodas tikai šūnām sekrēcijas laikā sairstot. Tādus indes dziedzeļus mēs sastopam, piem., dažām kaulu zivīm viņu muguras spuras dzeloņu pamatā. Reizēm daudzi vienšūnu dziedzeļi atrodas vienkārši dzeloņu epidermā. Šādus dzeloņus redzam dažām rajām (*Rajidae*) uz astes, dažām kaulu zivīm (*Teleostei*) uz žaunu vāka. Tikpat reti sastopam tukšus dzeloņus ar sekrēta kanāli un maisveidīgu dziedzeri.

Haizivju un raju ādai salīdzināmā anatomijā ir ļoti liela nozīme, jo viņā pirmo reiz sastopamas zobveidīgas

cietas substances, t. s. plakoidālās zvīņas, no kurām tiek atvasināti mutes dobuma zobi.

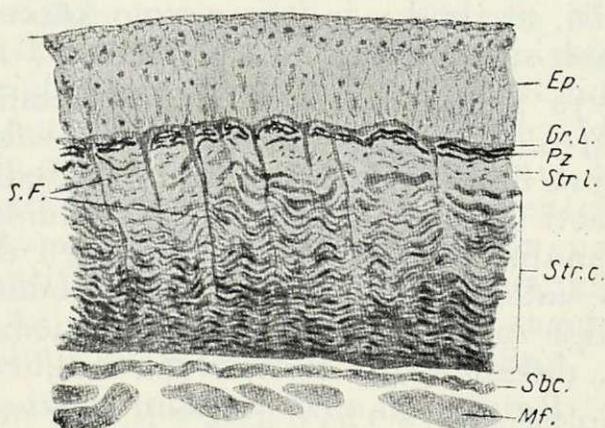
87

86

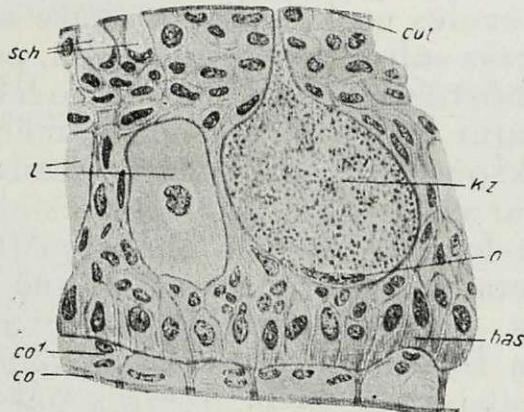
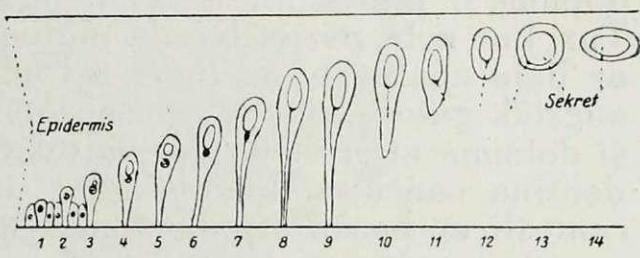
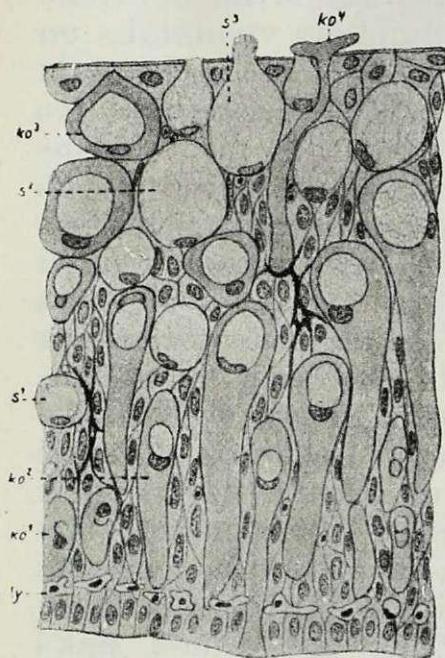


Zīm. 86. Nēģa (*Petromyzon*) epiderms ar 3 kolbu šūnām (diegu šūnām). K — kodols, c — cutis. (Pēc Rabl'a.)

Zīm. 87. Haizivs *Scyllium canicula*. Āda šķērsgriezumā. Bpl — plakoidzīņas bazālā plātne, Ep — epiderms, Mf — muskulātūra, P — pulpa, Pz — pigmentšūna, Sbc — subcutis, Schst — zvīņas kabata, Str. c — kutis stratum compactum, Str. 1 — kutis stratum laxum (irdenā kārta). (Pēc Rabl'a.)



Zīm. 88. *Conger vulgaris*, jūras zutis. Āda. Ep — epiderms, lielāko tiesu sastāvošs no kolbu šūnām. Gr. L — robežkārta, Pz — pigmentšūnas, Str. 1 — koriuma stratum laxum, Str. c — tā stratum compactum, Sbc — subcutis, Mf — muskuļu šķiedras, S. F. — stateniskie saistaudu šķiedru kuliši. (Pēc Rabl'a.)



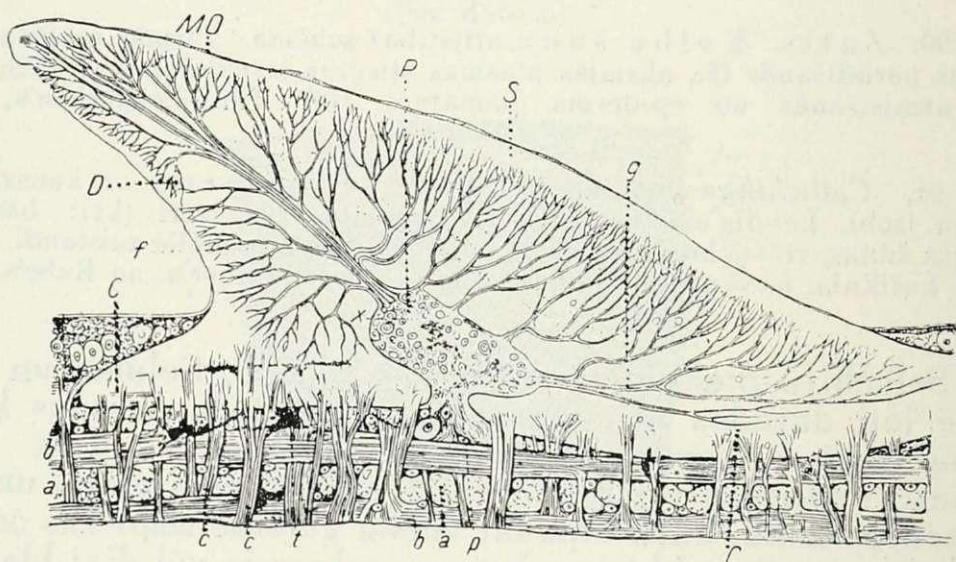
Zīm. 89. *Anguilla vulgaris*, zutis. Epidermis vertikālā griezumā. ko¹—ko⁴ — kolbu šūnu attīstības stadijas, ly — limfas telpas, s¹—s³ — gļotšūnu attīstības stadijas. Epidermā redzamas divas zarotas pigmentšūnas. (Pēc Maurer'a.)

Zīm. 90. Zutis. Kolbu šūnu attīstības schēma. Pirmās sekrēta vaikuolas parādīšanās (5), aksīlās plasmas stiegras izveidošanās (7—10), šūnas atraisīšanās no epiderma pamatnes (10). Pēc Lengerken'a, no Rauther'a.)

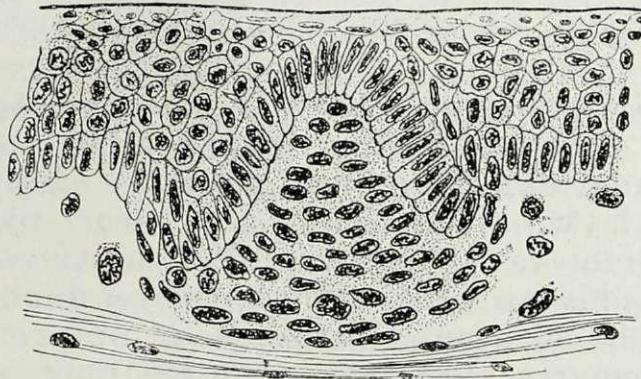
Zīm. 91. *Callichthys punctatus* (Teleostei). Epidermis ar kausveida šūnām (sch), Leydig'a šūnām (1) un graudaino dziedzeri (kz); bas — bazālās šūnas, co — koriums, co¹ — irdenie subepidermālie saistaudi, cut — kutikula, n — graudu šūnas kodols. (Pēc Rauther'a, no Rabe's.)

Selachiju plakoidālās zvīņas ir izskatā, lielumā un uz būvē ļoti dažādas un viena tā paša individu dažādās kermeņa vietās ar ievērojami lielām atšķirībām. Tais var saskatīt apaliskas vai rombiskas formas bazālo plātni un uz tās sēdošu zobu, kuļa atpakaļ vērstā galotne izspiežas cauri epidermam. *Scyllium* katram zobam ir vēl divi blakus žuburi, kamēr pie *Heptanchus* redzam 4—7 smailēs. Daudzām haizivīm zobs iezīmēts tikai kā asa līstīte un dažām nav pat tās, tā ka viss veidojums parādās kā emalja sāls klāta zvīņa. Zobs, kā tas pierādīts, sastāv no dentīna un ir pārklāts ar plānu emaljas kārtu. Dentīns bez

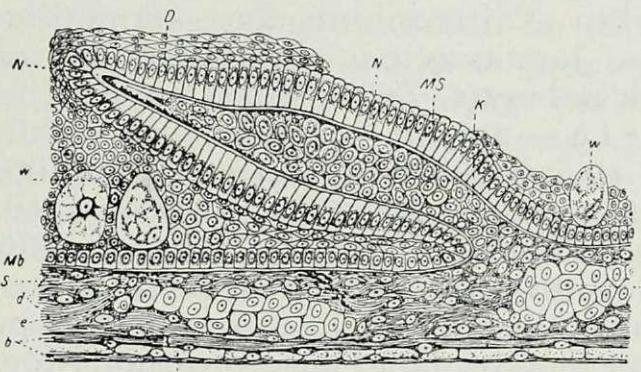
osas robežas pāriet bazālā plātnē. Zoba centrālais pulpas dobums ir pildīts ar saistaudiem, asins vadiem un nerviem. Tur, kur zobs pāriet bazālā plātnē, dobums ir visplatāks un ar lielu apakšējo, un bieži vēl ar otru zoba pakaļējā malā augstāk gulošu atveru piesaistās apakšējai zemādai. No šī dobuma atiet viena vai vairākas diezgan asi norobežotas dentīna caurules, kas sašķelas dentīna kanālišos. Pulpā centrāli un bazāli atrodas daudz mazu saistaudu kodolu, un vairāk ārpusē, proti pie cauruļu ieejas, lielāki kodoli, kuļu ietvērēja protoplazma gaļu diegu veidā turpinās dentīna caurulēs un kanālos. Sakarā ar to šīs šūnas uzskatāmas par cietās substances veidotājām, par склеробластiem, kas atbilst žokļu zobi odontoblastiem. Tās ietver bazālo plātni no visām pusēm, kamēr dentīnam pieslejas tikai no iekšpuses un virza mazus izaugumus uz bazālo plātni. Nāk klāt vēl trešā atšķirība: saistaudu fibrillas no zemādas pāriet bazālās plātnes apakšējā plāksmā un šeit tiek ieslēgtas cietā substance, kādēļ plātnē stingri noenkurojas ādā un tās distālā homogenā puse izskatās drusku citāda nekā tās fibrillām cauraustā bazālā puse. Neskatoties uz šiem pretstatiem, zoba dentīns pakāpeniski pāriet kaulainā bazālā plātnē, kuļas substanci tās savādības dēļ apzīmē par cementu. Lielām rajām bazālā plātnē ārpusē pārveidojas spongiōzā substāncē. Ontoģenetiski plakoidālā zvīņa



Zīm. 92. Haizivs *Scymnus*. Plakoidzvīņa, sagitālgriezumā. C — bazālā plātnē, D — dentīns, MO — emaljas virsādiņa, P — pulpa, S — emalja (pēc citiem autoriem vitrodenīns), a — šķērsām pārgriezti saistaudu kuliši, b — griezumam paralleli ejoši saistaudu kuliši, f — uz galotni ejoša dentīna caurule, g — horizontālas dentīna caurules, p — pulpas savienojums ar kutis audiem. (Pēc O. Hertwig'a, no Peyer'a.)



Zīm. 93. Haizivs *Acanthias*. Embrijs. Jauns plakoidzvīnas aizmetnis. (Pēc Klaatsch'a, no Peyer'a.)



Zīm. 94. Haizivs *Heptanchus*. Embrijs. Vecāks plakoidzvīnas aizmetnis, gaigriezumā. MS — emaljas organs (membrana adaman-tina), K — pulpas koriuma šūnas, D — dentīns, N — emalja. (Pēc O. Hertwig'a.)

pirmo reizi parādās kā šūnu kaudze cieši zem epiderma bazālās membrānas, kas pēc tam izliecas epidermā un rada tādā kārtā pulpas sklēroblastus. Mēs tos uzskatām par me-zodermālām corium šūnām. Tās atdala dentīnu, veidojot izcilņus. Bazālās epiderma šūnas turpretim palielinās un top par „emaljas organu“, kuŗa šūnas klāj zoba kaulu ar emalju, kas ir ļoti cieta, bez struktūras un atšķirības no īstās zobu emaljas ar prizmatisko stabību trūkumu.

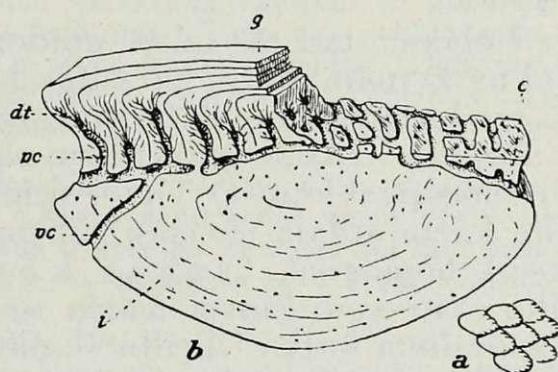
Zobi uz selachiju zokļiem rodas tādā pašā kārtā no epiderma un zemādas sadarbības un uzrāda to pašu sastāvu no emaljas un dentīna. Tā kā visu pārējo mugurkaulnieku zobi ir homologi selachiju zobiem, tad plakoidālās zvīnas uzskatāmas par visu zobu veidu filētisko izejas punktu. Īstos zobos epidermoidālai daļai, „emaljas organam“, ir ne tikai uzdevums veidot emalju, bet arī dot formu cietam veidojumam. Jaunas plakoidālās zvīnas selachijām (tā kā

tās neapklāj viena otru, bet vienmēr paliek atdalītas ādas strēmelēm) rodas kā starp vecām, tā arī veco vietā, kad tās iet bojā.

Ganoidzivīm pirmatnējais zvīņu stāvoklis sastopams pie Holosteī, jo stores ar saviem lieliem ādas kauliem droši vien rāda augstāku attīstības pakāpi. *Lepidosteus*, *Calamocithys* un *Polypterus* piemīt lielas spīdīgas, rombiskas plāksnes, kas sakārtotas metamērās slīpās rindās un tādējādi atkārto no daudzām fosilām formām pazīstamo ainu. Dorsālais un uz priekšu vērstais zvīņas gals pagarinās un ar šo pagarinājumu gulstas zem tuvākās zvīņas: fosiliem ganoidiem var pat noiet līdz locītavu savienojumam. Virspusē var saskatīt dažas nekārtīgi novietotas poras un pie *Lepidosteus* uz zvīņām lielāko tiesu nenoteiktu skaitu zobiņu, kas sakopoti sevišķi uz pakalējās malas. Jaunās zvīņas klātas ar epidermu, kas vecumā nereti tiek noberzts. Zvīņa sastāv no virzējās plānās *ganoīna kārtas* un no apakšējās, biezākās *osteīna kārtas*. Pirmā ir slānaina, ļoti cieta, spīdīga un, lai gan viņā nav sastopama prizmatiska struktūra, tika tāpēc agrāk saukta par emalju. Apakšējā kārta (*osteīns*) ir tāpat slānaina, bet satur daudz kaula ķermenīšu un kanāļu, kas sākas no apakšējās virsmas. Šiem kanāļiem pa dalai tievo zaroto dentīna kanāļu daba, kas pie fosilām formām sadalās sīkos zariņos zem ganoīna kārtas (t. s. *kozmīna kārta*), pa dalai tie ir plašāki, satur asinsvadus, dod daudz sānu zaru, kam atkal ir dentīna kanālīšu daba, un atveļas uz zvīņas brīvās virsmas lielākās porās, no kuļām subepidermā vai arī zobiņos ieiet asinsvadi. Šie kanāļi nosaukti par *Haversa kanāļiem*, tāpēc ka cietā substance ar tiem ir viegli koncentriski slānota. Vispārīgi *osteīns*, izņemot kozmīna kārtu un *Haversa kanāļus*, sastāv no daudzām kārtām sakrustotu kalķa fibrillu, kuļas apvieno ar nosaukumu *izopedīns*. Robeža starp ganoīnu un osteīnu, zīmējoties uz to cietumu, ir asa, bet ne morfoloģiski, jo malās kārtas pāriet viena otrā un tā rada koncentrisko struktūru. Sevišķi ārējā malā *osteīns* bieži robaini iedodas ganoīnā. Abas kārtas rodas neatkarīgi viena no otras: ganoīnu atdala subepidermālie sklēroblasti, osteīnu — dziļāk gulošās šūnas, kas līdz ar to pārvietojas cietā substancē. Rudimentārie zobiņi sēd ganoīna kausveidīgos padziļinājumos un uzrāda tipisko sastāvu no emaljas, dentīna un pulpas. Bieži sastopami tikai kausiņi, jo zobiņi viegli izkrīt.

Nevar sacīt, ka ganoidzvīņa cēlusies no plakoidālās zvīņas. Drīzāk ganoidu zivis attīstījušas selachiju integumen-

tu ipatnējā kārtā tālāk, jo šeit pirmo reiz zemādas dzīlākos slāņos parādās kaula substance ar tanī ieslēgtiem kaula ķermenīšiem. Tā atšķiras no īstiem kaula audiem ar dentīna kanāliem, kas sākas uz iekšējās virsmas, un tāpēc to īpaši apzīmē par „osteīnu“; pēdējā apakšējā fibrillārā daļa izolēti piepatur veco nosaukumu „izopedīns“. Bezšūnu ganoīnam ārējā virsmā atdaloties no sklēroblastiem, rodas spēcīgas plātnes, kas sakārtojas metamēri un sekundāri savienojas ar iedzimti iegūtiem plakoidāliem zobiņiem. Lepidosteus zvīņu zobiņu pamatā nav bazālās plātnes, bet tie sēd osteīna kausīnos. Tā tad spēcīgo ganoīna slāni šūnu trūkuma dēļ nevar uzskatīt par homologu niecīgo, bieži iztrūkstošo zobiņu bazālām plātnēm. Vēl mazāk to var salīdzināt ar emalju vai dentīnu. Tā tad nekas cits neatliek, kā uzskatīt ganoīnu un osteīnu, t. i. īsto ganoidzvīņu par šīs dzīvnieku klases jaunieguvumu. Ganoidzivis ir pārņēmušas no selachijām plakoidālās zvīņas un, droši vien, arī to diagonālo satversmi, kas izpaužas attiecīgā cutis šķiedru un muskuļu segmentu virzienā. Arī ontogenija neliecina par to, ka ganoidzvīņa būtu izcēlusies no plakoidālās zvīņas, jo abas rodas neatkarīgi viena no otras: vispirms kaula plātnē no dzīlākā zemādas slāņa, vēlāk zobiņi no virspuses slāņa un no epiderma. Abi veidojumi sekundāri apvienojas. Līdz ar to jāizpaliek arī uztverei, ka ganoidzvīņa radusies no daudzu zobiņu bazālo plātnu sakušanas.

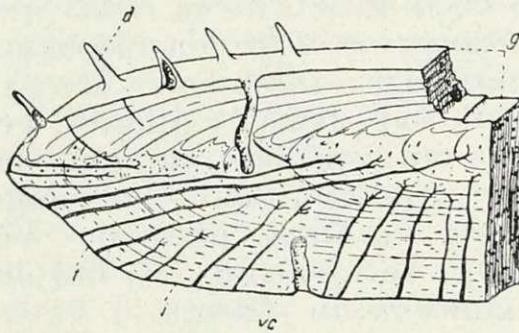


Zīm. 95. *Cheirolepis* (fosila skrimšla ganoidzivs). Zvīnas; a — ārējā forma, b — schēmatisks šķērsgriezums; c — tukšās telpas sūklveidīgā kaula kārtā, pc — pulpas dobumi, dt — kozmīna (= dentīna) caurulītes, g — ganoīna kārta, vc — asinsvada kanālis, i — izopedīna kārta. (Pēc Goodrich'a, no Rauther'a.)

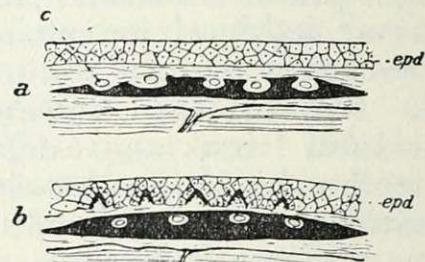
Pie Acipenseridae zobiņi un līdz ar to katram atmiņa par selachijām izzudusi. Kaula substance šeit tur-

pretim attīstījusies par spēcīgām plātnēm, kas pie A c i - p e n s e r sakārtotas 5 garenās rindās un bieži nobeidzas vienā vai vairākās kaula smailēs, kas virspusē sastāv no homogenas substances, kuļa varbūt ir homologa ganoīnam.

96



97



Zīm. 96. *Lepidosteus osseus* (Ganoidea, Holostei). Zvīņa, pārgriezta. d — virsējie zobiņi, g — ganoīns, i — izopedīns, vc — asinsvadu kanālis (Havers'a kanālis), t — caurulītes ar zarotiem iekšējiem galiem. (Pēc Goodrich'a, no Peyer'a.)

Zīm. 97. *Polypterus* (Crossopterygii). Zvīņas aizmetnis: a — jaunāka, b — vecāka stadija. Kaula plātnē, kā arī zobiņu dentīns melns; epd — epiderms; c — asins kapillāri. (Pēc Sewertzoff'a, no Rauther'a.)

Cietie Teleosteī ādas veidojumi ir ārkārtīgi dažādi. Varam izšķirt: 1) īstās zvīņas (cikloidālās un ktenoidālās), 2) osifikācijas, 3) plakoidālos zobiņus un tiem radnieciskus veidojumus.

Ja zvīņas ir lielākas, tad tās izliec epidermu uz āru un starp divām blakus zvīņām rodas virsādas kabata, kas liešām zvīņām kā epiderma šūnu plātnē pagarinās līdz zemādas dzīlākiem slāniem. Zvīņas guļ irdeno saistaudu spraugā un to abas virsmas pārklātas ar vienu sklēroblastu kārtu. Tā kā katru šūnu kārtu atdala sevišķu substanci, tad zvīņai rodas viena virsējā homogenā „s e g a s k ā r t a“ un viena apakšējā fibrillārā i z o p e d ī n a kārtā ar daudziem sakrustotiem horizontāliem kalķa fibrillu slāniem. Pirmai reizi parādoties, sklēroblasti veido izcilnīti (p a p i l l u), kas viegli izliecas pret epidermu. Tā kā bazālās membrānas nav, tad šūnas drusku iebīdās epidermā, lai gan ektodermālo šūnu pāreja nav noteikti konstatēta. Papilla stiepjās gaļumā un kļūst par zvīņas aizmetni, kuļa augšējās šūnas vispirms atdala segas kārtu ar tās līstēm. Šai segas kārtai vēlāk pieslienas apakšējo šūnu veidotais apakšējais zvīņu slānis. Pie tam viena šūnu daļa šeit iet bojā, nepārejot cietā substancē, kamēr citas paliek uz zvīņas un sekਮē tās

tālāko augšanu. Kaulu zivju zvīņai ir tādēļ tāda pat uzbūve kā kaulu ganoidzivju ģints *Amia* zvīņai, tikai tai parasti trūkst kaula ķermenīšu. Tomēr tie sastopami dažām Teleosteji, un proti, cieši zem segas kārtas vai arī t. s. sānu līnijas zvīņām, apkārt kanālim.

Zvīņas sadalās apalās zvīņas (*cikloidālās zvīņas*) un ķemmveidīgās zvīņas (*ktenoīdālās zvīņas*), kas gan atšķiras savā starpā tikai ar ārēju iezīmi, zobiņiem uz pakalējās malas, bet šī viņu atšķirība ir tomēr samērā tik asa, ka viņai piekrīt liela sistēmatiska nozīme. Cikloidālās zvīņas ir filētiski vecākās. Vecākām kaulu zivīm ir tikai apalās zvīņas. Ķemmveidīgās zvīņas parādās tikai sākot ar krīta laikmetu. Aizmetnī tās vienmēr parādās kā apalās zvīņas un bieži atsitas viņas, bet nevis otrādi. Šie fakti pierāda, ka apalās zvīņas uzskatāmas par izejzvīņām, kas, kā to redzam pie *Amia*, virsējai kārtai zaudējot vienmēr vairāk kaula ķermenīšu un pārvēršoties stiprāk pārkaļķotā segas kārtā, attīstījušās no ganoidzvīņām.

Apskatot abus zvīņu veidus, bez koncentriskām līstēm vēl uzkrīt radiālas līnijas, kas iet no centra uz zvīņas priekšējo un pakalējo malu. Tās ir rievas, kuŗās nav segas kārtas un kur nav noticis apakšējās kārtas pārkaļķojums.

Neapsegtais zvīņas daļas apakšpusē parasti guļ krāsu šūnas (*iridociti* ar guanīna plātnītēm), kas rada ķermenē sudrabaino spīdumu. Tās sastopamas ķermenē ventrālā pusē un uzskatāmas kā piemērošanās, padarot zivi neredzamu ienaidniekiem, kas zem viņas, ja tie skatās uz augšu pret gaismu. Dažādo sugu ktenoidālo zvīņu zobiņi ir ļoti dažādi, sakārtoti gan vienā rindā, gan vairākās uz pakalējās malas vai uz trijstūraina pakalējā laukuma. Tiem nav nekā kopēja ar plakoidāliem zobiņiem, bet tie ir segas kārtas izveidī. Daudzām sugām segas kārta pakalējā malā sadalās *garenās* vai *rombiskās* plātnēs, kas sakārtotas garenās rindās un pamazām izaug par dzeloņiem. Zvīņu biezums no centra uz āru samazinās, tāpat arī zobiņi vidū ir visgarāki un visresnāki, t. i. sklēroblasti savāc no abām pusēm un no malas vienmēr jaunu substanci. Katru gadu rodas vesels skaits pieauguma aplū. Siltā gada laikā augšana ir spēcīga un līstes guļ tālu viena no otras, turpretim aukstā gada laikā tās saspiežas tuvu kopā un rada tumšu svītru gada apli. Derīgo zivju vecuma noteikšanai ar šādu gada aplū palīdzību ir nozīme zvejniecībā. Bet drošu iznākumu var panākt tikai tad, kad nemam vērā visas zvīņas ar listiņu neskaidru stāvokli, kas var ļoti bieži atgadīties.

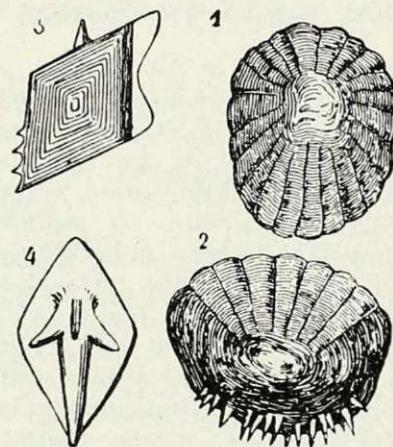
Daudzām kaulu zivīm un proti tādām, kuŗām sakarā ar piemērošanos čūskveidīgām kustībām ir «*taenioforms*» (lentveidīgs) izskats, vai kuŗām bieza āda, vai ādas pārkaulojumi, ir iestājusies zvīņu redukcija līdz to pilnīgai izšusanai. Kaulu zivju zvīņu pirmatnējais sakārtojums ir metamērs, kas ir ganoidzivju mantojums: uz katras muskuļu segmenta nāk viena zvīņu rinda, un īpatnējais w-veidīgais muskuļu segmentu ieliekums ar uz priekšu atvērtiem lenķiem parādās arī zvīņu šķērsrindās.

Vienai, galvenā kārtā marīno, kaulu zivju daļai, proti *Plectognathi*, *Gasteroidea*, *Lophobranchii* un bruņu samiem

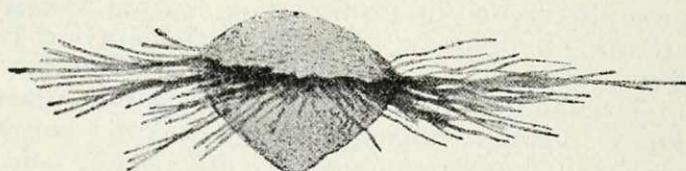
zvīņu vietā sastopamas dažāda veida un lieluma osifikācijas. Tie ir mezodermāli veidojumi.

Visinteresantākie ir tie ādas pārkaulojumi, kas dažā ziņā atgādina *s e l a c h i j a s*. Dažiem bruņu samiem uz lielajām ādas kaula plātnēm vēl sēd īsti atavistiski plakoidālie zobi, ar emalju, dentīnu un pulpu, bet bez bazālās plātnes.

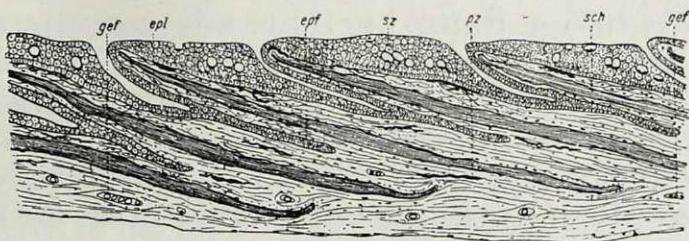
Starp *dipnojiem* pie *Ceratodus* ir sastopamas ļoti lielas plānas zvīņas, kas guļ cutis kabatās un pa lielākai daļai pārsedz viena otru, ar to, kā arī ar savu plāno lokano dabu, atgādinot kaulu zivju zvīņas, tā ka mācības grāmatās tās bieži tiek apzīmētas par cikloidālām. Bet viņām ir pavisam citāda uzbūve, jo tās sastāv no virsējās spongiozās un apakšējās izopedīna kārtas. No virsmas raugoties, ārpusē var saskatīt nepareizus laukumus, tādēļ ka segas kārtu izvago dzīlas rievas. Segas kārta sastāv no spongiozas, gaišas kaula substances, kam uz ārējās virsmas ir ļoti daudz mazu, lielāko tiesu pret centru vērstu zobiņu, starp kuņiem visur guļ spraudziņas. Zobiņu nav zvīņas pakalējā daļā, tā tad taisni otrādi kā ktenoidālām zvīņām, un tās sastāv no homogenas substances ar ļoti maigām, ne dentīna, fibrillām. Tiem ir drusku tumšāka kapuce un nav pulpas. Viņiem ir fibrillāra struktūra, tā ka sūkņveidīgā masa uzskatāma par pārkalķotiem irdeniem saistaudiem, bet izopedīns par pārkalķotiem šķiedrainiem saistaudiem. Kaula ķermenīši sastopami apakšējā kārtā, bet liekas vecumā izzūdam. Tāda pat zvīņu struktūra novērota jau devona ģintīm un sastopama arī pie *Protopterus*, tikai pēdējām bezzobainais pakalējais lauks ir ļoti mazs.



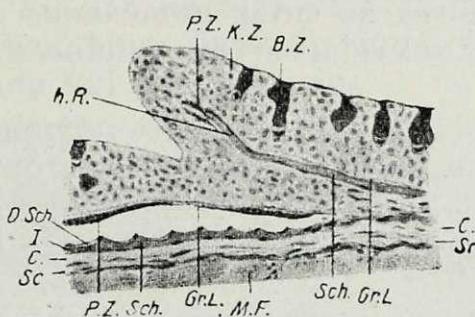
Zīm. 98. Zivju zvīņu formas. 1 — cikloidzvīņa, 2 — kaula zivju ktenoidzvīņa, 3 — ganoidzvīņa, 4 — haizivju plakoidzvīņa.
(Pēc Hertwig'a.)



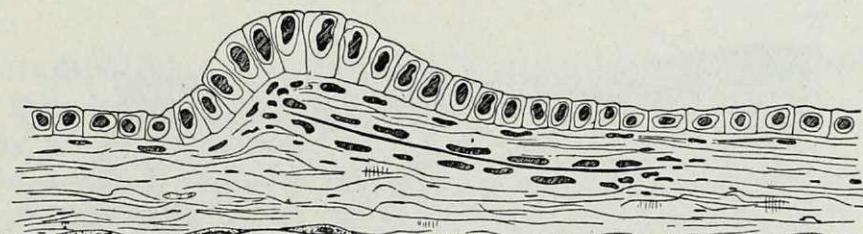
Zīm. 99. Salikts chrōmatiskais organs, melanoiridofors, no kaulu zivs ādas. (Pēc Ballowitz'a.)



Zīm. 100. *Cyprinus carpio* (karpa). Zvīņu attīstība. sch — zvīņas, epl — zvīņu kabatas (epiderma spraugas), epf — epiderma izaugums. (Pēc Haase's, no Peyer'a.)



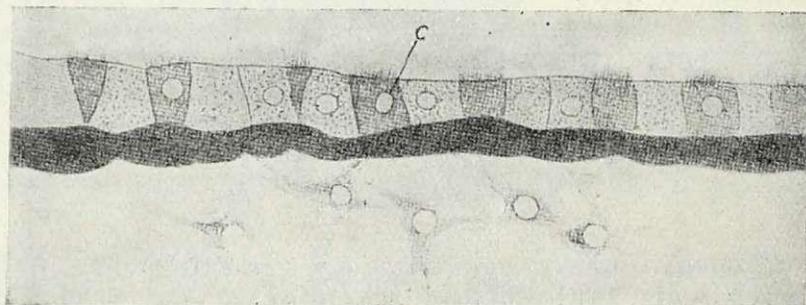
Zīm. 101. *Rhodeus amarus*, pempīnš. Āda gaргriezumā. Zvīņas (Sch) pakalējā brīvā mala (hR) guļ uz sekojošās zvīņas priekšējās malas. BZ — kausveida šūna, C — cutis, DSCH — zvīņas segkārta, GrL — robežkārta, I — izopedīna kārta, KZ — kolbu šūnas, Sc — subkutānie audi. (Pēc Rabl'a.)



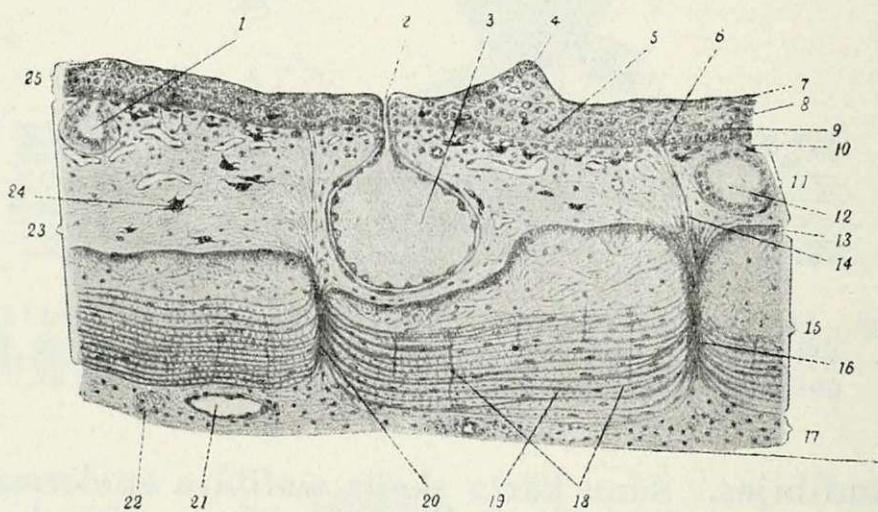
Zīm. 102. Strauta forele (*Salmo fario*). Jauna zvīņas attīstības stadija. Vēl pavism plāno zvīņu korijā ietver viens otram parallelī gulošie sklēroblastu kodoli. (Pēc Haase's, no Peyer'a.)

Amfibijas. Šūnu kārtu skaits amfibiju epidermā visumā atkarīgs no ķermeņa lieluma: kamēr jauniem kurkulēniem ir tikai divas kārtas, no kuļām augšējā pavism agrās stadijās pārklāta skropstiņām, metamorfozas laikā sastopam 4—5 kārtas un dažās pieaugušā dzīvnieka ķermeņa vietās vēl vairāk. Pie *Cryptobranchus* kārtu skaits pieaug līdz apm. 10, pie kam ārējā daļa ir pārragota. Epi-

derma šūnām ir daudz plazmas tiltu. Tās bieži satur graudainu pigmentu un daudzkārt brūnus zarotus chrōmataforus intercellulārās spraugās. Daži pētnieki aizstāv viedokli, ka arī epiderma šūnu pigments rādies no chrōmatoforiem. No apakšējās kārtas bieži atiet protoplazmas izaugumi zemādā. Pieaugušām amfibijām stratum corneum sastāv tikai no pašas ārējās šūnu kārtas, kas nobeidzas ar plānu kutikulu un kas urodelām ādu metot, nokrīt vesela, bet anurām — lielās, baltās strēmelēs. Bet tā kā īsi pirms nomešanas arī nākošā kārta jau pārragojas un tās daļas arī var tikt līdzi nomestas, tad šīs strēmeles dažreiz izrādās divkārtainas. Pārragotās šūnās kodols lielāko tiesu uzglabājas. Zem pārragotām šūnām pirms ādas nomešanas attīstās pudeļveidīgas šūnas, kuļu sekrēts varbūt veicina pirmo atdalīšanos.



Zīm. 103. Zāles varde. Griezums caur loti jauna kurkulēna ādu. c — skropstu šūna. (Pēc Assheton'a, no Werner'a.)



Zīm. 104. Ūdens varde. Muguras āda. 1 un 12 — gлотшunas, 2 un 3 — 5 graudu šūnas, 4 — epiderma kārpiņa, 5 un 24 — melanofori, 6 un 14 — gludās muskuļu šķiedras, 7 — stratum corneum, 8 — str. germinativum (Malpighii), 9 — str. spongiosum, 15 — str. compactum, 16 un 20 — saistaudu kūliši, 21 — asinsvads, 22 — nervs, 23 — kutis, 25 — epiderms. (Pēc Krause's.)

Dažām amfibijām pārejoši vai ilgstoši sastopams intensīvāks pārragojums. Tā tas ir ar kārpām, kas klāj *Cryptobranchus*, *Bufo*, *Pleurodèles* u. c. ādu un ir bieži tumši pigmentētas. Nārsta laikā mūsu varžu tēviņiem ir resna īkšķa tulzna, kas bieži pārklāta tumšām, pigmentētām papillām. Tās kalpo mātītes saturēšanai kopulācijā, pie kam viņas tiek spiestas pret mātītes glumo ādu. Beidzot dažām amfibijām (anurām) sastopami pārragojumi pirkstu galos, kā pirmais norādījums uz apāļiem nagiem. Epiderma vaskulārizācija, iespiežoties tanī asins kapillāriem, sastopama metamorfōzas laikā vardēm. Tādā kārtā tiek pastiprināta ādas elpošana, kuļai tā priekšrocība, ka dzīvniekiem nav bieži jāpaceļas virs ūdens. Tā kurkulēni pārdzīvo laiku, kad tiem žaunelpošana vairs nefunkcionē un plaušu elpošana vēl nav sākusies.

Kāpuru, respektīvi ūdens formu un sauszemes formu ādas atšķirība vispirms izpaužas tā, ka urodelu kāpuru un Perennibranchiata epidermā atrodam lielā skaitā olbaltumiem bagātas *dziedzeļu šūnas*, t. s. Leidiga šūnas, kuļu pieaugušiem dzīvniekiem, izņemot Perennibranchiata, vairs nav, un otrkārt tā, ka visām pieaugušām amfibijām ir stratum corneum. Urodelu kāpuru Leidiga šūnas neatveļas vairs uz āru, kādēļ varētu pieņemt, ka tās, tāpat kā zivīm, kalpo ādas baļošanai, osmotiski atdalot savu sekrētu. Gymnophiona kāpuriem sastopamas lielas kausveidīgas šūnas, kas atveļas uz āru. Šis apstāklis un viņu forma liecina par to, ka tās nav homologas Leidiga šūnām, bet gan zivju gлот-šūnām.

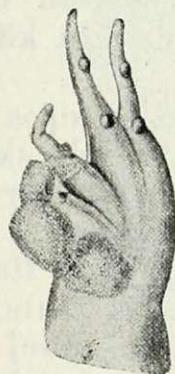
Metamorfōzas laikā attīstās alveolāri *daudzšūnu dziedzeļi*, kas kopā ar viņu muscularis (ārējo muskuļu kārtu) cēlušies no ektoderma.

Pēc sava sekrēta dziedzeļi sadalās glotu dziedzeļos un graudu jeb indes dziedzeļos. Glotu dziedzeļi ir lielā skaitā izkaisīti pa visu ādu, kamēr indes dziedzeļi galvenokārt sakopoti uz zināmām ādas tulznām un kārpām, piem., *parotis dziedzeļi* aiz auss un gar muguras sānu līniju. Pirmie dziedzeļi atdala gлотainu, pēdējie pienainu, graudiem bagātu sekrētu. Gлотas sargā ādu no izžūšanas un tādēļ kalpo ādas elpošanai, kamēr indes dziedzeļu sekrēts ir aizsargāšanās līdzeklis. Gлотšūnas parasti mazas, tikai 2—3 reizes biezākas par epidermu. Turpretim indes dziedzeļi ir spēcīgi organi, kas piepilda visus iedenos saistaudus. Glotu dziedzeļos vienā slānī sakārtotās šūnas mierā zemas, bet sekrēcijas laikā kļūst ļoti augstas, pie kam kā mucīna (glotu) priekšstadija parādās graudi. Indes dziedzeļos daudzas

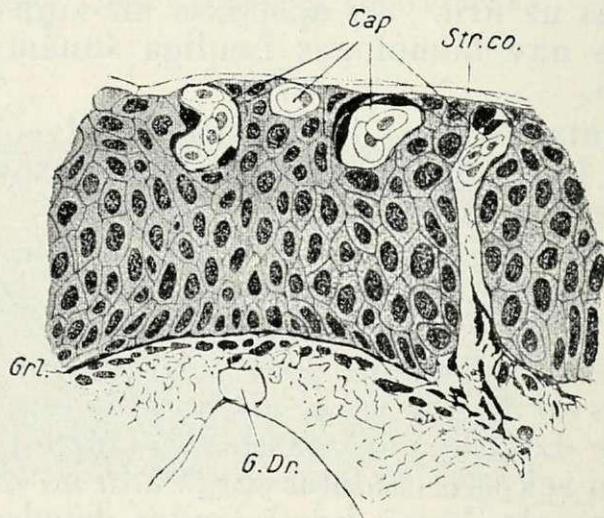
šūnas saplūdušas simplazmā (kopējā plazmā): starp tām ciitas rēgojas brīvi un kļūst uz pamatu ārkārtīgi lielas un graudiem bagātas. Vai šīs divkodolu šūnas, vai arī simplazma atdala indi, ir vēl strīdus jautājums. Pēc vienas uztveres simplazma kalpo reģenerācijai. Indes dziedzeļiem muscularis ir bieza. Sākumā tiem nav izvadkanāla, jo epitēla aizbāznis noslēdz izeju, bet dziedzeļiem iztukšojoties tas rodas.

Korija s a i s t a u d u iedalījums plānā augšējā horizontālu šķiedru kārtā, vidējā ar irdeniem saistaudiem, pigmenta šūnām un dziedzeļiem, un apakšējā slāņainā kārtā ar šķiedrām visos trijos telpas virzienos ir vispār izplatīts. Anurām tam pievienojas stateniski t. s. perforējošie līdzekļi, kas rodas subkutānos saistaudos un pilda visu zemādu. Tie sastāv no gludo muskuļu šūnām, elastīgām šķiedrām, nerviem un asinsvadiem. Gludo muskuļu šķiedras beidzas epiderma iekšpusē, kuļa bazālām šūnām tad cauri stiepjas plazmatisku tonofibrillu cīpsla. Amfibiju chrōmatofori, kā zivīm, pa vienam novietoti epidermā un zemādas iekšējā, bet galvenais vidējā kārtā. Šeit tie rada, sevišķi tropiskām vardēm, bieži ļoti uzkritošo ķermeņu krāsojumu un krāsas maiņu, kuļa spilgtāk izteikta anurām, nekā urodelām.

105



106



Zīm. 105. Zāles varde (*Rana fusca* = *temporaria*). Tēviņa priekšķāja ar vairākdaļīgu īkšķa tulznu. (Pēc Leydig'a.)

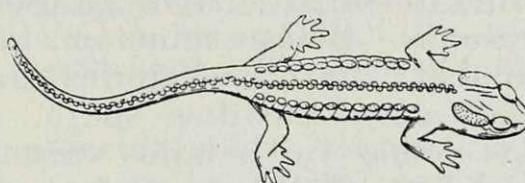
Zīm. 106. *Cryptobranchus alleganensis* (Urodea). Epiderms. Cap — kapillāri, Str. co — stratum corneum, Grl — robežkārta. (Pēc Noble's, no Rabl'a.)

Cieti veidojumi amfibiju ādā sastopami tikai atsevišķos gadījumos, proti, izmirušiem Stegocephala (karbonā līdz triasa laikmetam), recentiem Gymnophiona un dažiem Anura. Pie Stegocephala sevišķi vēderpuse ir pārklāta bieži ļoti biezām zvīņām, kas var būt ovālas, rombiskas, apaliskas vai nūjveidīgas. Muguras ādā to lielāko tiesu nav, vai tās ir plānākas, bet par to šeit varam sastapties ar lielām kaula plātnēm. Bet bijuši arī Stegocephala, kuļu ķermenis, līdzīgi zivij, viscauri bijis pārklāts zvīņām, un šāds stāvoklis uzskatāms par pirmatnējo.

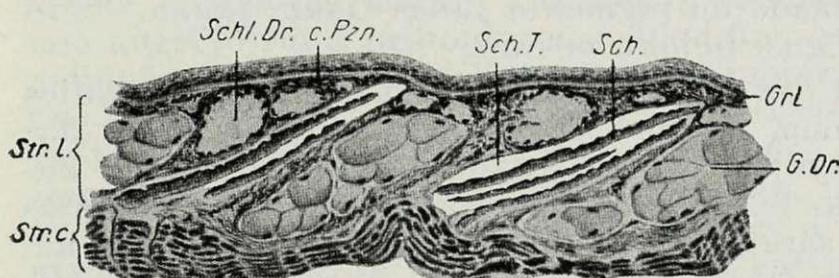
Vairumam Coecilia jeb Apoda ģinšu ir zvīņas, kas līdzīgi kaulu zīvīm un Dipnoi atrodas cutis kabatās. Pēdējās gredzenveidīgi ietveiļi ķermenī un sakārtotas pa trim vai četrām vienā segmentā. Ichthyophis zvīņas novietotas aiz milzu dziedzeru rindām un proti katrā kabatā 4—6 rindās, turklāt bieži stāvus. Katra zvīņa sastāv no stipri pārkalķotas segas kārtas un apakšējās izopedīnveidīgās kārtas,

108

107



109



Zīm. 107. *Salamandra atra*. Ādas dziedzēju kompleksi.
(Pēc Phisalix'a.)

Zīm. 108. *Stegocephala* vēders ar kaula zvīņām.
(Pēc Fritsch'a, no Boas'a.)

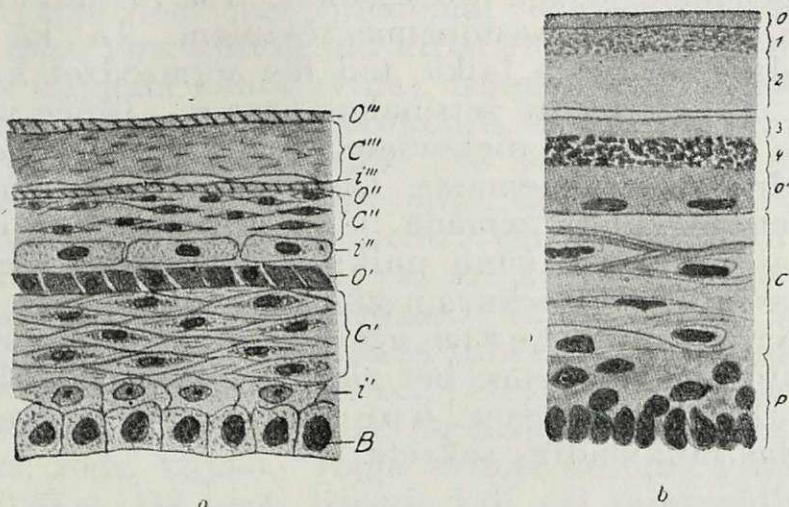
Zīm. 109. *Ichthyophis glutinosus* (Gymnophiona). Āda gargriezumā. Grl — robežkārta, Str. l — stratum laxum, Str. c — str. compactum, G. Dr — liels dziedzeris, c. Pzn — korija pigmentšūnu tīkls, Sch — zvīņa, Sch. T — zvīņas kabata, Schl. Dr — mazs glotu dziedzeris.
(Pēc Rabl'a.)

kas mazāk pārkaļķota un savukārt sastāv no plānas apakšējās horizontālu šķiedru kārtiņas un biezas augšējās ar vertikālām šķiedrām. Segas kārtai daudz nelielu, tuvināti koncentriskās rindās sakārtotu, garena izskata paaugstinājumu (squamulae). Tā kā Ichthyophis zvīņas ir tikai 1—2 mm gaļas, tad mums še ir darīšana ar rudimentāriem veidojumiem, kas tomēr spēj aizsargāt lielos dziedzerus no spiedieniem. Tālākiem pētījumiem citās ģintīs vajag rādīt, vai minētās zvīņas ir atvasinātas no Dipnoi zvīņas.

Ādas kauli kā jaunveidojumi sastopami dažām Anura sugām galvā; tālāk, bruņu vardes, Ceratophrys, muguras ādā. Šai vardei mugurā sastopamas lielāko tiesu no četriem gabaliem sastāvošas kaula plātnes. Brazilijas vardei Brachycephalus ir liela dorsāla kaula plātnē, kas saaug ar 2. līdz 7. skriemeļu dzelonveidīgiem atražiem. Kalķa ieslēgumi sastopami arī vecu krupju cutis kārtā.

Reptili ir tie mugurkaulnieki, kas vispirmie pilnīgi piemērojušies sauszemes dzīves veidam. Tas izpaužas viņu ādā, proti biezajā stratum corneum, kas nereti sastāda pusī no visa epiderma augstuma un rada komplikētas ādas maiņas. Tā pirmsais uzdevums ir sargāt dziļāk gulošos audus no iztvaikošanas un iežūšanas. Blakus minētam, tas kalpo arī mēchaniskai aizsardzībai. Lai, neskatoties uz biezo raga kārtu, āda uzglabātu savu kustības spēju, stratum corneum sadalās mazākās zvīņās vai lielākos vairogos, kas saistīti plāni pārragotām daļām. Tālākai izturīguma pastiprināšanai zemādā var uzglabāties kaula plātnes (kā Stegocephala zvīņu mantojums). Otrā reptili ādas pazīme ir tā, ka tai gandrīz nemaz nav dziedzeru. Salīdzinot ar amfibijām, reptili zemādā un pigmenta šūnās maz jauna, tikai krāsas maiņa iegūst lielāku nozīmi.

Epidermam nav daudz šūnu kārtu, caurmērā, skatoties pēc ādas biezuma, 5—10. Apakškārta, no kuļas ar daļišanos rodas pārējās, atšķirīgas ar šūnu sevišķu lielumu. Bazālās membrānas nav. Šūnas pamazām pārragojas, pildoties ar olbaltumus saturošiem keratohialīna graudiem, kas uzskatāmi kā raga masas priekšstadija. Katrā šūnā pārragojums virzās no periferijas uz iekšu. Šīm šūnām liekas būt biezas sienas. Stratum corneum parasti sadalās iekšējā irdenā kārtā, kuļā var vēl saskatīt kodolus, un kompaktā ārējā bez kodoliem. Pēdējā noslēdzas ar virsādiņu, kas var uzrādīt dažādas skulptūras, piem., zobiņus, vai sevišķi bieži mazus biezos matiņus. Pretēji amfibijām, pigmentšūnas un leukocīti epidermā sastopami tikai reti. Toties pārragojumā rodas pigmenta graudi, tā ka zvīņas bieži ir brūnas vai kā citādi krāsotas.

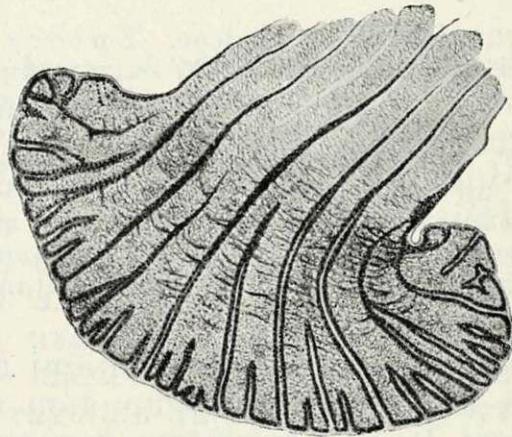


Zīm. 110. a — *Anguis fragilis* — glodene. Epidermis ar trīs vienlaičīgām epiderma ģenerācijām. O' , O'' , O''' — virsādiņas; C' , C'' , C''' — str. corneum; i' , i'' , i''' — str. intermedium; B — bazālā kārta (matrix). (Pēc Maurer'a.) b — ķirzaka *Voeltzkowia*. Epidermis ar divām kārtu ģenerācijām. O' , O'' — virsādiņa; augšējā str. corneum izšķīriama viena graudaina kārta (1) un viena homogena kārta (2). 3 — vecās epiderma ģenerācijas apakšējā str. corneum irdenā kārta, 4 — str. corneum keratohialīna kārta (= str. intermedium). C — str. corneum, p — str. profundum (bazālā kārta). (Pēc Schmidt'a, abi zīmējumi no Lange's.)

Šis epiderma miera izskats ievērojami mainās ādas maiņas laikā, un tā kā pēdējā pamazām tam sagatavojas, tad varam saskatīt pat 2 vai 3 epiderma ģenerācijas vienu virs otras. Pie tam no plakanām šūnām izveidojas 2 „ādas maiņas šūnu” kārtas, kas lieluma ziņā stipri uzkrītošas. Starp viņām izveidojas matiņi, kas liekas rodamies no pārrago-tām augšējo šūnu protoplazmas šķiedrām, bet tad ar savām galotnēm aizķeras apakšējo šūnu protoplazmā. Ādas maiņas laikā virsējās šūnas sadrūp un apakšējās pārragojas, izveidojot virsādiņu, un tur cieti matiņus. Matiņi, domājams, veicina vecās raga kārtas nomešanu, jo starp tiem sakrājas šķidrums vai gaiss. Bet matiņi var arī iztrūkt. Ādas maiņa ķirzakām un čūskām sākas pie galvas un proti ķirzakas nomet ādu lielu strēmeļu veidā, bet čūskas kā veselu, izmauktu „odzes kreklu”. Ādas maiņas nav bruņu rupučiem un krokodiliem, kuŗu raga zvīņas kļūst pamazām biezākas un platākas.

Izņemot acu dziedzeļus, reptiliem, sakarā ar stipro pārragojumu, nav īstu ādas dziedzeļu. Bet ir sastopami daži organi, kuřiem, mazākais uz laiku, dziedzeļiem līdzīga nozīme. No tiem visizplatītākās ir ķirzaku gurnu poras. Tās sastopamas daudzām dzimtām rindā (12—25) uz virsstilba

ventrālās malas, no ceļa līdz kloākai. Tās var būt abiem dzimumiem, bet biežāk sastopamas tēviņiem. Tā kā tās sevišķi palielinās riesta laikā, tad tās acīmredzot kalpo vairošanai. Domā, ka tie ir smakas organi. Tāpēc izskaidrojums, ka šīs poras ir pieķeršanās aparāts apaugļošanās laikā, gandrīz nav pieņemams. Tās rodas kā epiderma iegrimums zem tā gulošā zemādā. Šūnām stipri vairojoties vēlāk rodas pārragotu šūnu pulķis, kas mazliet rēgojas ārā no zvīņas atveras un kuļam zināma līdzība ar zīdītāja matu. Kirzakai *Lacerta agilis* šūnas ārpus riesta laika ir pilnīgi pārragotas, bet riesta periodā tās klūst mikstākas. Leguanam *Sceloporus* minētām šūnām sairstot, rodas taukveidīgs sekrēts.

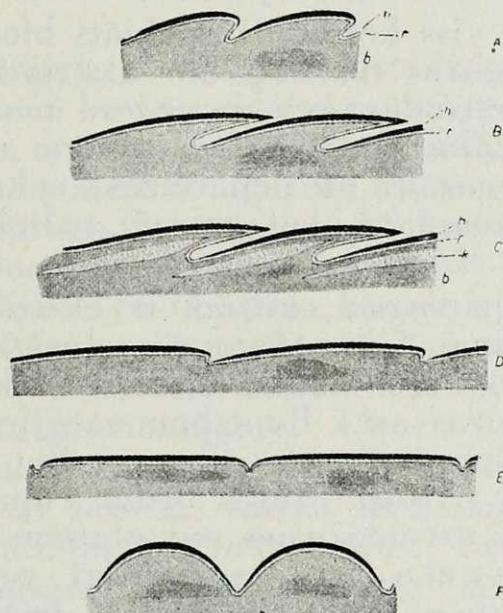


Zīm. 111. *Lacerta agilis* ♀ Augšstilba jeb femorālorgānu gargriezums. (Pēc Tölg'a, no v. Eggeling'a.)

Krokodiliem sastopami t. s. muguras organi, cauruļveidīgi epiderma ielekumi, kas spiežas cauri zemādai līdz muskuļu kārtai. Tie stiepjas vienā rindā gar katru muguras pusī un atveras starp divām zvīņām. Par to nozīmi nav nekas zināms. Par krokodīlu muskusdziedzejiem tiek apzīmētas divi mazas kabatas, kas atrodas pa vienai katrā pusē zem apakšējā žokļa pie rīkles un, līdzīgi cimda pirkstam, ir izmaucamas ārā. Tās atdala, sevišķi riesta laikā, netīru brūnganu sekrētu. Līdzīgs, bet nepāru, organs atrodas bruņu rupučiem starp apakšējā žokļa zariem; tamlīdzīgi dziedzeji sastopami arī pa vienam vai divi pāriem katrā pusē gar ķermēņa sānu šķautni. Beidzot, daudziem reptiliem redzam dziedzeļveidīgus ādas ielekumus pie kloākas atveras. Visos šos organos lieta acīmredzot grozās ap t. s. nekrobiotiskiem dziedzejiem, kuļu taukveidīgais sekrēts sastāv no sairušām, atdalītām šūnām.

Kirzaku un čūsku *raga zvīņas* ir integumentāli veidojumi, kas sastāv no irdenās zemādas papillas un stipri pārragotā epiderma. Tā kā vecākiem reptiliem, perma un triasa *Cotylosauria*, līdzīgi dažiem *Stegocephala*, bija dorsāli gareniskās rindās sakārtotas kaula zvīņas, tad pri-

mitīviem reptiliem var piedomāt segmentāli sakārtotas kaula zvīņas, virs kuļām tad attīstījušās raga zvīņas. Raga zvīņas izspieda kaula zvīņas, izņemot dažas grupas (Scincoidea, Zonuridae, Anguis, krokodili, bruņu rupuči), kuļām uzglabājušies abi zvīņu veidi. Nō šī viedokļa par raga zvīņu izejas formām uzskata tādas, kas sakārtotas segmentālās rindās un ir diezgan lielas: vai nu tās būtu šindeļu zvīņas, kas klāj viena otru, vai arī kā tās, kas bieži sastopamas ķirzaku astē un nesedzas. Vēlāk tās, lai veicinātu kustības spēju, sadalās mazākās tuberkulu un graudu zvīņas, kas var izaugt no konusiem. Graudu zvīņas sevišķi sastopamas kustīgās ādas daļās (apakšējais acu plaksts, rikles lēvars, zods, kājas). Raga zvīņas sākumā gludas. Lai kļūtu stīvākas, tās bieži izveido ķili vai jumtveidīgu izliekumu, vai palielinoties izaug ar plakanu asumu (muguras ķemme pie Iguaniidae) vai dzeloni. Citāda progresīva attīstība noved pie vairāku zvīņu sakušanas vienā vairogā. Tā čūskām dorsāli vēl piemīt pirmatnējās zvīņas, kas sakārtotas segmentālās rindās, bet ventrāli tās saaugušas lielās metamerās slejās.



Zīm. 112. Reptiliu zvīņas, gaigriezumā. A un B — ķirzakas, resp. čūskas šindeļzvīņas, C — ķirzakas šindeļzvīņas ar pārkaulojumu iekšpusē, D — šindeļzvīņas pāreja vairogā, E — īstie vairogi, F — graudveidīgās zvīņas. b — sašķaudi, h — raga kārta, k — pārkaulojums, r — stratum plasmaticum (= Malpighii). (Pēc Boas'a.)

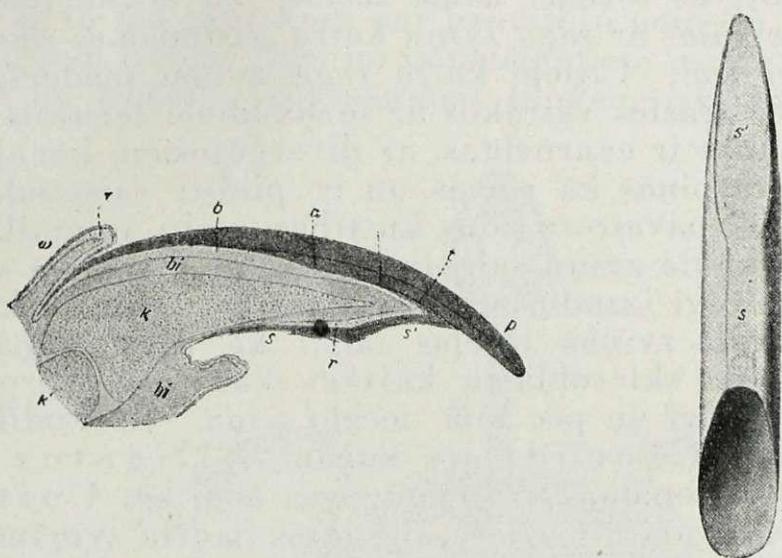
Vairogi galvenā kārtā atrodas pie galvas un, proti, ķirzakām un čūskām gandrīz vienādā sakārtojumā. Tādā kār-

tā čūskas šādu sakārtojumu droši vien mantojušas no kīrzakām. Vairogi grupējas gar žokļu malām, deguna atverām un acīm un simmetriski aizpilda starplāksmas. Šo vairogu tālākā attīstība norit līdzīgi ķermeņa zvīņu attīstībai, sakarā ar ko mēs vērojam gan vairāku vairogu sakušanu, gan sadališanos mazākos un beidzot arī redukcijas.

Bruņu rupučiem raga kārta izveido uz bruņām lielas raga plātnes, kas neatbilst zem tām gulošiem kauliem un arī netiek nomestas. Šīs raga plātnes nomet plānas kārtīņas tikai virspusē, bet no apakšas un gar malām aug tālāk. Tādēļ dažas sugas ar ziemas guļu uzrāda koncentriskus gada aplūs. Parasti vairogi pieslejas viens otram poligonālās līnijās. Tikai pie *Cheloniamembricata*, vairogu bruņu rupuča, tie šindelveidīgi klāj viens otru. Ādas bruņu rupucim (*Dermochelys coriacea*) un mīkstbruņu rupučiem (*Trionychidae*) raga vairogi sastopami tikai jaunībā un vēlāk reducējas, tā ka bruņas pārklājas ar biezū ādu. Uz galvas bruņu rupučiem raga vairogi un viņu ekstrēmitātes klātas zvīņām vai maziem vairogiem. Visiem bruņu rupučiem lūpu vairogu vietā redzam augšējo un apakšējo knābi, kas sekundāri ietekmējis zobu redukciju.

Krokodīliem viss ķermenis pārklāts bieziem ragu vairogiem. Uz muguras tie lieli un sakārtoti gareniskās un segmentālās šķērsrindās, bet uz vēdera mazākās, tāpat sakārtotās segmentālās rindās. Gar sāniem un uz ekstrēmitātēm tie klūst mazāki un nepareizāki sakārtoti. Arī šeit netiek ādas nomešana, bet vairogi palielinās periferiski pieaugot.

Visām reptīļu sugām, kuŗām ir ekstrēmitātes, piemērojoties kāpelēšanai, labi attīstījušies *nagi*. Ja tie tiek lietāti galvenā kārtā kāpelēšanai, tie stipri liekti, sāniski saspisti un nobeidzas asi. Reptīļiem-racējiem *nagi* mazāk liekti, mazāk saspisti un nav tik asi. Bet starp šīm abām formām ir daudz pāreju. Jūras bruņu rupuču *nagi*, atbilstot aiļu spurām, izveidojušies par platiem *nagiem*, vai arī tie, kā pie *Dermochelys*, pilnīgi reducēti. Līdzīgi putnu un zīdītāju *nagiem*, tie ietverti bazālā ādas krokā, *naga valnī*, un dorsālā *naga* mugura stiprāka un stingrāka par *naga* pamatni. Krokodīlu un bruņu rupuču, kā arī putnu *nagu* muguru visā viņas iekšējā plāksmā atdala epiderms, kīrzaku un zīdītāju — tikai pie pamata, no t. s. *bazālās matrix*. Starp pamatni un muguru iespiežas iedena masa, aizpildītājs-rags, kuŗu atdala kājas pirkstu galu epiderms. Šīs masas ventrālā daļa dod pamatni. *Naga* muguru sauc arī par *naga* plātni.



Zīm. 113 un 114. *Sphenodon (Hatteria)*. Apaļais nags. Pa kreisi gar-griezumā, pa labi no apakšas. bi — saistaudi; k — gala falangas kauls; p — naga plātne; s — naga pamatnes proksimālā, nenodeldētā daļa; s' — tās distālā daļa; t — terminālā kārta; w — naga valnītis.
(Pēc Boas'a.)

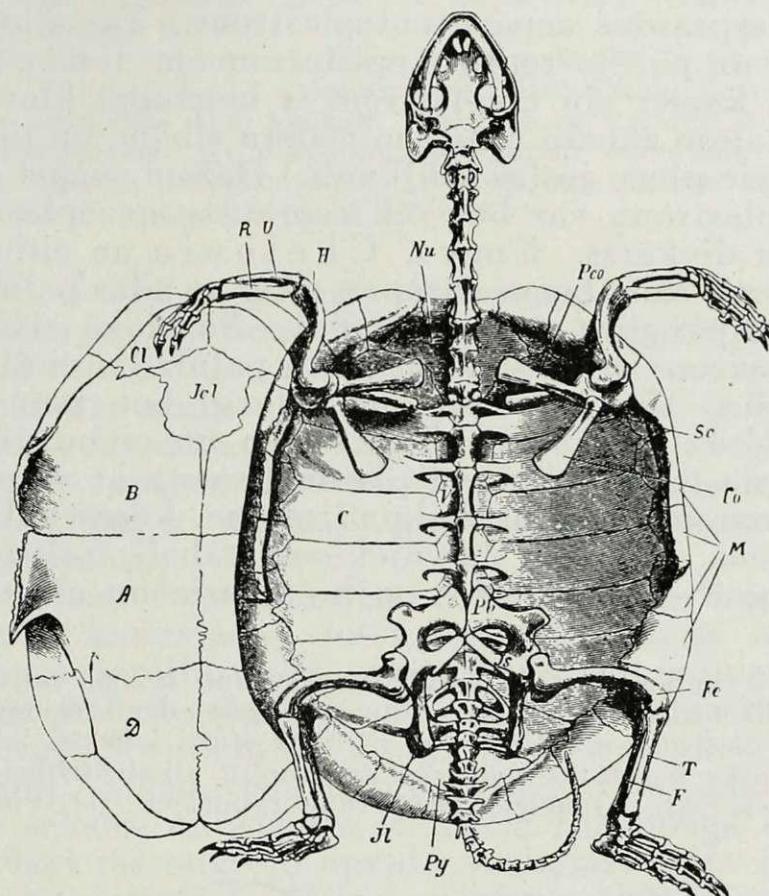
Reptīļu *korijam* ir tāds pats sastāvs kā amfibijām. Viņa augšējā irdenā kārta veido raga zvīņu papillu. Kur sastopamas kaula zvīņas, tur šī kārta ieslēdz tās kā kabatā. Tā ir pildīta ar stateniski augšup ejošām saistaudu šķiedrām, kas piestiprinās bazālām epiderma šūnām. Zem šīs guļ bieza apakšādas galveno masu veidojošā kārta no šķiedrainiem saistaudiem. To šķiedras kaimiņu plāksnītēs krustojas zem taisna leņķa un bieži pildītas melanoforiem. Pēc tam uz iekšu nāk irdenie, subkutānie saistaudi, kuļos reizēm sastopamas pigmentšūnas. Cauri šķiedrainiem saistaudiem iet daudz statenisku šķiedru, tādēļ ka horizontālās šķiedras piepēži saliecas taisnā leņķī un iet augšup. Šīs pēdējās reptīļu ādai ļoti raksturīgas. Reizēm tās stāv tuvu viena otrai blakus. Plāna, elastīga membrāna norobežo šķiedrainos saistaudus viņu iekšējā virsmā un dod daudz šķiedru, kas paceļas cauri šķiedru kārtai līdz irdenai. Gekoniem un citām ķirzaku dzimtām ar reģenerēties spējīgu asti katrai skriemeļa lūzuma vietai atbilst tāda pati zemādā. Tas tādēļ, ka šķiedru saistaudiem cauri iet šķērsplātnē no maigām fibrillām, kas viegli pārtrūkst. Bruņu rupučiem irdeno saistaudu virsējā kārta var iztrūkt. Tad zem epiderma guļ šķiedru saistaudu kārtas.

Prīmitīvas formas *aula zvīņas*, kā segmentāli veidojumi, pārkļātas ar raga zvīņu katras, sastopamas tikai dažām Sauria ģintīm. Citiem katras raga zvīņai piederīgā kaula zvīņa sadalījusies vairākos ar saistaudiem saistītos gabalošos. Kaula zvīņas ir caururbas, ar diverģējošiem kanāliem, kas virspusē turpinās kā rievas un ir pildīti saistaudiem. Tā tad šeit, lai pavairotu ādas kustības spēju, ir notikuši raga zvīņu un kaula zvīņu sairšana. Pēdējās lielākam sugu vari-
rumam pilnīgi izzudušas. Tāpat tas ir arī ar čūskām. Vi-
zas šīs kaula zvīņas izceļas tāpat kā raga zvīņas, proti,
starp divām skleroblastu kārtām, kas savā starpā atdala
cieto substanci un pēc tam ieceļo viņā. Krokodīlu kaula
zvīņas, kas *Crocodilus* sugām, *Alligator* un *Ga-
vialis*, sastopamas tikai muguras ādā, bet *Caiman* su-
gām bez tam arī uz vēdera, pieslejas Sauria zvīņām. Tās ir
segmentāli sakārtotas, katras piederīga raga zvīņai un tās
caururbj loti daudzi kanāli un rievas. Dažas no viņām vidū
paceļas kā garena līste, pār kuļu tad gul raga zvīņas kīlis.
Tās ieslēgtas starp irdeniem un šķiedrainiem saistaudiem
un iegremdējas pēdējos; pieder šķiedrainiem saistaudiem,
kaut arī tās no visām pusēm ietver mazliet irdē-
nāki. Krokodīlu sānu ādā sastopami tikai atsevišķi pārkaul-
lojumi. Kaimaniem astē dorsālie un ventrālie gabali sa-
plūst segmentālos kaula gredzenos. Pie *Caiman scler-
erops* zem katras ventrālās raga zvīņas gul divas kaula zvī-
ņas. Ar to iezīmējās pakāpenisks sabrukums, kas pie *Cro-
codilus* novēdis līdz pilnīgai kaula zvīņu izzušanai.

Tā kā *Hatteria* jau ar raga zvīņu sairšanu mazās
graudu zvīņās rāda augstu diferencējumu, tad tāpat izturas
arī tās zemāda. Pārkaulojumu nav, izņemot sīkas 0,3 mm.
garas plātnītes, kas gul pa vienai zem katras astes ķemmes
zobiņa.

Viss tiprāko ādas kaulu attīstību mēs atrodam bruņu
rupučiem. To vīduklis ieslēgts cietās kārbveida bruņās,
tā ka galva, kakls, locekļi un aste var lielākā vai mazākā
mērā tikt tais ievilkti. Raga vairogus, kas noslēdz bruņas
uz ārpusi, bet kuļu robežas nesakrīt ar to kauliem, mēs jau
pazīstam. Dorsālie ādas kauli veido t. s. *karapaksu*
(*carapax*), ventrālie — *plastronu* (*plastron*). Ādas
kaulu muguras bruņas sastāv no mediānas rindas ar vienu
priekšējo *nuchale*, 8 *neuralia* un 1—3 *pygilia*, sā-
niskiem *costalia* un malas kauliem (*marginalia*).
Neuralia pie *Thalassochelys* rodas cutis dziļākos slā-
ņos un saaug ar vīduklā skriemeļu asiem zariem. *Nuchale*
gul brīvi virs pēdējā, astotā, kakla skriemeļa un pirmā vi-

dukļa skriemeļa, ar kuru to saista ligāments (saistaudu cipsla). Tas tā tad jāuzskata par priekšējo neurale. Cheloni a neurale izceļas tieši no paplašinātiem asiem zariem un costalia no ribām. Te saskatāms filoģenetisks saisinājums,



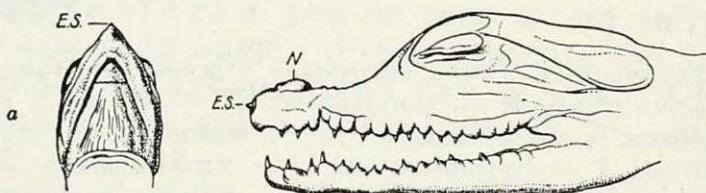
Zīm. 115. Bruņurupucis *Emys europaea*. Skelets ventrāli. V — vertebralia; C — costalia; M — marginalia; N — nuchale; Py — pygale; Cl — epiplastron; (= clavicula?); Jcl — entoplastron (= episternum); B — hyoplastron; A — hypoplastron; D — xiphiplastron; Sc — scapula; Co — korakoids; Pco — acromion; Pb — pubis; Js — ischium; Jl — ilium; H — humerus; R — radius; U — ulna; Fe — femur; T — tibia; F — fibula (pēc Claus-Grobben'a).

jo jau tas apstāklis, ka šīs daļas pie Thalassochelys rodas tai pašā slānī un laikā kā nuchale un pygalia, pierāda, ka visi šie veidojumi ir dzīlās korija kārtas ādas kauli. Tā kā costalia saaugsme ar ribām virzās no iekšpuses uz āru, tad jauniem dzīvniekiem ribu gali ir brīvi. Šāds stāvoklis dažām dzimtām pastāv ilgstoti. Bet arī daudziem purva un sauszemes bruņu rupučiem ribu iekšpusē var skaidri saskatīt ribu plātnes, kas izņemot dažas dzimtas, ir cieši saaugušas ar apmales kauliem. No šiem parasti sasto-

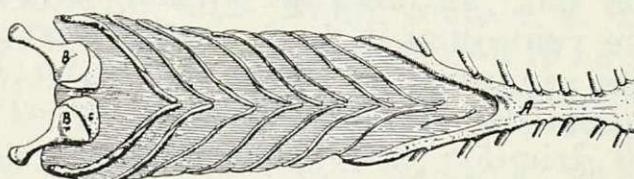
pami 11 pāri. Visi karapaksa kauli parasti savā starpā cieši saauguši.

Plastronu veido divi rindas kaula plātņu, kas no priekšas uz pakaļpusi tiek apzīmētas kā epi-, hio-, hipoun k s i f i p l a s t r o n s. Starp abiem pirmajiem pāriem parasti iespraužas nepāru entoplastrons. Tas atbilst Stegocephalia un pārējo reptīlu episternumam (i n t e r k l a v i k u l a i), kamēr abi epiplastroni ir homologi klavikulai. 3 pāri pakalējo gabalu rodas no vēdera ribām, un tiem pieslejas minētie plecu joslas klājkauli. Dažām sugām starp hio- un hipoplastronu var būt vēl iesprausts mezoplastrons, kas reizēm ir divkāršs. E m y s, C h e l o n i a un citiem šīs vēdera bruņas saistītas ar carapax tikai ar ādas palīdzību, kas jāuzskata par pirmatnēju stāvokli. Augstākā attīstības pakāpē plastrons ar tā saucamā tilta palīdzību cieši saaug ar marginalia. Šīs tilts sākumā šaurs, bet pamazām top platāks, līdz beidzot pie T e s t u d o un citām ģintīm hio- un hipoplastrons visā savā platumā saaug ar carapax. Parasti plastrons ir viengabalaina plātnē, kuļas gabali savienoti šuvēm. Jauniem dzīvniekiem gabali saistīti ar ligāmentu un vidū starp hio- un hipoplastronu atrodas atvera nabai.

Ūdenī vai amfibiotiski dzīvojošām sugām, tā tad vairumam, visas bruņas būvētas plakani, lai varētu labi šķelt ūdeni. Sauszemes bruņu rupučiem plastrons ir līdzens, bet carapax stipri izliekts, lai, gadījumā, kad dzīvnieks nokrīt uz muguras, tas varētu atkal atritināties atpakaļ normālā stāvoklī. Jauniem ādas bruņu rupučiem (D e r m o c h e l y s)



Zīm. 116. Bruņu rupuča *Chelone* (a) un krokodīla (b) oltulzinas (ES). N — deguna atvera. (Pēc Röse's, no Lange's.)



Zīm. 117. Krokodīla vēdera ribas. A — sternum, B — pubis. (Pēc Brühl'a, no Peyer'a.)

biezajā ādā mēs atrodam mozaīku no stūrainām vai apaliskām tumši brūnām raga zvīņām. Šīm zvīņām vēl var saskatīt šūnu robežas, tā tad tās ir maz pārragotas. Vēlāk zem tām attīstās tāpat veidotās kaula zvīņas un raga zvīņas reducējas. Arī uz vēdera raga zvīņas vecumā izzūd. Arī kaula zvīņas gandrīz pilnīgi reducējas, tā ka veciem dzīvniekiem sastopamas tikai to vājas atliekas, tomēr vienmēr vēl sakārtotas piecās ventrālās gareniskās rindās. Šo kaula zvīņu mozaīku kopā ar raga zvīņām apzīmē par *e p i t h e c a*. Tam pretī stāv pārējo bruņu ruļļu ādas bruņas — *t h e c a*. Abām grupām kopēji ir tikai margināl-kauli. Pie *D e r m o c h e l y s* sastopamas tikai tēkalo elementu pēdas. No *carapax* sastopams tikai nuchale. *Neuralia* un *costalia* iztrūkst, kaut arī ribas paplašinātas. No *plastrona*, kā iegareni veidojumi, sastopamas visas daļas, izņemot entoplastronu. Šo veidojumu izskats atgādina vēdera ribas, bet tie savienojas vienā gredzenā.

Putni. *K o r i j a* pamata substance šeit veidota no šķiedrainiem saistaudiem. Sevišķi pie tā apakšējās robežas fibrillas ir cauraustas ar smalku, horizontālā virzienā ejošu elastīgo šķiedru tīklu. Šķērssvītroto muskuļu šķiedru nav; par to gludā muskulātūra stipri attīstīta un izveido vidējo korija kārtu, spalvu muskuļu kārtu (*s t r a t u m m u s c u l a r e*). Spalvu muskuļi piesaistās spalvu makstīm ar elastīgām cīpsslām.

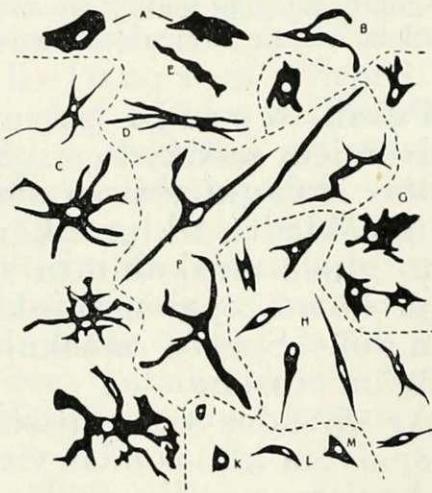
Ar virsādas vājo attīstību izskaidrojams tas, ka ko-rijs spalvām klātās ādas vietās nepaceļas starp ādas epi-tēlu konisku papillu veidā. Šādi veidojumi sastopami tikai uz knābja, pirkstu pēdas, kā arī sevišķiem ādas izveidņiem (knābja stūru lēvariem pie lizdguljiem, kas mēdz plaši at-plest knābi). Dažu vistu putnu kailā kakla ādai, kā arī *G a l l u s* sekstei un knābja lēvariem raksturīga ārkārtīga cutis, sevišķi tās augšējo apvidu vaskulārizācija (tā ir ļoti labi apgādāta asinīm). Mazie un vismazākie asinsvadi šeit sanāk kopā, lai izveidotu tā saucamo sūklveidīgo ķermenī. Periodiski šāds asinsvadu tīkls kā bieza kārta rodas zem perējamā lauka uz vēdera.

Maigais un plānais *e p i d e r m s* būvēts no daudzkār-taina, lielāko tiesu tikai no nedaudzām šūnu kārtām sastā-voša epitelā. Šūnas, kam bazālā kārtā vēl cilindrisks vai kubisks izskats, uz *virspusi* arvien vairāk saplacinās. Pašā augšā kā raga kārta (*s t r a t u m c o r n e u m*) atšķirībā no kodolu vai glotu kārtas (*stratum germinativum* sive *mal-pighii*) dzīlākiem šūnu slāņiem, guļ pilnīgi pārragota virs-ādiņa, kas pastāvīgi nolobās.

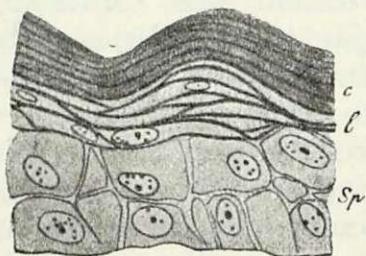
Daudzām sugām stipri sabiezinātā un spilgti (lipochrōmatiski) krā-sotā āda pie knābja pamata ir mīksta un kā *v a s k a* āda ietvei ārējo deguna ieeju. Turpretim distālā daļa, vismaz knābja gals, parasti izce-las ar spēcīgu *stratum corneum* izveidojumu, no kā rodas *raga knābja maksts* (*r h a m p h o t h e c a*). Šeit griezumos var skaidri saskatīt no 2 līdz 3 šūnu kārtām sastāvošu *s t r a t u m g r a n u l o s u m*, kas iesprausts

starp stratum germinativum un stratum corneum un kuļa šūnas pildītas ar rupjiem eleidīna (keratohialīna) graudījiem. (Pēc dažu autoru uzskata, tie esot keratīna priekšpākāpe.) Tie piepilda lielāko daļu raga kārtas šūnu. Vaskādas un ramfotekas robeža bieži ir asa, bet ne vienmēr. Reizēm vaskāda biezi spalvota. Daudzām šķirām vaskāda izzūd pavisam; tad raga maksts sniedzas līdz knābja saknei un, vienmēr kļūsstot plānāka, pāriet bez skaidras robežas galvas ādā. Dažām grupām tā ir visu laiku vai arī tikai embrionālās stadijās salikta no vairākiem atsevišķiem gabaliem. Šādus, skaidri norobežotus putnu knābja raga vai-

119

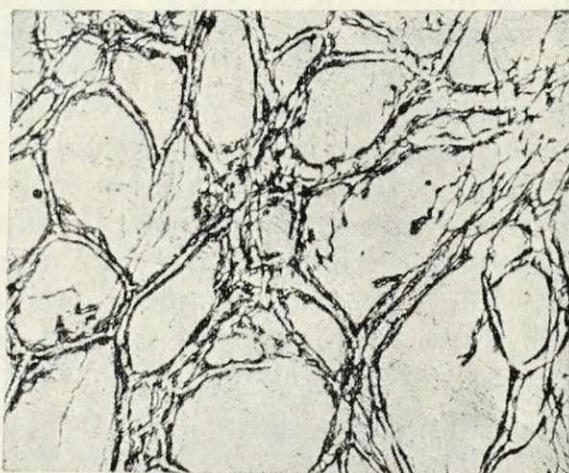


118



Zīm. 118. *Coccothraustes*, dižknābis jeb svirpis. Vēdera ādas epi-dermi s. c — stratum corneum; l — saplacinātās str. germinativum augšējās šūnas ar raga pavedieniem plasmā; Sp — str. germinativum dzīlākās kārtas. (Pēc Greschlik'a.)

Zīm. 119. Dažādu formu pigmentšūnas no putnu ādas.
(Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)



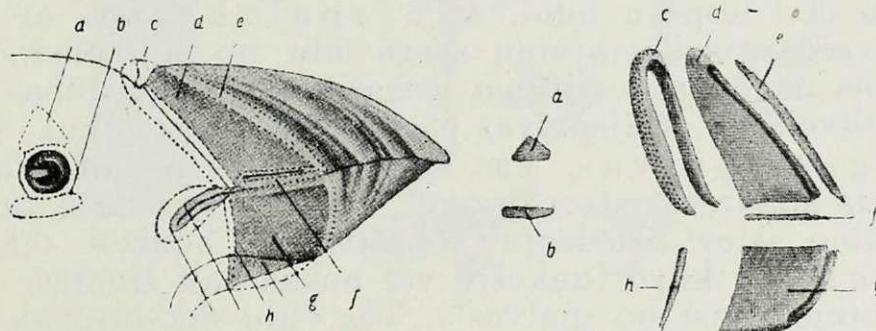
Zīm. 120. *Corvus cornix*, pelēkā vārna. Āda. Caurspīdīgs preparāts vājā palielinājumā. Asinsvadus ietver pigmentšūnas. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

rogus ir mēgināts homoloģizēt ar reptīlu raga vairogiem, kas apsedz acu priekšas galvas kausa reģionu un apakšzokli.

Parasti cutis knābī vāji attīstīta un kā plāns saistaudu pārvalks atdala periostu no epiderma, starp kuļa pārragotām kārtām raida papillas. Pēdējās ir jo gaļākas, jo stiprāk attīstīta raga kārta. Šīs papillas patur savu funkcionālo nozīmi arī pieaugušiem dzīvniekiem. Tās ir kā saistaudu konusi, caur kuļiem iet asinsvadi, kas baro epiderma šūnas, jo knābja augšana nekad pilnīgi neapstājas. Gar papillām notiekošā jauna raga šūnu materiāla rašanās lielāko tiesu novēd pie tā, ka raga maksts izvirzās no sava pamata uz priekšu. Šī kustība tad izpaužas kā knābja pagarinājums vai tā formas maiņa.

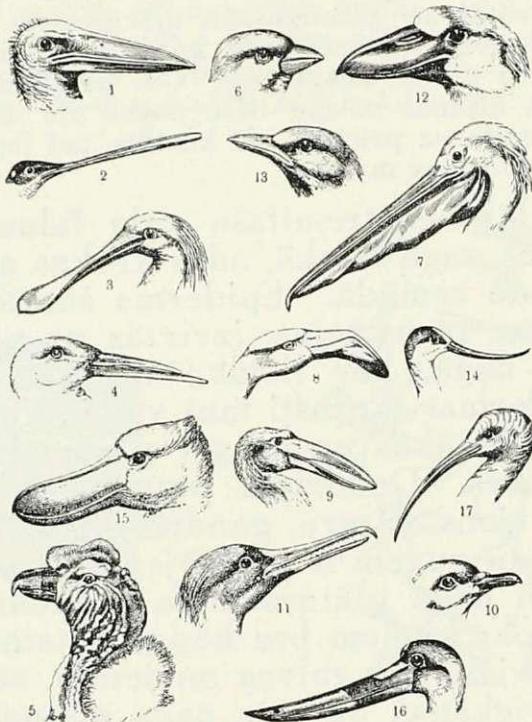
Putnu pakalējo ekstrēmitāšu gala falangas apgādātas *nagiem*, kas rodas naga ielokā, ādas krokas apsegta epiderma šūnu iegremdē zemādā. Epiderma šūnas tur pastāvīgi vairojas, pamazām pārragojas, izvirzās uz priekšu un beidzot savienojas nagā, kas lielāko tiesu ir līks un kam a p a l ā n a g a forma. Parasti tanī var izšķirt dorsālu n a g a p l ā t n i no cietākas un n a g a p a m a t n i no mīkstākas raga substances. Daudziem putniem, kas nemaz nav tuvā radniecībā viens ar otru, gandrīz simmetriski būvētam kājas trešā pirksta nagam ir īpatnējs veidojums. Proti, iekšējā, retāk ārējā naga plātnes mala apgādāta ķemmveidiņiem izcilņiem, par kuļiem bez kāda pamata domā, ka tie kalpo spalvu, sevišķi pie galvas novietoto, sukašanai. Par šā veidojuma priekštēci uzskata naga plātnes paplašinājumu nesegmentētā kasītājā, kas sastopams pie ļoti daudzu putnu vidējā naga. Pirkstu nagu periodiska atjaunošanās līdz šim pazīstama tikai *Tetraonidae* (mežu vistām), kur tā notiek riesta laikam beidzoties.

Rokas pirkstu nagi lielākam putnu vairumam pavism reducēti, bet tomēr dažām grupām tie vēl sastopami diezgan lieli, galvenā kārtā uz īkšķa, retāk uz 2. pirksta. *Struthio* nagi reizēm ir arī uz trešā pirksta.



Zīm. 121. *Fratercula arctica* (Alcidae, papagailgarļaka). Pa labi attēlotie ādas veidojumi (a—h) papildina putna rotu vairošanās laikā. Vasarā tie nokrit. Pa kreisi — parastais stāvoklis; ar punktētām līnijām apzīmētas vietas, kur šie izrotājumi attīstās. (Pēc Bureau, no Stresemann'a.)

No nagiem jāatšķīt pieši. Tie ir asi raga konusi, kas kalpo kā uzbūceja ieroči un kuļus var atbalstīt kaula pauguriņš. Tie atrodas vai nu uz metatarsus (Phasianidae), metakarpāliem kauliem (Chau-na) vai arī uz os centrale radiale.



Zīm. 122. Putnu knābju tipi. (Pēc Leunis-Ludwig'a.)

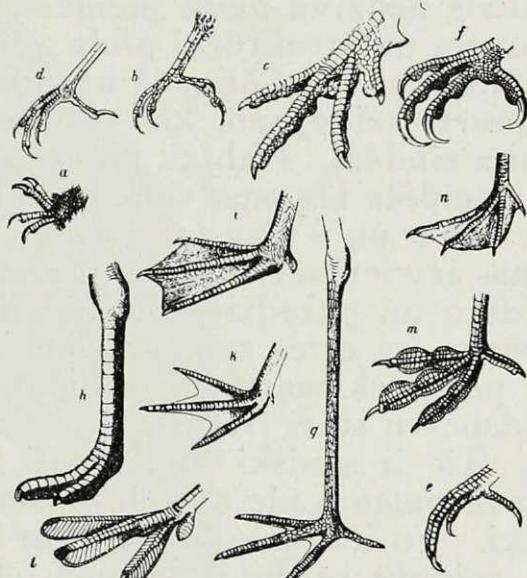
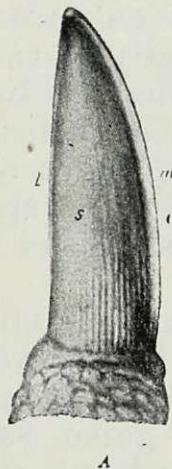
No visiem putnu integumenta veidojumiem viskomplīcētākā uzbūve ir *spalvām*. Tā kā sākumā pēc vienāda tipa būvētos spalvojuma elementos iestājies tālejošs diferencējums, tad ir izveidojušās spalvas, kas var izpildīt tikai vienu vienīgu uzdevumu. Tagad mēs vienam un tam pāšam putnam izšķīram lielās lid- un stūres spalvas, kas tam dod iespēju lidot, klāj spalvas, kas ar savu dakstiņveidīgo sakārtojumu sargā ādu no mitruma, dūnas, kas uzņēmušās siltuma aizsardzību, pūderdūnas, kas rada talkveidīgu, klājspalvas pārpūderējošu smelkni, sarvēidīgas spalvas, kas kalpo taustes maņai, vai kā skropstas aizsargā redzes organu, otru spalvas, kas uzsūc ēļlaino astes dziedzeļa sekrētu, un beidzot diegus spalvas, par kuļu funkciju vēl nekas nav zināms.

„Putnu pazīst no spalvas“. Tās viņu raksturo kā tādu un pirmā kārtā dod iespēju atšķirt to no citiem Sauropsida. Tādēļ ir saprotams, ka sevišķi no sistēmatiskās pusē spalvojumam arvien bijusi svarīga nozīme. Kaut gan spalvas savā attīstībā uzskatāmas par „korija orgāniem“, jo, līdzīgi reptīļu zvīņām, to izejas punkts ir cutis papilla, tad to-

mēr galīgi izveidojusies spalva ir tīri epidermāls veidojums un, proti, ārkārtīgi komplikēts. Galīgi attīstīta spalva sastāv no ass, kuļas apakšējā tukšā un caurspīdīgā daļa, spalvas kāts, atrodas kausveidīgā ādas maisā, follikulā. Pēdējā sienas sastāv no saistaudu pamatkārtas, kas cēlusies no zemādas un no epitēliālā izklāja. Ar gaisu pildītais kāts satur irdenu, baltu raga masu (spalvas dvēsseli), kamēr visa augšējā ass daļa (spalvas stumbrs) pildīta ar serdi, kas atgādina kliedeļu serdi un veidots no gaisu saturošām pārragotām šūnām. Dažām spalvām stumbrs pamatā zarojoties dod vēl vienu blakus jeb sānu stumbru. Stumbra katrā pusei simmetriski atiet spalvas zari (rami). Tie ir saspieras plātnītes, kuļu virsmas cieši pieguļ viena otrai, bet malas vērstas uz augšu un apakšu. Stumbram uz visas viņa ārējās virsmas ir raga apvalks, kā spalvas kāta sienas turpinājums. Šīs sienas izliekto virspusi stumbrs piepatur savā uz āru vērstā virsmā, bet iekšējā, pret putna ķermenī vērstā stumbra virsma ir visā viņa gaļumā rievveidīgi iedobta. Šī mediālā rieva ir uz apakšu pret spalvas kātu saplacināta un atveļas nabaviedīgā bedrītē, kas ved spalvas kāta iekšienē un noslēdzas ar irdenās baltās raga masas (spalvas dvēseles) aizbāznīti.

124

123



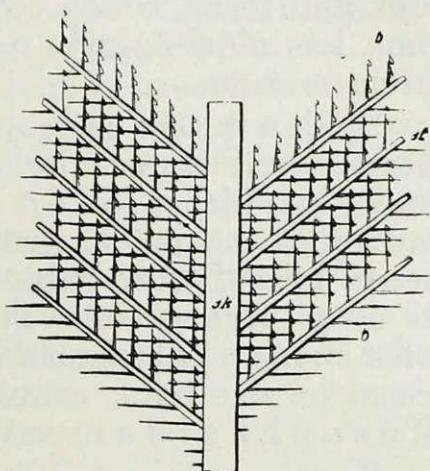
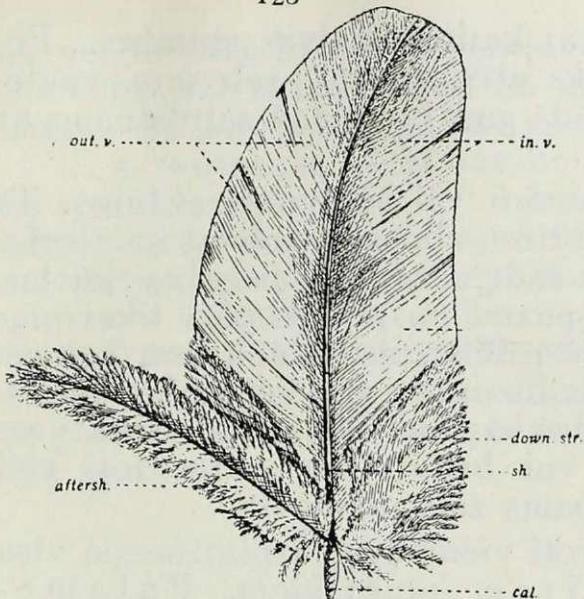
Zīm. 123. Krauklis. Labās kājas vidējais nags, no apakšas. s — naga pamatne; m — mediālā mala; l — laterālā mala. (Pēc Boas'a.)

Zīm. 124. Svarīgākās putnu kāju un nagu formas. (No Claus-Grobben'a.)

No katra ramus augšējās malas savukārt simmetriski atiet divas lancetveidīgas plātnu rindas, *s t a r i* (*r a d i i*). Vieni no šiem stariem vērsti uz spalvas galu (distāli) un atiet no zara zem 40 gradu leņķa. Proksimālie stari atiet zem asāka leņķa un ir mazliet izliekti. Pirmie tiek apzīmēti par āķu *s t a r i e m*, jo no viņiem kā „skropstas“ atzarojas atsevišķi raga izcilnīši, kas galos āķveidīgi saliecoties, dod pieķeramos organus (*h a m u l i*). Tie ieķeras vairākos viens aiz otra novietotos iepriekšējā zara pakaļējās malas loku stariem. Šie āķu stari un to āķīši pie pamata pagriezti, un šāda ass pagriešanās spēlē lomu āķu un loku staru savienojumā un palielina spēju pretoties spiedienam un stiepei, kam padotas plātnītes. Āķu stari atrodas virs loku stariem un krusto tos zem tuvīni taisna leņķa. Ar saviem āķīšiem tie ieķeras ieliektā loku staru dorsālā malā tādējādi, ka katrs viena āķu stara āķītis tur otru loku staru. Ar šādiem brīnišķiem, spalvu funkcijai apbrīnojamā kārtā piemērotiem struktūras apstākļiem tiek radīts vienkopus, pa daļai gaisa necaurlaidīgs un tomēr ļoti kustīgs „vēdeklis“. Pēdējais, pateicoties katras atsevišķās spalvas daļīnas elasticitātei, kā arī viņu slīdošām kustībām, augstākā mērā elastīgs. Materiāls, no kuŗa konstruēta šī brīnišķā gatavā un lietošanai derīgā spalva, sastādās bez izņēmuma no totāli pārragotām un tādēļ mirušām epiderma šūnām. Šis varbūt, ir ievelojamākais nedzīvu audu piemērs, kas pateicoties savam sakārtojumam un struktūrai pilda vēl dzīvā organismā svārīgākās funkcijas. Kā āķu, tā arī loku stari ir histoloģiski vienādi būvēti veidojumi, kas cēlušies no vienkāršām pārragotu šūnu rindām. Dabīgi, ka aprakstītā struktūra ir vispilnīgāk izveidota tām spalvām, kas aktīvi piedalās lidošanā (*l i d s p a l v a s* un *s t ū r e s* *s p a l v a s*). Lidošanas spēju reducēšanās ir vienmēr saistīta ar redukciju spalvu uzbūvē. Strausveidīgo un paradīzes putnu sānu krāšņuma spalvām, kā arī spārnu un astes spalvām nav „skropstu“, bet kazuāriem nav pat 2. šķiras staru (*radiju*).

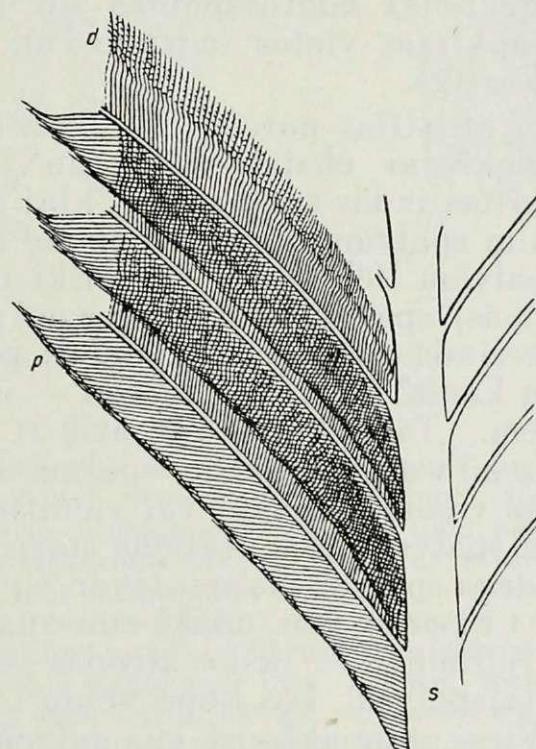
Kā līdspalvu stari (*radii*), tā arī zari (*rami*) ir stipri diferencēti. Tie ir sāniski saplacināti, rokai līdzīgi veidojumi, kas savā pamatā pie ass visaugstāki, bet tālāk uz augšu top zemāki. To iekšiene pildīta ar lielu, gaisu saturošu kambaļu veidotu serdes substanci. Šo kambaļu sakārtojums pa daļai rēgulārs, vienā, divās vai trijās rindās. Katra zara (*ramus*) dorsālā un ventrālā daļa ir resnāka.

Spalvu forma ārkārtīgi mainās. Tas galvenā kārtā vedams sakarā ar zaru dažādo attīstību dažādā spalvas stumbra augstumā. Dažreiz vēdeklis sastopams tikai galā, reizēm tikai ass pamatā; beidzot, vēdeklis var arī pilnīgi iz-



Zīm. 125. Putna spalva. Schēma. Aftersh. — sānu spalva; cal — spalvas kāts; doun. str. — vēdeklā dūnainā bazālā zōna; in. v. — iekšējais vēdeklis; out. v. — ārējais vēdeklis; sh — galvenais stumbrs. (Pēc Chandler'a.)

Zīm. 126. Spalvas gabals, schēmatizēts. sk — kāts, st — zars, b augšā — distālās rindas stari ar ākišiem, b apakšā — proksimālās rindas stari. (Pēc Boas'a.)



Zīm. 127. Kaijas *Larus marinus* klājspalvas gabals ar 3 zariem. Zaru gali nogriezti. d — distālie zari, b — proksimālie stari, S — kāts. (Pēc Boas'a.)

trūkt, tā ka paliek pāri tikai kailais spalvas stumbrs. Pēdējā gadījumā rodas sevišķs stīvs „mats“ jeb sars, veidojums, kas morfoloģiski nekādā gadījumā nav salīdzināms ar īstiem matiem.

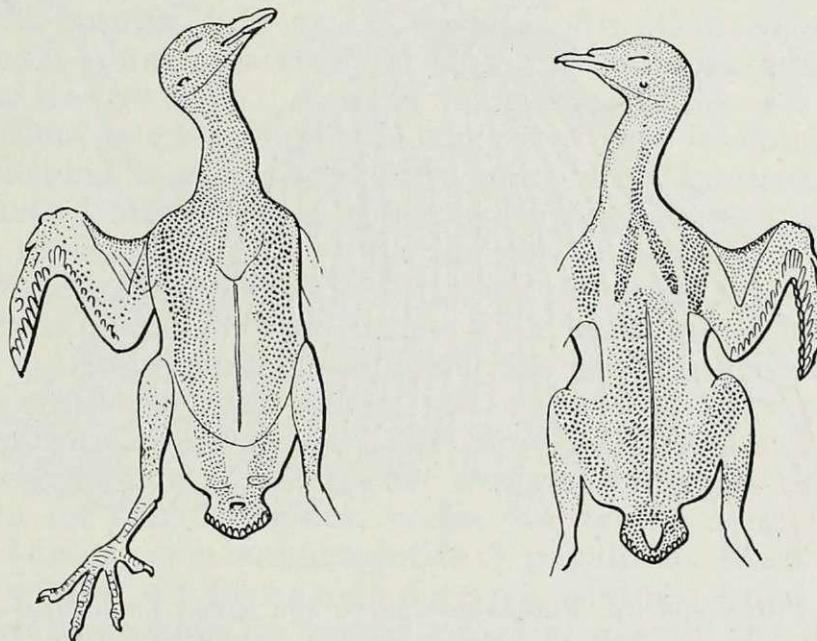
Spalvu krāsu rada pigmenti vai spalvu struktūra. Tā spīdīgā metallkrāsa (lielāko tiesu zila vai violeta) ir interferences parādības sekas, ko radījušas plānas raga kārtas. Caurejošā gaismā šī krāsa pazūd un paliek pāri tikai pigmenta krāsa. Arī baltā krāsa ir struktūras krāsa, kas cēļas no pilnīga gaismas staru lūzuma gaisu saturošās, pārragotās šūnās. Zaļā krāsa rodas savienojoties zilai struktūras krāsai ar dzeltenu, oranžu vai brūnu pigmentu; ļoti reti (Musophagidae) sastopams zaļš pigments.

Kontūrspalvas ir tikai reti vienmērīgi izplatītas pa visu ķermenī, kā, piem., Ratiāte, pingvīniem, Palamedēiem. Ja spalvas grib atvasināt no zvīņām, tad šo stāvokli uzskatīs par pirmatnējo. Tomēr mūsu dienās dzīvojošiem putniem tas droši vien ir sekundārs. Uz to norāda apstāklis, ka strausveidīgiem embrionāli novērots spalvu sakārtojums laukumos, kas raksturīgs vairumam pieaugušo putnu. Vienmērīgais sakārtojums strausveidīgiem parādās tekai sekundāri. Laukumi (pterylae) rodas no tā, ka zināmās vietās sagrupējas kontūrspalvas un starpās paliek pāri spalvām neapklātas vietas (apteria). Dūnu sagrupējums nav tik kārtīgs.

Sevišķi stipri attīstītas parasti tās kontūrspalvas, kas piestiprinātas priekšējai ekstrēmitātei un veido spārnus. Tāpat stipri attīstītas ir tās spalvas, kas klāj pigostilu (astes kaulu). Visām šīm spalvām galvenā nozīme lidošanā. Starp spārnu jeb lidspalvām lieluma ziņā sevišķi uzkrītošas t. s. galvenās (vicināmās) spārnu spalvas (remiges), kas piestiprinātas vienā rindā spārna pakaļmalai; pa daļai tās atbalstās uz elkoņa kaula, ulnas, pa daļai — uz metacarpus un pirkstiem. Tādā kārtā var atšķirt elkoņa un plaukstas spalvas. Plaukstas spalvu skaits maz mainās. To ir gandrīz vienmēr desmit vai vienpadsmiņi, reti divpadsmiņi. Elkoņa spalvu skaits svārstās starp sešām un trīsdesmit. Citas spārna spalvas mazas; tās ir spārna klājspalvas (pectrices), kas apakš- un augšpusē sakārtotas rindās. Uz rudimentārā īkšķa atrodas sevišķas spalvas (vicināmās un klājspalvas), kas kopā veido īkšķa spārnus (alula). Virs- un apakšpusē gar galveno spārnu spalvu pamatu atrodas viena rinda lielu klājspalvu; tās ir tā sakārtotas, ka katrai vicināmai spalvai atbilst viena apakš- un viena virspuses klājspalva. Daudziem putniem sastopa-

ma vēl tā savādība, ka piektā elkoņa spalva, skaitot no plaukstas, iztrūkst, lai gan tai piederīgās klājspalvas sastopamas. Šo stāvokli sauc par a kvinto kubitālu.

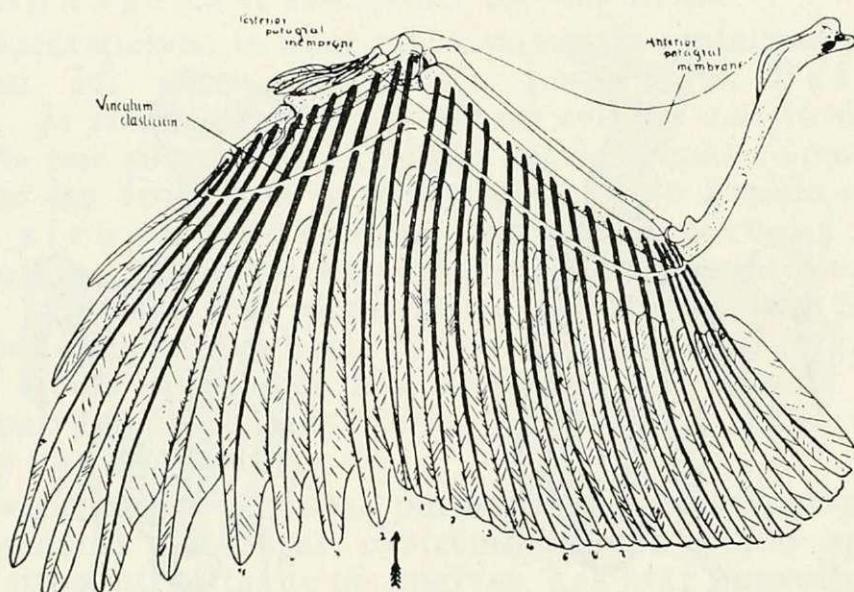
T. s. putnu „aste“ sastāv no lielām kontūrspalvām, stūres spalvām (*rectrices*). *Archaeopteryx* vēl neredcētā astē stūres spalvas atradās vienā gareniskā rindā gar astes skriemeļu abām pusēm. Kā astes redukcijas sekas mūsu dienu putnu stūres spalvas sakārtotas apmēram vienā šķērsrindā uz pigostila. Lidspalvām vēdeklis tai puse, kas piegūl spārna malai, daudz šaurāks kā tanī, kas vērsta pret kermenī. Katra spalva pārklāj ar savu malu sekojošo spalvu no mugurpuses.



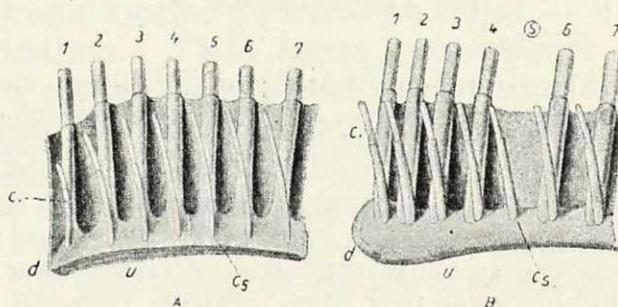
Zīm. 128. Mājas baloža pteriloze. Pteryiae puncteti, apteria balti.
(Pēc Leunis-Ludwig'a.)

Ja spārns saklauts, tad tā lidspalvas uzbīdītas viena otrai virsū un lielāko tiesu pārklāj viena otru. Izplākšnotā spārnā tās turpretim izpletušās kā atvērta vēdeklā spiekīši, kas tikai nedaudz pārklāj viens otra malas. Šādu izplešanos sakarā ar spārna atvēršanos rada tās elastīgās saites stiepe, kas iet paralleli skeletam no spalvas kāta uz kātu. Šī saite spārnam sakļaujoties atslābst, bet atveeroties atkal izstiepjas un tādā kārtā bez sevišķas muskuļu darbības patstāvīgi ļauj lidspalvām ieņemt zināmu stāvokli vienai pret otru. Jāņem vērā, ka lidspalvas piestiprinātas kaulam tādā kārtā, ka tās var mazliet griezties ap savu asi. Šai atsevišķu lidspalvu griešanās spējai kopā ar visa spārna griešanās spēju liela nozīme lidošanā. Tā kā abi spalvas vēdeklī ir nevienādi, tad gaisa pretestība iedarbojas stiprāk uz platāko un griež to augšup, ja spalva tiek kustināta lejup. Ja spalva turpretim tiek celta, gaisa pretestība spiež to lejup. Spārnam nolaižoties, tā tad spalvas vēdeklā

platās daļas visur vērstas augšup, šaurās lejup attiecībā pret kaimiņspalvām. Sakarā ar to spārna virsma jo ciešāk noslēgta. Pretējs rezultāts spārnām celoties. Tad spārna virsma, gaisa spiediena ietekmēta, atvejas aizlaidnes veidā. Šo apstākli izskaidro tā, ka lai iegūtu kustības grūdienu, spārnām lejup atvēžoties jārada pēc iespējas liela, gaisa necaurlaidīga virsma ar lielu pretestību. Spārnām paceloties, turpretim tā virsma kaula asij liecoties top mazāka un spalvām sagriežoties laiž gaisu cauri. Tādā kārtā gaisa pretestība iespējami samazinās. Plaši pieņemtajam uzskatam, ka spārna funkcijas galvenais moments ir spraugu atvēšanās starp spalvām, kas ļauj iet cauri gaisam, kustinot spārnu uz augšu, ir celti iebildumi. Un, proti, ir pierādīts, ka arī gadījumos, kur spārna virsma bij salīmēta, tas neatstāja nekāda iespaida uz lidošanas spēju. Bet droši vien spalvu apakšpusei un viņu automatiskai pārstatīšanai ir lielākā nozīme gaisa virpuļu novēršanā.



Zīm. 129. Putna spārns. Plaukstas spalvu (pa kreisi no bultas) un rokas spalvu (pa labi no bultas) piestiprinājums skeletam. (Pēc Pycraft'a.)



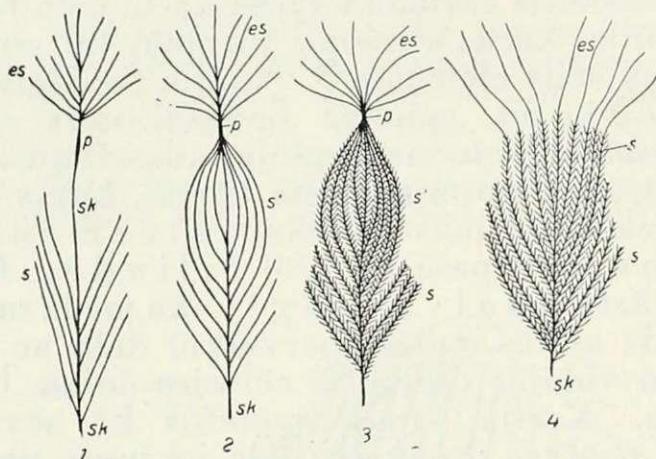
Zīm. 150. Fazāna (A) un ērgļa (B) apakšdelma distālais gals. C₁ un C₅ — pirmā un piektā dorsālā klājspalva, skaitot no ulnas (U) distālā gala (d). 1—7 — I—VII rokas lidspalvas. Ar gredzenu apvilktais 5 apzīmē vietu, kur ērglim iztrūkst 5. lidspalvas («a k v i n t o k u b i t ā - l i s m s s»). (Pēc Wren'a, no Boas'a.)

Kontūrspalvu uzbūves izpratni atviegina skats to attīstībā. Jauniem dzīvniekiem tā tiek parasti ievadīta ar lizdas dūnas (neoptila) izveidošanos. Sakarā ar pastiprinātu epiderma un korija šūnu vairošanos, āda sāk pacelties plakanā uzkalniņā, kuļa malas pamazām iegrīmst aplaveidīgā grāvītī. Izceļas ātri gaļumā augoša un lielāko tiesu kaudāli noliektā papilla, kuļas elementi turpinās tai no visām pusēm piegulošās ādas elementos. Papilla pārklāta ar epidermu (epitrichium), gandrīz bezstruktūras raga kārtu, kas homologa maza putnēna augšējai ādas šūnu kārtai. Uz iekšu nāk stratum germinativum kārtas, kuļas var izšķirt sadalījumu iekšējās maksts šūnās, intermedīārās jeb stārpusūnās un (pašā apakšā) cilindrussūnnās. Pēdējo šūnu kārtu spalvas dīglī (kā mēdz saukt saistaudu papillu līdz ar tās epitēla pārvalku) dala no korija šūnām plāna, no vidējās dīglīpas cēlusies ādiņa, bazālā membrāna. Korija šūnas iespiežas kā sevišķi asinsvadiem bagāta pulpa spalvas dīglī iekšpusē un izveido gaļumā augošu, ar epitēlu pārvilktu konusu. Iekšējās maksts šūnās sākas ātri progresējošs pārragojuma process, tā pastiprinot par raga makssti apzīmēto mantiju, kas kā sargājoša sega ietvei spalvas aizmetni un sākumā ir norobežota uz āru ar peridermu. Tai pašā laikā, kā vēlākā spalvas dalījuma iezīmi, intermediāro un cilindrussūnu masu sāk izveidot epitēla līstes, kas aplveidīgi ietvei pulpu, un starp kuļām arvien dzīlāk iespiežas bazālā membrāna. Tā šķērsgrīzumā pulpa iegūst zvaigžņveidīgu izskatu.

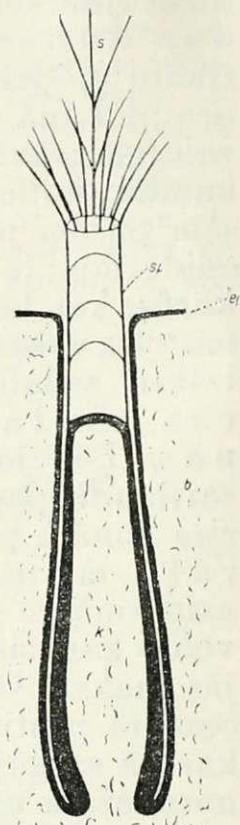
Zaru un staru aizmetņi rodas vienīgi tikai no intermediārām šūnām, tām sakārtojoties 3 parallēlās šūnu grupās: aksiālā plātnē (interradiogenā plātnē), kuļu pa labi un pa kreisi pavada pa vienai laterālai plātnei (radiogenās plātnes).

Katrā līstē no vienas radiogenās plātnes rodas distālā, no otras — proksimālā spalvas zara staru serija. Iekšējā, pulpa pievērstā, epitēla līstes malā abas radiogenās plātnes savienojas stabā, kas pamazām paceļas no interradiogenās plātnes daļas un dod materiālu šeit piederīgam zaram. Šo stabu sauc par ramogenstabu. Atsevišķie ramogenie stabi, šķirti viens no otra tikai ar neuzkrītošām, ātri izzudošām primārām pulpas septām, kā ramogencilindrs ietvei pulpu.

Beidzot epitēla līstes nospiež pulpas septas pavism, tā ka divu kaimiņu līstu viena otrai pretī stāvošas cilindra šūnu kārtas savienojas „robežplātnē“. Turpretim ramogenstabus uz iekšu (pret pulpu) norobežotājas cilindrussūnas savienojas „pulpas epitēlā“.



Zīm. 131. Pirmatnējās (lizdas) dūnas. 1, 2 — gulbis; 3, 4 — balodis. Visas savienotas ar nākošās spalvas galotni. es — pirmatnējās dūnas zari, p — tās spole, s — spalvas zari, s' — distālie zari, savienoti ar embrionālo dūnu, sk — spalvas kāts. 1. un 2. visiem zariem ir starci (arī uz es), bet tie nav šeit attēloti.
(Pēc Boas'a.)



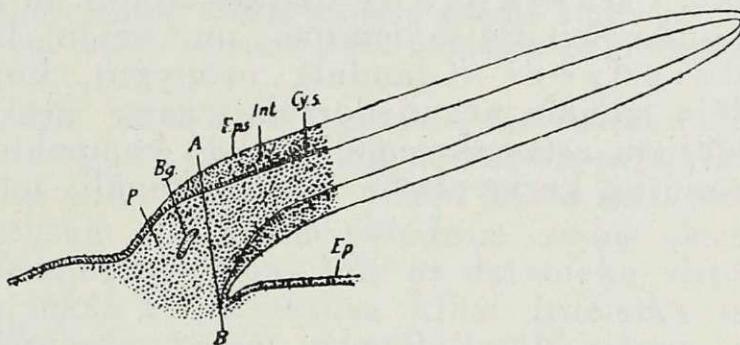
Zīm. 132. Pirmatnējā (lizdas) dūna, zem kuļas redzams nākošās spalvas dīglis (k). b — saistaudi, ep — epiderms, sp — pirmatnējās dūnas spole, s — kāts. (Pēc Boas'a.)

Tālākā veidošanās norise pastāv galīgā epiderma pēcnācēju diferencējumā. Tai pašā laikā turpinās arī to pārragojuma process. Pie tam radiogenās plātnes elementi sakārtojas vienā vienīgā šūnu rindā, kuļas sākumā visas izskatās vienādas un starp kuļām distāli novietotās sūta īsus izaugumus (vēlākos āķus un skropstas). Ramogenstabos izceļas grupa vairāk vai mazāk poligonālu šūnu (vēlāko serdes šūnu aizmetņi), ko ietvei saplacinātas šūnas. Pēdējās dod zara garozas kārtu. Roku rokā ar to notiek pakāpeniska pulpas atkāpšanās; beidzot spalvas maksts pārplīst un atbrīvo izplesto lizdas dūnas otīņu.

Definītīvās spalvas attīstībā mums darīšana ar mazliet komplikētākām norisēm, jo tādai spalvai izveidojas arī stumbrs (un blakusstumbrs). Ja definītīvā spalva ir lizdas dūnas pēctece, tad vispirms follikuls iegremdējas dzilāk korijā un kļūst lielāks.

Dīglī tad var jau agri saskatīt stumbra aizmetni, pie

kam dorsālā pusē izpaliek intermediāro šūnu sadalīšanās līstēs un ar to šeit paliek lielāks nedalīts šūnu komplekss. Šim kompleksam ar saviem apakšējiem galiem pieslejas līstes, kam spalvas aizmetnī ir spirāliska gaita. Pēc spalvas dīgļa diferencējuma beigām ātri sākas pārragojuma process; tanī pašā laikā baļojošā pulpa tiek rezorbēta un beižot tā tik kā maza papilla rēgojas caur nabu spalvas kāta iekšienē. Atkāpjoties tā spalvas kātā atstāj daudz sausu, ar gaisa vai kādas citas gāzes kārtām vienu no otras šķirtu raga kapuču (kas cēlušās no pulpu sedzošām cilindru šūnām) — t. s. „spalvas dvēseli“. Spalvas attīstība sākas tās galā; šeit jau agri pārplīst raga kārta, kas cēlusies no spalvas dīgļa virspuses kārtām (definītīvai spalvai — no ārējām intermediārām šūnām) un līdz šim caurulē iespiestie zari tagad vēdekļveidīgi izplešas. Tādā kārtā pret pulpu pagrieztā spalvas puse klūst par ventrālo spalvas virsmu. Aizsargājošā sega paliek pie aizmetņa pamata līdz augšanas norises beigām.



Zīm. 153. Dūnas aizmetnis gargriezumā. Cy. s — epiderma (Ep.) cilindrisko šūnu kārta un Int. — intermediāro šūnu kārta; Ep. s — periderms; P — dūnas papillas pulpa. (Pēc Davies no Stresemann'a.)

Attiecībā uz lizdas dūnas un definītīvās spalvas sekñību, jāpiezīmē, ka tā izskaidrojama ar tā paša veidojuma augšanas pārtraukumu. Pēc pirmo zaru izveidošanās, kas piemērojoties sevišķai funkcijai, ir dūnveidīgi, normālā augšanā iestājas gaŗāka vai īsāka pauze. Līdz ar to var pārtraukties intermediāro šūnu struktūras diferencējums zaros un staros un var attīstīties caurule, kas satur visas spalvas sastāvdaļas, kā stumbru, tā vēdekli, nediferencētā stāvoklī. Pateicoties tam rodas iespaids, it kā mūsu priekšā būtu dūnas stumbtrs. Kad iestājas spalvas galvenā augšana, tā izbīda lizdas dūnu pāri ādas vīrsmai. Lizdas dūna ir vēl ilgāku laiku piekērusies spalvas galam, jo tās zari nav nekas cits, kā definītīvās spalvas zaru tiešais turpinājums.

Putnu apakšējās ekstrēmitātes distālo daļu, sākot ar t. s. intertarsālo locītavu, mēdz pārklāt *zvīņas*, kurās kopēji apzīmē par *podotheca*. Vienkāršākā gadījumā tās sastāv no gandrīz vienāda lieluma cieši savirknētiem «graudinjiem». Vairumam šķiru kāju zvīņojums ievērojams tai ziņā, ka stiepjāmā (dorsālā) kājas puse pārklāta daudz lielākiem veidojumiem nekā liecamā kājas puse. Ja ieskats, ka lielās zvīņas rodas no mazāku zvīņu sakušanas, pareizs, tad *Passeriformes* kāju ietērps ir augstākā attīstības pakāpe. Viņiem *tarsometatarsus* (stulms) no sāniem un priekšas var būt klāts ar vienu vienīgu «skrejpātni». Klājzvīņu nemaz nav dažiem ledus putniem un tiem, kuŗu kājas līdz pat pēdējai falangai klātas spalvām.

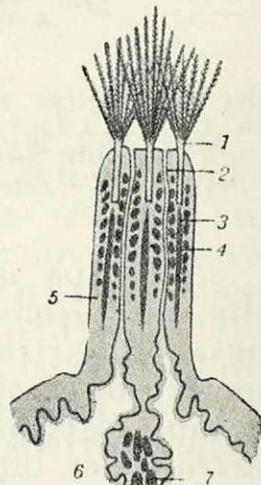
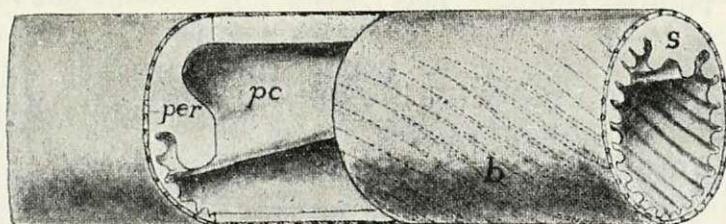
Galīgi izveidota zvīņa sastāv no mezodermālā «zvīņas kodola» un nepārragota epidermālā pārklāja.

Bez minētām klājzvīņām, kuŗas var uzskatīt tikai par apakšējās ekstrēmitātes raga bruņām, daudzu alu perētāju putnēniem sastopam zvīņas, kas analogas dažu zīdītāju sēdvietas tulznām. Tās atrodas intertarsālās locītavas ventrālā pusē un ir izveidotas kā bumbuļi, dzeloņi un raga zobi. Uz šiem guļ viss putnēnu ķermeņa smagums un uz tiem viņi atbalstās, pārvietojoties gar lizdas iekšējo sienu līdz izlidošanas cauruļam.

Putnu āda fundamentāli atšķiras no zīdītāju ādas ar pilnīgu sviedru dziedzeļu trūkumu. *Tauku dziedzeri* sastopami tikai *Phasianidae* dzirdes izcilnī un astes dziedzeļa reģionā. Šeit tie savienojas un veido lielo pāru astes dziedzeļi (*Glandula uropygii*), kuŗu inervē viens pēdējo spinālo nervu dorsālais zars. Šis dziedzeris guļ uz pēdējiem astes skriemeliem kā kompakts, lielāko tiesu nieveidīgs, ķermenis un tā izvadkanāļi iet kaudālā

135

134



Zīm. 134. Klājspalvas gabals, pa daļai atgriezts. b — zari, kas pašlaik diferencējas, per — periderms, s — rhachis jeb spalvas kāts. (Pēc Kingsley'a.)

Zīm. 135. *Tetrao urogallus*, mednis. Astes dziedzeļa zīdeklis horizontālā griezumā. 1 — otu spalvas; 2 — izvadkanālis; 3 — gareniskā muskulātūra; 5 — zīdeklis; 6 — dziedzeļa iekšējā telpa. (Pēc Schumacher'a no Stresemann'a.)

virzienā. Katra dziedzeļa puse sastāv no nezarotām, radiāri vērstām caurulēm, kas atveļas kopējā tvertnē. No pēdējās iet izvadkanālis uz virspusi. Abu kanālu iekšējām sienām sakļaujoties, pie dažām sugām izveidojas nepāru astes dziedzeļa zīdeklis, kas bieži gaļi stiepts.

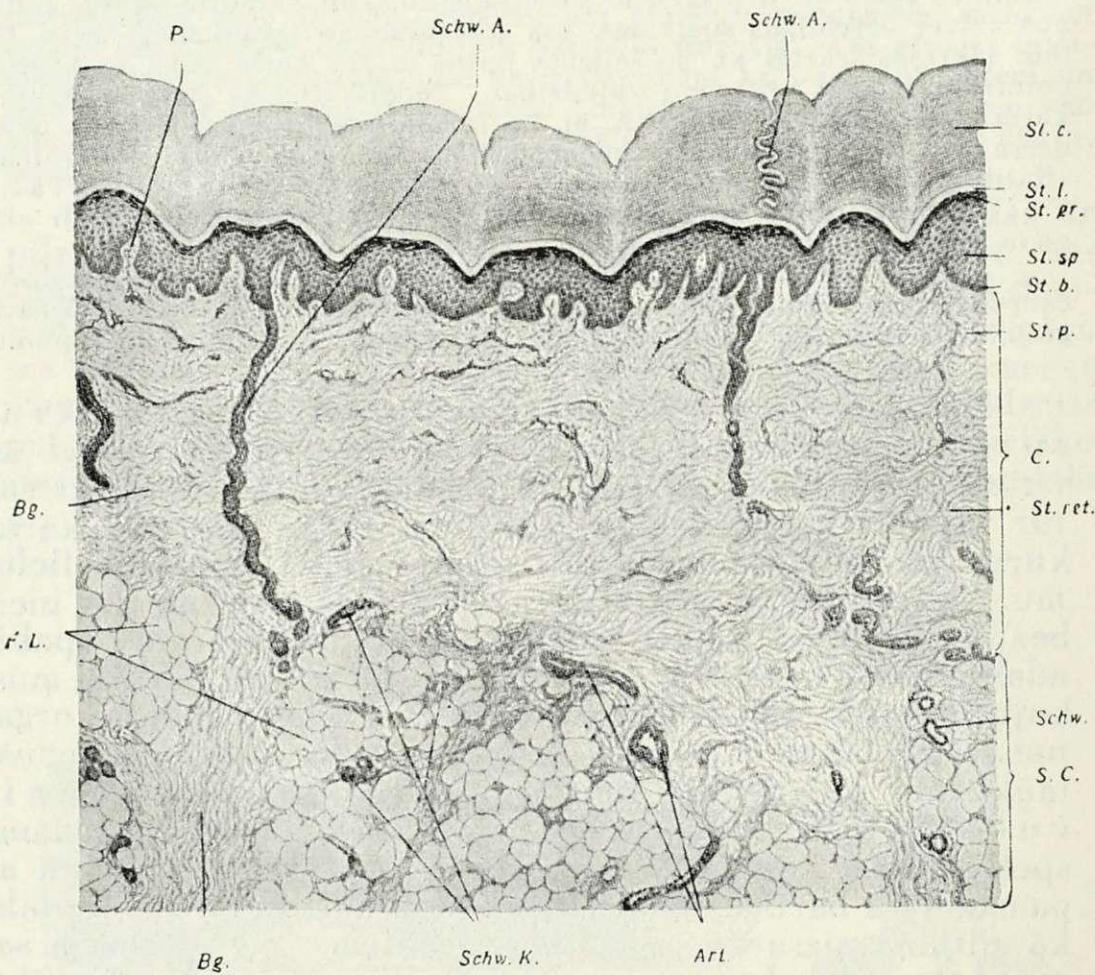
Kas attiecas uz šī zīdeklja struktūru, tad tai saskatāmas ievērojamas atšķirības. Vienkāršākā gadījumā izvedkanāli ir plaši un to sienās nav nekādas muskulātūras. Šeit zīdeklis mēdz būt kails, jo kanālu veids dod putnam iespēju ar vienkāršu knābja spiedienu izspiest sekrēta pilienu. Ja izvadkanāli šauri, tad putns zīdeklji saspiežot nespētu saņiegt savu mērķi. Tādā gadījumā sekrētu izsviež automatischki, pateicoties cirkulāri ap izvadkanāliem novietoto muskuļu darbibai. Šos muskuļus vienu ar otru savieno gareniskie muskuļi. Izvadītā sekrēta pilienus uztver otveidīgās spalviņas, kas novietotas ap izvadkanāla izeju. Uz tām sakrājas sekrēts un no šejiens putns to var katrā laikā ar knābja palīdzību izlietot attiecīgai vajadzībai. Pēdējā izteicas spalvu, galvenā kārtā kontūrspalvu, ieellošanā, ar ko izskaidrojama sevišķi stiprā dziedzeļa attīstība peldētāju putniem un tā trūkums valīgi spalvotiem «Ratitae» (pie kuriem tas sastopams vēl embrionāli). Dažiem *Pisitacci*, *Columbae*, *Otis* iztrūkstoši astes dziedzeri, liekas, funkcionāli aizvieto «pūderspalvas».

Astes dziedzeļa sekrēts rodas ļoti mazu eļļas pilienu veidā dziedzeļa cauruļu epitelā šūnās; šūnām sairstot, sekrēts atbrīvojas un kā vienāda graudaina masa kopā ar mātes šūnu pārpaliekkām pilda cauruļu tilpumu.

Zīdītāju zemāda, corium tās dzīlākā daļā, stratum reticulare, būvēta no savstarpēji tīklveidīgi savītiem saistaudu kūlīšiem. Tādā kārtā šeit, sakarā ar šur tur iejauktām elastiskām šķiedrām, rodas elastiska kārta, kuŗas biezums pieņemas līdz ar dzīvnieka vispārējo lielumu. Uz iekšu tās struktūra klūst irdenāka un tā bieži bez asas robežas pāriet irdenākos subkutānos vai apakšādas audos, stratum subcutaneum, kas pārkāj muskuļus, kaulus, dziedzeļus un citus zemādas audos sakrājas piciņas tauki, kas attīstās par savstarpēji saistītu kārtu: *panniculus adiposus*. Šī, piem., cūkām, vispārpazīstamā speķa kārta, kas zīdītājiem ziemas guļā vai gada laikā ar pamazinātu barības uzņemšanu kalpo kā rezerves materiāls, kā siltuma aizsargs vai citiem mērķiem, pie *Cetacea* saņiedz savu maksimumu. Šeit tai piemīt vēl tā īpatnība, ka arī gandrīz visa zemāda tiek pārvērsta tauku kārtā.

Savā ārējā virsmā, kas vispār ir ciešākas struktūras, zemāda gandrīz nekad nav pavisam gluda. Drīzāk tai ir viļņveidīgi paaugstinājumi, kas lielāko tiesu parādās cieši blakus stāvošu papillu veidā. To gaļums pieņemas līdz ar epiderma biezumu. Ja tas ir ļoti ievērojams, kā tā sauca-miem pachidermiem (biezādas) dzīvniekiem, tad papillas izstiepjas un klūst pie *Cetacea* par gaļiem, matveidīgiem,

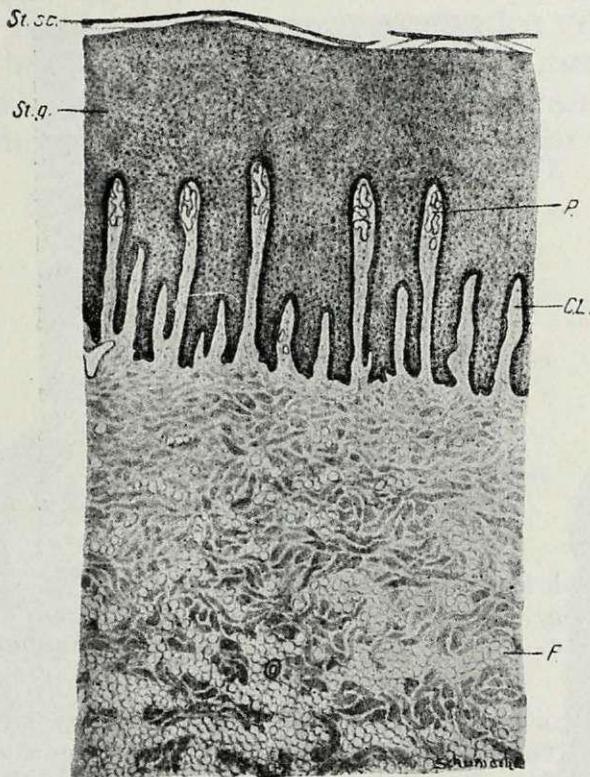
ar neapbruņotu aci viegli saskatāmiem izveidņiem. Tie vajadzīgi ne tikai epiderma nostiprināšanai, kurā papillas iespiežas, bet vēl vairāk tāpēc, ka epidermam, kā epitēliālam veidojumam, nav pašam asinsvadu un tam barība tiek pievadīta no papillām un to saistaudu kārtas, tā tad nostratum papillare. Tādēļ papillās atrodas ādas asinsvadu kapillārā tīkla gala cilpas. Bez pigmenta graudiņiem, ieslēgtiem starp saistaudu šūnām, šur tur parādās dažādās pakāpēs pigmentētas šūnas arī zemādā; vairāk virspusē chrōmatofori jeb mazas pigmentšūnas un dziļāk — lielas, dažādi veidotas, kas ietekmē ādas krāsu.



Zīm. 136. Cilvēka delnas āda. St. c — str. corneum, St. l — str. lucidum, St. gr — str. granulosum, St. sp — str. spinosum, St. b — str. basale, C — korijs, SC — subcutis, St. p — str. papillare, St. ret — str. reticulare, Bg — saistaudu sloksnes, F. L — tauкаudi, Schw. K — sviedru dziedzeja kērmenis, Schw. A — tā izvadkanālis, P — korija papilla, Art — artērijas. (Pēc Kyrle's, no Schumacher'a.)

Ādas pārkaulojumi, kas zemāko vertebrātu korijā spēlē tik lielu lomu un var kombinēties ar epidermālu zvīņu

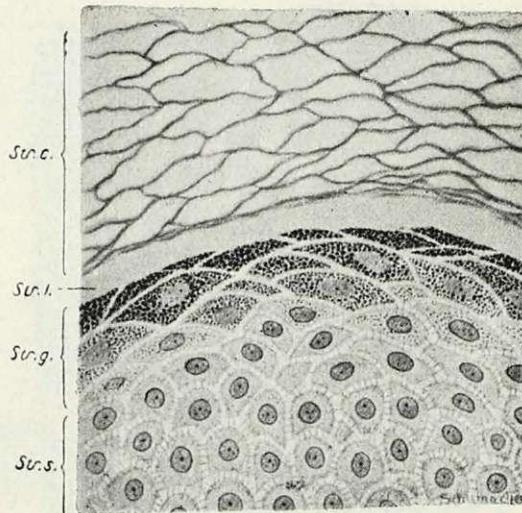
izveidošanos, zīdītājiem reti sastopami. Arī šeit tie ir zemādas vidējā slāņa pārkaulojumi, kas lielākā mērā parādās tikai tagadējiem *Dasyprocta* (jostaiņiem), un apklāj galvu un vidukli ar muguras bruņām, bet asti ar kaula plātnu maksti.



Zīm. 137. Delfīna āda. St. sc — plānais str. corneum, St. g — ārkārtīgi biezas str. germinativum. CL — korija līstes, P — korija papillas. Korijā viscauri tauku šūnas (F). (Pēc Schumacher'a.)

E p i d e r m s. Tā dzīlākā, tieši virs papillārķermeņiem gulošā kārta sastāv no cilindriskām šūnām, kas uz āru pāriet kubiskās un apaliskās. Tās sastāda aizmetņa kārtu, stratum germinativum jeb Malpighii, kas cilindriskām šūnām atkārtoti daloties dod matrix, no kurās reģenerē ārejā kārta, stratum corneum. Tā dzīlākā kārta, stratum granulosum, biezā epidermā veidota no šūnām ar spīdīgiem keratohialīna graudiņiem. Pamazām tās pāriet plakanās raga kārtas šūnās. Pēdējās savos dzīlākos slāņos satur šķidru eleidīnu, kas šo stratum lucidum dara vēl krāsojamu, pretēji augšējai kārtai, stratum corneum, kas sastāv no bezkodolu, ar cietu eleidīnu pildītām šūnu plātnītēm. Virsējo epiderma šūnu pārragojums nav vienkāršs izžūšanas, bet ķīmisks process. Stratum corneum tiek nepārtraukti noberzts un nomests, bet tad, zemākiem

slāniem izbīdoties uz augšu, atkal pakāpeniski atjaunots. Ādas mešana, kā reptīliem un amfibijām, kur virsējās epiderma kārtas tiek nomestas in toto vai vismaz lielākos vai mazākos gabalos, tā tad šeit nenotiek, bet šad tad novērojama embrionālā stadijā.



Zīm. 158. Cilvēka papēža ādas epidermis. Str. s. — stratum plasmaticum (spinosum), Str. g. — str. granulosum, Str. l. — str. lucidum, Str. c. — str. corneum. (Pēc Schumacher'a)

Epidermam, pirmoreiz parādoties, ir tikai viena šūnu kārta, kas daļoties drīz rada divas: vienu apakšēju, no sulas bagātām, kubiskām šūnām un vienu virsējū, no plakanām. Abas drīz kļūst lielākas, bet līdz ar to augšējā kārta pārdzīvo destruktīvas dabas procesu. Uterīnās dzīves laikā tās šūnas lielāko tiesu tiek vienkārši nomestas un rada ar ādas dziedzeru sekrētu baltu, taukainu masu: *vernix caseosa*. Bet tās var izveidot arī sakarīgu slāni, kas kā plāna ādiņa ietvej visu embriju un kuļu zem tās radušies mati pamazām atdala no epiderma dziļākā slāņa. Sava stāvokļa dēļ, ko tā ieņem pret matiem, to apzīmē par *epithrichium*. Sliņķiem un skudru lāčiem (*Myrmeccophaga*) tā pastāv līdz dzimšanai. Uzkrītoša tā ir uz visāda veida nagiem, kas daudziem zīdītājiem intrauterīnā stadijā pārklāti ar biezū *epithrichium*, šeit sauktu arī par *eponychium* vai *vispārigāk — peronychium*; īsi pirms, ja ne tieši pēc dzimšanas, t. i. laikā, kad sākas nagu- un tml. šūnu pārragojums, *eponychium* tiek nomests.

Pigmenti sastopami epiderma dziļākos slāņos, lielāko tiesu tumšais pigments, kas smalkāko graudiņu veidā guļ matriksa šūnās un starp tām. Izņēmuma kārtā atrodamas *chromatoforveidīgi* zarotas, no zemādas iecelojušas, pigmentšūnas. Tikai kailais valū un matiem nabagais jūras govju, ziloņu, degunradžu u. t. t. ķermenis gūst savu krāsu no šiem pigmentiem, tāpat dažu vecās pasaules pērtīku kailās vai matiem nabagās sejas un sēdes tulznas.

No epiderma attīstās dažādi epidermāli veidojumi, kā

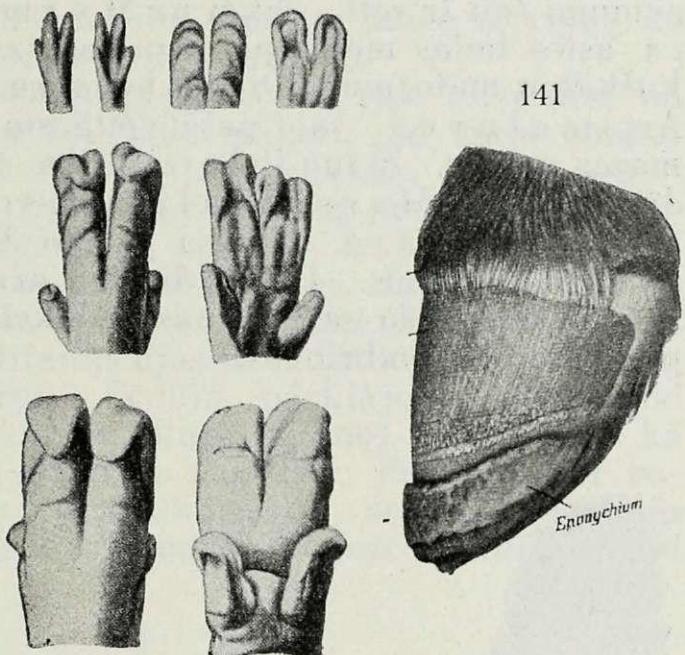
dziedzeļi, mati, kas tiks apskatīti vēlāk. Šeit būtu vispirms jāmin *epiderma* visuzkrītošākā parādība: tā virsējās kārtas *pārragojums*. Lokāli tas var kļūt sevišķi stiprs, tā *Ornithynchus* (pīlknābja) un *Echidna* knābja raga pārklājā, tad kā tulznu veidojums uz kamieļu krūtīm un zirgu kājām, kā ragi pie *Potamocherus* (masku cūkas), un kā raga izaugumi uz puspērtīku rokām. Kā tālākie piemēri būtu minami *Echidnas* gurnu pieši un raga dzeloņi uz daudzu grauzēju glans penis; arī spuru valu ūsas un dažādu zīdītāju mātes papillu pārragojumi pieder šeit.

140

139



141



Zīm. 139. Slinķa *Bradypus tridactylus* embrījs īsi pirms dzimšanas, ietverts epitrīchijsā, kas plecos un pie acs ir ieplīsis. (Pēc Welcker'a, no Schumacher'a.)

Zīm. 140. Mājas cūka. Embrionālās naga stadijas ar eponychium. No dorsālās un ventrālās pusēs. (Pēc Thoms'a.)

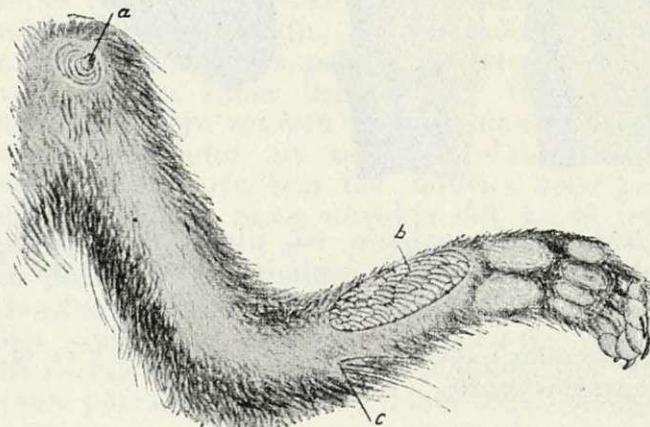
Zīm. 141. Zirgs. Embrionālais priekšķakas nags ar naga pamatnes apvidus eponychium. (Pēc Zietzschiemann'a.)

Liela ciltsvēsturiska nozīme ir *raga zvīnu* veidojušiem. Šeit iet runa par bilaterāli-simmetriskām, dorso-ventrāli saplacinātām un astes virzienā saliektām zemādas zvīnu papillām, kas pārvilktais ar epidermu, un kuļu pārragojums rada raga zvīnas. Tās dakstiņveidīgā alternējošā sakārtojumā viškaistāk izveidotas pie *Manidae*

(zvīņnešiem). Tās atšķirīgas no reptīļu zvīņām tikai ar savu raga izcilni: pirmkārt pēc tā histoloģiskās būtības, bet arī ar to, ka reptīliem tas ādu nometot tiek periodiski atjaunots. Zvīņnešiem raga zvīņas noberzums tiek nepārtraukti aizvietots ar pieaugumu, kas rodas no matrix. Uzkrītoši lielas, divās rindās sakārtotas zvīņas sastopamas grauzēja *Anomalurus* astes apakšpusē.

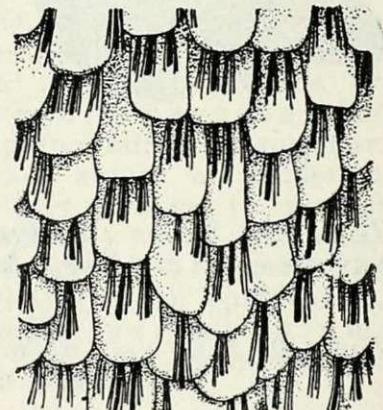
Tālāk zvīņas loti labprāt parādās uz ķermeņa galējiem izaugumiem, sevišķi uz astes. Uz pēdējās to forma dod bieži iemeslu gredzenveidīgam sakārtojumam: *Marsupialia* (somaņi), *Rodentia* (grauzēji), *Insectivora* (kukaiņu ēdēji). Kur parādās zvīņas, tur ir maz matu. Izņēmumi šeit ir reti. Tikai uz *Myrmecophaga jubata* astes lielas melni pigmentētas zvīņas kombinētas ar kušķainu matojumu. Divām ķenguru ģintim, kā arī vāverei *Anomalurus* tai pašā vietā starp matiem sastopamas mazas zvīņas. Zvīņu lielā izplatība, sevišķi primitīviem zīdītājiem, kā *Marsupialia*, *Insectivora*, *Rodentia*, *Edentata*, liecina par to, ka tās ir zvīņām klāto senču mantojums. Par to liecina arī tas apstāklis, ka zvīņas lielāko tiesu sastopamas redukcijas stāvoklī un bieži parādās tikai embrionāli.

142



Zīm. 142. *Hapalemur griseus* (Lemuroidea). Tēviņa roka. a — zīdeklis, b — raga zvīņas, c — taustes mati. (No Beddard'a.)

143



Zīm. 143. Suņa muguras ādas zvīņveidīgie paaugstinājumi. (Pēc Hietl'a, no Schumacher'a.)

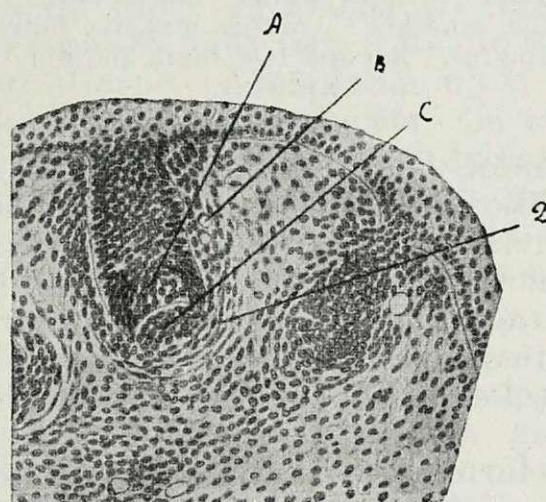
Mati. Tie rodas no zināma skaita korijā ieaugušu matrīks cilindrisko šūnu, kas sagrupējas tā, ka viņas radiāri konvergē pret epiderma virspusi. Šo epitēla pumpuru, tam

tālāk dzīlumā augot, no apakšas ieliec zemādas m a t u p a - p i l l a, kamēr apkārtējie saistaudi dod pirmo nākošā mata maksts aizmetni. Tālāk papillu ietērpējas cilindriskās šūnas daloties rada mata papillas pagarinājumā vārpstveidīgas šūnas, no kurām beidzot rodas mats un tā iekšējā saknes maksts (jeb epitēliais follikuls).

Tā beidzot mats atrodas follikulā, epiderma cauruļveidīgā iegremdējumā zemādā. Corium veido saistaudu matu maksti ar matu papillu tā slēgtajā galā un ar iekšēju un ārēju maksts kārtu. Taustes vai maņas matiem, kas galvenā kārtā mēdz atrasties uz purna, bet var parādīties arī uz priekšējām ekstrēmitātēm, proti kokos dzīvojošiem dzīvniekiem, izņemot follikula kaklu un pamatu, gaŗšķiedrainā ārējā un šķērssķiedraīnā iekšējā maksts kārtā ir viena no otras šķirta ar spongiōziem asins sinusiem.

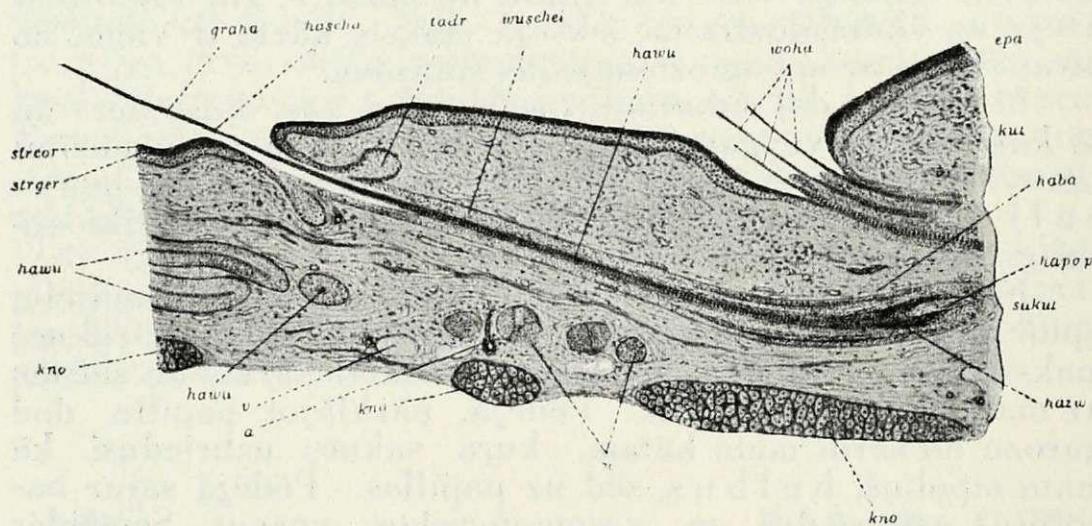
Šī iemesla dēļ sinusmati pieskaļoties var kustēties un tā kairināt nervu galus follikula makstī. Šo matu nozīmi taustes maņā bieži vēl pavairo tas apstāklis, ka to m u s - c u l i a r r e c t o r e s ir šķērssvītroti un mats var tikt apzinīgi kustināts (kaķa ūsas).

Follikula iekšējā siena ir izklāta ar follikula epitēlu, epiderma turpinājumu, un tās dzīlākā dala ar saknes maksti, kas savukārt diferencējas dažādās kārtās un saistās ar mata aizmetņa kārtu. Pēdējā, pārkājot papillu, dod garozu un serdi mata kātam, kuļa sakne, uzbriedusi kā mata sīpoliņš, b u l b u s, sēd uz papillas. Pēdējā satur bārojošo asinsvadu un vasomotoriskos nervus. Sensiblās nervu šķiedras rada ap mata maksti plexus (tīklu) un ieiet sinusmatu iekšienē.



Zīm. 144. Mājas cūka. Embrijs. Sinusmata dīglis sīpoliņa izcilnīša stadijā. A — sīpoliņa dīglis; B — pirmie asinsvadi apvalkā; C — papillas dīglis; D — apvalka dīglis. (Pēc Eggermann'a.)

Epitēliālā aizmetņa ārējās kārtas paliek maksts veidā sēžot ap matu, kā t. s. ārējā saknes maksts; pēdējā tā tad ir, kā tas jau redzams no tās attīstības, epiderma turpinājums. Tā ietver plānāko iekšējo saknes maksti (mata maksti), pārragotu šūnu kārtu, kuļa radīta no tās matrix daļas, kas ietērpj papillu un izaug reizē ar matu. Iekšējā saknes maksti var izšķirt trīs šūnu kārtas: no ārpuses uz iekšu — Henles kārtu, Hekslīja (Huxley) kārtu un cuticula vagināe. Distāli tā ar savu brīvo malu nobeidzas cieši zem tauku dziedzeru izejas. Šie dziedzeri, kas atveļas mata folliculā, rodas no ārējās saknes maksts. Daudzos gadījumos tie ir rudimentāri vai pavism izzuduši.



Zīm. 145. Truša āda. epd — epiderms, strcor — stratum corneum, strger — str. germinativum (Malpighii), kut — kutis, sukut — subkutānie saistaudi, woha — mazi vilnas mati, tadr — tauku dziedzeris, hawn — mata sakne, wuschei — saknes makstis, haba — mata folliculs, hawu — mata sīpoliņš, hapapa — mata papilla, n — nervi. (Pēc Krause's.)

Galīgi izveidots mats parādās elastīga raga pavediena veidā, kas lielāko tiesu rēgojas slīpi ārā no mata maksts. Tas sastāv no trīs koncentriskām epitēla šūnu kārtām: garozas, serdes un virsādiņas, kas virzienā no iekšas uz āru ir progresīvā pārragojuma stāvoklī, bet līdz ar to ir jo mazāk pārragotas, jo tuvāk mata saknei tās guļ. Tieši šeit atrodas matriksa šūnas, kas pastāvīgi daloties dara iespējamu mata augšanu.

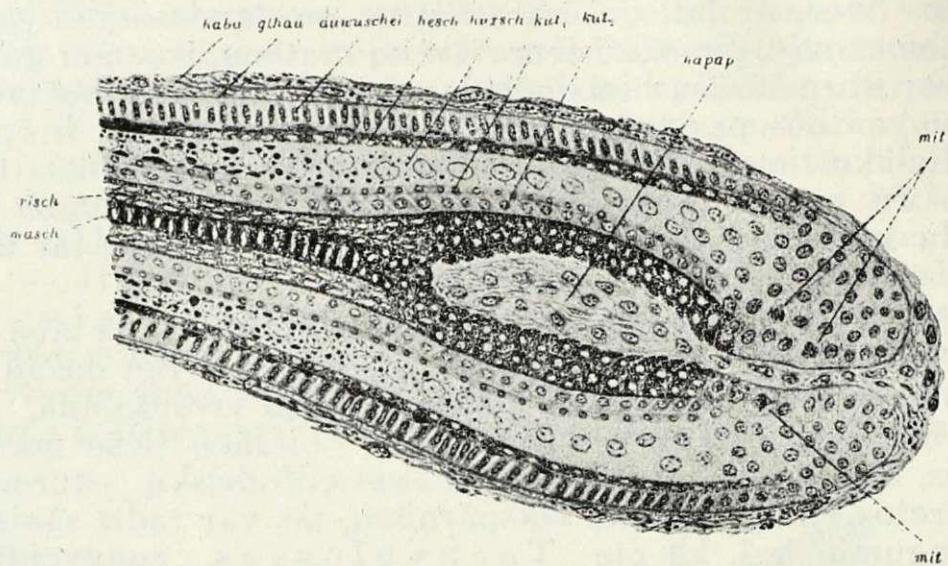
Matu šūnu formā ir dažādības, kas atļauj pašā matā atšķirt trīs daļas: virspusē atrodas virsādiņa (cuticula), kas sastāv no vienas pašas stipri saplacinātu šūnu kārtas, uz iekšu nāk no garenām šūnām būvētā garoza un centrāli redz lielākas, nepilnīgi pārragotas šūnas, kas iztaisa t. s.

serdi. Serde ir ļoti dažādi attīstīta, un daudzos gadījumos tās nemaz nav, piem., visiem cilvēku matiem, izņemot galvas matus; starp šūnām bieži atrodas gaiss. Augšana izņēmuma kārtā var būt pastāvīga, mazākais ilgstoša, piem., krēpēm, bet lielāko tiesu tā ir aprobežota un ar to mats padots maiņai. Tā notiek tādā kārtā, ka sīpoliņš beidzot kļūst par solidu kolbu. Šāds kolbas mats tad vēlāk izkrīt, lai tiktu aizvietots ar jaunu sīpoliņa matu.

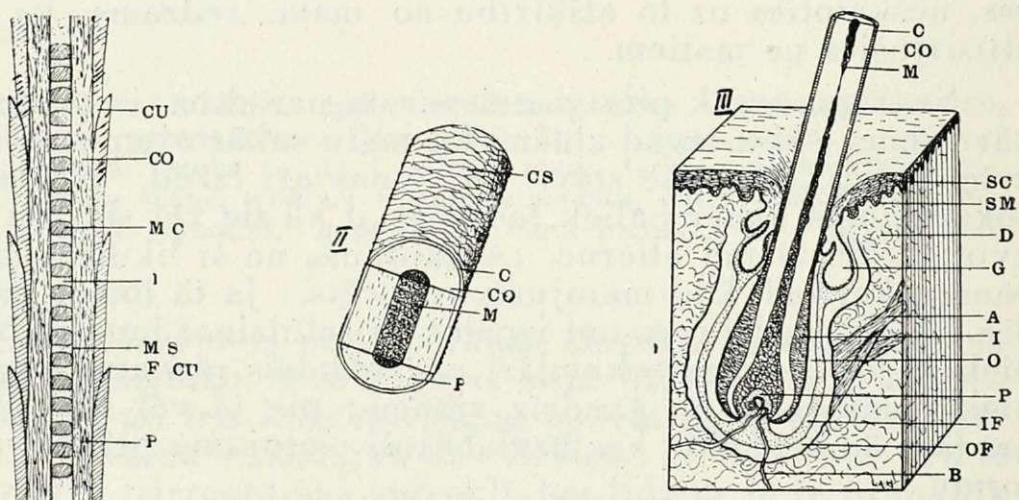
Matu smalkākā būve un forma ir dažāda, kādā ziņā var aizrādīt, piem., uz sikspārniem un slīnkumiem. Bet dažādības aprobežojas ar starpībām atsevišķu daļu izveidošanā, kas var būt progresīvas vai regresīvas. Lielāko tiesu mats ir gluds, ar apaļu, ovālu, eliptisku vai cilindrisku caurmēru. Bet retos gadījumos, kā sikspārniem, tas var radīt sāniskus pieaugumus vai, kā pie *Tachyglossus*, rungveidīgus gala uzbiezņus u. t. t. Kad mats ir rupjš, tad to sauc par saru, ja vēl resnāks un rupjāks — par dzeloni. Kā garuma dažādības piemērs būtu tikai jāatceras lauvas un zirga krēpes un zirga aste, salīdzinot tos ar īsajiem cūkas matiem, kas to resnuma un rupjuma dēļ tiek sauktī par sariem. Tā tīri formāli rodas pāreja uz īstiem dzeloņiem, kādi parādās piem. pie *Echidna*, *Erinaceus*, *Hystrix* un to radiniekiem. Šie dzeloņi nav savā starpā uzbūvē līdzīgi, kas norāda uz to neatkarīgo izcelšanos, bet no otras pusēs, neskatoties uz to atšķirību no mata, redzams, ka tie attīstījušies no matiem.

Svarīga, agrāk pilnīgi neievērota parādība ir matu sakārtojums. Mēs tagad zinām, ka matu sakārtojumu nosaka zvīņas, aiz kuļām tie stāv. Ja zvīņas arī izzūd, tad matu sakārtojums tomēr paliek tāds pat, it kā tie vēl stāvētu aiz zvīņām, tie tā tad alternē. Atkāpšanās no šī likuma sastopama tikai tad, kad matojums reducēts. Ja tā tomēr parādās arī citā gadījumā, tad izpētot un salīdzinot jaunus dzīvniekus, top skaidrs sekundāri pārveidotais pieaugušā dzīvnieka matojums un gandrīz vienmēr pie tā vēl sastopami arī tādi ādas apvidi, kas uzglabājuši matojuma primitīvāko formu.

Citādi mati stāv vai nu pa vienam aiz zvīņas vai zvīņas vietas, kas gan notiek reti, vai arī veido grupas, lielāko tiesu no trīs matiem, ķermenē vai locekļa gareniskai asij transversālā rindā. Šādā trīs matu grupā mēs atšķiram viedējo matu, kas bieži ir resnāks par malējiem. Izņēmuma gadījumos grupas matu skaits var būt mazāks. Biežāk minētā trīs matu grupā rodas komplikācija, tādējādi, ka neatkarīgi no trim matiem, blakus un starp tiem parādās



Zīm. 146. Mata sakne gargriezumā. haba — saistaudu follikuls, glhau — robežādiņa («stikla plēve»), äuwuschei — ärējā saknes maksts, hesch — iekšējā saknes maksts Henle's kārta, huxsch — tās Huxley'a kārta, kut₁ — saknes makstu kutikula, kut₂ — mata kutikula, risch — mata mizas kārta, masch — mata serde, hapapa — mata papilla. (Pēc Krause's.)



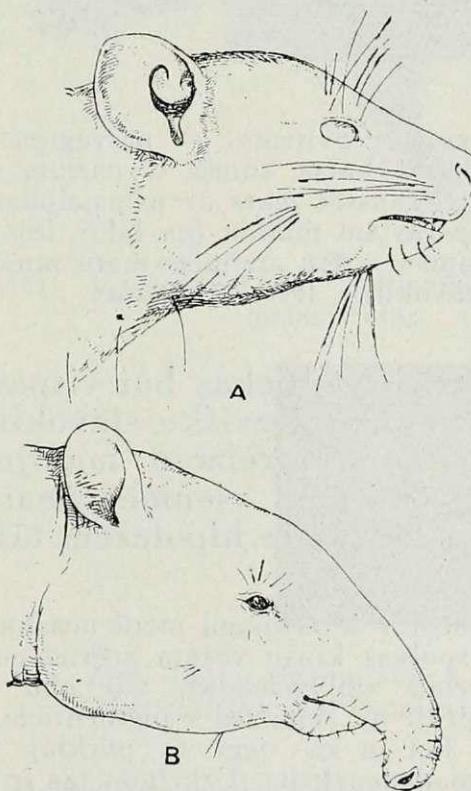
Zīm. 147. Zīdītāju mats. I: gargriezums. Cu — kutikulas zvīņas; CO — miza; MC — serde ar serdes plaisām (J); P — pigmenta graudiņi. II: stereogramma. CS — kutikulas zvīņas; C — kutikula; CO — miza; M — serde. III: mata stereogramma follikulā. SC — str. corneum; SM — str. Malpighii; D — corium; G — tauks dziedzeri; A — matu muskuļi; I — iekšējā saknes maksts; O — ärējā saknes maksts; P — mata papilla; IF — iekšējā follikula kārta; OF — ärējā follikula kārta; B — asinsvadi. (Pēc Hausmann'a.)

jauni. Visos minētos gadījumos katrs atsevišķais mats iznāk no ādas pa savu atveru. Bet tie var iznākt arī pa kopēju atveru. Tad mēs runājam par matu kūlišiem.

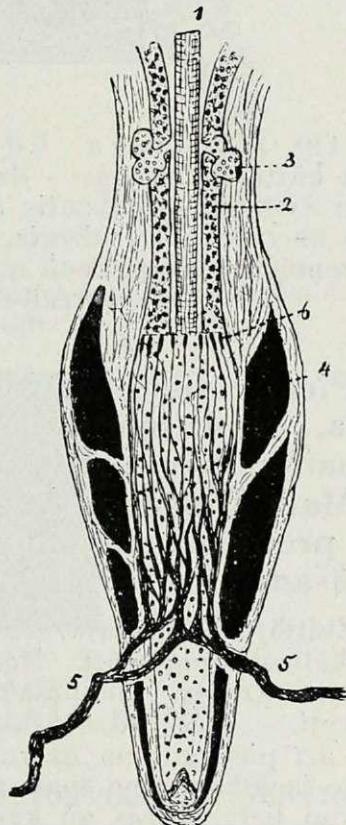
Neraugoties uz visām komplikācijām, ko var sasniegt pieauguša dzīvnieka matojums, trīs matu grupas pārejošā parādīšanās jauniem dzīvniekiem norāda uz to, ka tā reprezentē pirmatnējo stāvokli.

Katram matam ir zināms mūža gařums. Ka tas eiropiešu matiem var sasniegt sešus, bet lielāko tiesu divus gadus un mazāk, bez šaubām, ir tikai izņēmums; tāds pats izņēmums ir arī krēpju un astes mati, kā arī, piem., garie orangūtana tēviņa bārdas mati. Lielāko tiesu mata mūžs daudz īsāks, pie kam notiek nepārtraukta parciāla matu maiņa kā, piem., prīmātiem, kas attiecas arī uz taustes u. c. matiem. Aukstās un mērenās zemes joslās tas vispāri notiek periodiski. Šī spalvas mešana ļoti uzkrītoša tiem dzīvniekiem,

148



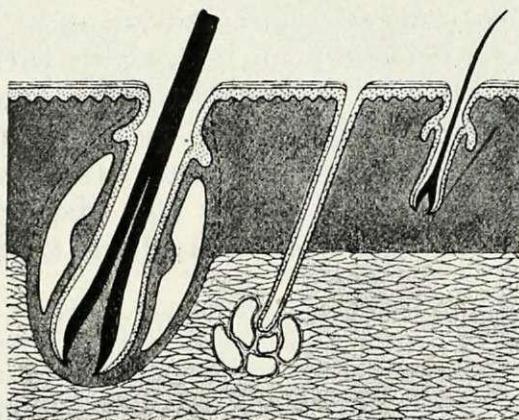
149



Zīm. 148. (A) *Hyrax* jeb *Procavia* (Subungulata) un (B) tapīra taustes (sinus) mati.

Zīm. 149. Nervu galotnes cūkas taustes mata follikulā. 1 — mats, 2 — epitēliālās mata makstis, 3 — tauku dziedzeri, 4 — asinstelpas, 5 — nerva sazarojums, 6 — nerva galotnes. (Pēc Bonnet'a, no Weber'a.)

kam zemākas temperatūras laikā ir vilnas matiem bagātāks kažoks. Šeit spēlē lomu gada laiks. Plānajam vasaras kažokam seko biezākais, vismaz gaļākais, ziemas kažoks. Parasti uz pavasaņa pusē ziemas mats, kas rodas no jauna rudenī, atdalās no papillas, bet kā kolbas mats bieži vēl mēnešiem ilgi paliek mata makstī, kamēr pa to laiku uz papillas rodas jauns mats (bulbus — vai papillas mats) un beidzot, izspiežot veco matu, stājas tā vietā.



Va

Zīm. 150. Zīdītāja ādas griezums. Svītrots — pārragotā epiderma kārta, punktēts — dzīvā epiderma kārta, tumšs — corium, viļņveidīgi svītrots — subcutis (zemāda). Taustes mats ar asinstelpām (pa kreisi) un sviedru dziedzeris, pretēji parastam matam (pa labi), iespiežas dziļi zemādā. Pie parastā mata ar tumšu svītru atzīmēts matu muskuļa, *musculus arrector pili*, stāvoklis. (Pēc Minder'a.)

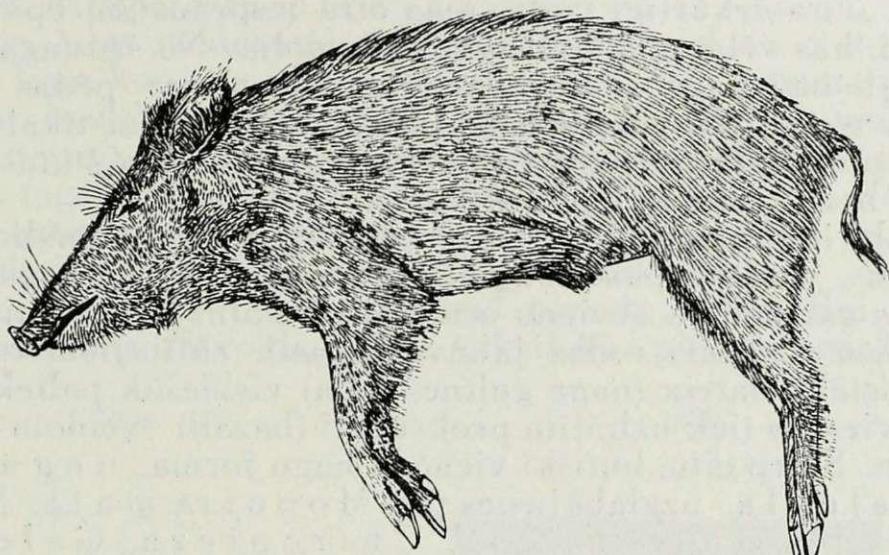
Pieaugušiem follikulu jaunrašanās liekas būt vispār izslēgta. Sinus mati ieņem arī tai ziņā atsevišķu stāvokli, kato maiņai nav jābūt sinchronai ar patreizējo matojumu.

Mata filogenetiskā izcelšanās ir vēl vienmēr neatrisināta problēma, neskaitoties uz daudzajām hipotezēm tās atrisināšanai.

Zīdītāju ķermēņa *krāsu* un *ornāmentu* ievērojamā mērā nosaka matos lokālizētie pigmenti. Mēs to kā spalvas krāsu vāram atšķirt no pasašas ādas krāsas, ko nosaka epiderma vai zemādas, vai abu divu pigmenti. Tiešs ādas krāsojums, proti ar zemādas pigmentiem, parādās arī pieaugušiem dzīvniekiem. Bet tā kā tiem to pārklāj mati, tad tas (neatkarīgi no spalvu krāsojuma) neuzkrīt. Uzkrītoš tas ir tikai tad, kad lieta grozās ap kailām vai vāji apmatotām ādas vietām. Pazīstams ir dažādo vecās pasaules pērtīku zilais un sarkanais krāsojums dažām sejas daļām, sēdes tulznām, anālam un ģenitālam apvidum; šeit krāsa ir atkarīga no dažādā pigmentu caurspīdīguma.

Matojuma optiskās un struktūrālās krāsas pilnīgi pazūd matu pigmenta krāsu priekšā. No pigmenta krāsu sadalījuma atkarājas, vai dzīvnieks ir vien-, div- vai vairākkrāsains, vai arī tas uzrāda kādu ornamētu: ir gareniski svītrots, plankumains vai šķērssvītrots.

Eimers garenisko svītrojumu uzskata par pirmatnējo. Par to starp citu liecinot tas, ka daudzu dzīvnieku mazuļiem, piem., cūkām, tāpīram, lauvai, briežiem, kas vēlāk ir vienkrāsaini vai ar citādu ornamētu, sākumā ir noteikti gareniskais svītrojums. Gareniskais svītrojums kā tāds, vai reducētā formā plaši izplatīts, piem., kā vaiga svītra pie *Sus vittatus*, muguras vai zuša svītra pie *Equidæ* u. t. t. Var arī pieņemt, ka plankumi radušies no garenisko līniju sadalīšanās, un ka šie plankumi ciltsvēsturiski noveduši pie šķērssvītrām, kuļas mēs zinām somaiņiem, dažiem *Carnivora*, piem., tīgerim, bet galvenā kārtā svītrotiem zirgiem, kam varam novērot svītru redukciju līdz ēzeļa un mājas zirga pleca svītrai. Citas redukcijas parādās vienvienīgā astes gredzenojumā.



Zīm. 151. Meža cūka. Nevienādais matu virziens dažādās kermeņa vietās. (Pēc Höfliger'a.)



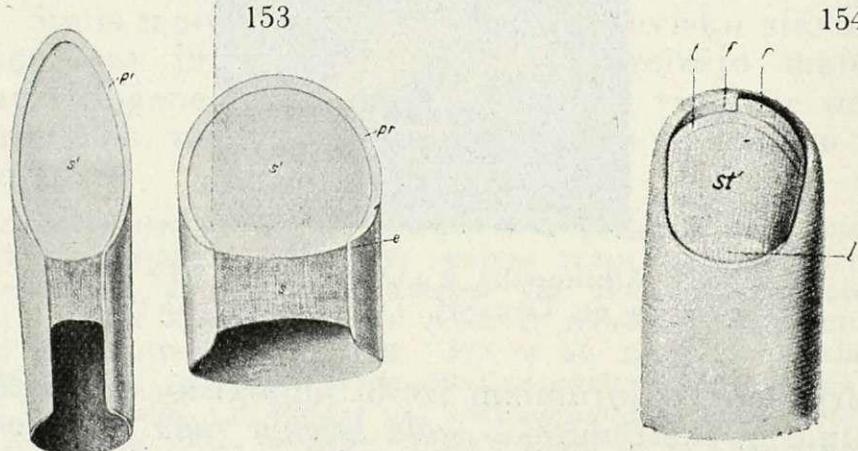
Zīm. 152. Albīnotiska kaila mājas pele. (Pēc Lebedinsky un Dauvart, institūta darbs.)

Starpraga veidojumiem izcila bioloģiska un sistēmatiska nozīme ir ekstrēmitāšu *gala locekļu raga ietēriem*, kas galvenos vilcienos piemērojas to formai un lietājumam un tādēļ atļauj spriest par visa locekļa lietāšanu un, zināmās robežās, par paša dzīvnieka uzbūvi.

Ja mēs neņemam vērā cetacejus un atsevišķus dzīvniekus, kā *Halicore*, *Manatus* un bieži *Lutra cine-*

re a, kuļa gala falangām nav raga ietērpa, un aplūkojam pārējo zīdītāju raga ietērpu formu, tad visus zīdītājus var sadalīt divās lielās grupās: *unguiculata* un *unguila*, gan tikai ar lielām formu dažādībām speciālos gadījumos. Bet visus gan var atvasināt no pamat formas, kuras labākai izpratnei iziet no vienkāršas nagu formas, kādu sastopam bruņu rupučiem, krokodiliem un putniem. Še mums, kā jau redzējām, darīšana ar dorsālu *naga plātni* (*apalā naga plātni*), kas aptveř naga falangu no dorsālās puses un sāniem, būvēta no īstas naga substances, t. i. no ārkārtīgi cieši viena otrā iespraustām epiderma šūnām, kas vēl uzglabājušas savu kodolu. No šīs naga plātnes jeb īstā naga atšķirama mīkstāka masa: pēdas rags, *raga zole* jeb *naga* pamatne, kas sastopama tikai ventrāli un veidota no parastu pārragotu epiderma šūnu kopojuma bez kodoliem augšējā kārtā.

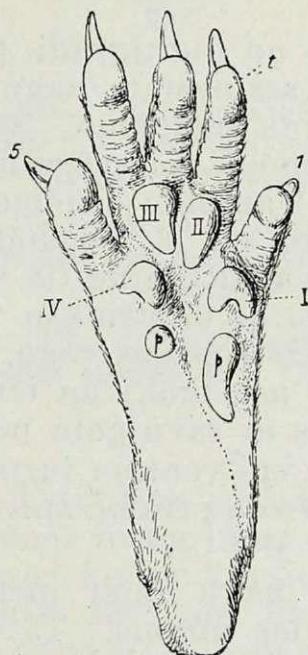
Abi ir sākumā viena vesela daļas, bet funkcionāli stipri atšķiras, jo naga pamatne nolietājas vieglāk par naga plātni, kas gar malām arvienu asa. Šai pirmatnējai formai nagu matriksā viscauri rodas jaunveidojumi, zīdītājiem turpretim distālā matrix (naga gultnes daļa) visbiežāk paliek sterilā; virs tās tiek uzbīdīta proksimāli (bazāli) veidota naga plātnē. Starp cītu, būtiski vienāda nagu forma, *unguicula*, *falcula*, uzglabājusies pie *Monotremata*, *Marsupialia*, *Insectivora*, *Chiroptera*, *Galeopithecidae*, *Xenarthra*, *Orycteropodidae*, *Maniidae*, *Rodentia*, *Carnivora*. Tai atbilst sāniski saņemta naga falanga ar noasinātu galu, par kuļu vēl runāsim, apskatot skeletu.



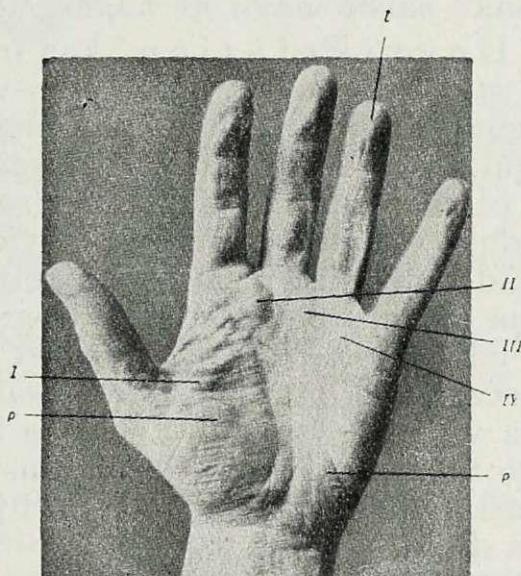
Zīm. 153. Plēsonas nags (pa kreisi) un zirga nags (pa labi). e — naga plātnes ieliektā daļa; pr — naga plātnes mala; s — proksimāla, nenodeldētā naga pamatnes daļa; st¹ — tā distālā daļa. (Pēc Boas'a.) Zīm. 154. Cilvēks. Pirkstgals. 2 — naga mala; f — terminālais spilventiņš; zem t¹ guļ terminālā plātnē; st¹ — naga plātnē. (Pēc Boas'a.)

Neielaižoties detaļās, varam vispārīgi teikt, ka ikviens naga dorsālā naga plātne ir pārsvarā un ar savām sānu mālam makstveidīgi ietver mīkstāko naga pamatni. Ja tā stiepjas proksimāli tālāk par naga falangu, kas gandrīz vienmēr ir tās pamatā tiktāl, ka naga matrix (naga gultne) nav vairs vienā līmenī ar ādu, bet iegrīmst tanī, tad rodas t. s. „ieloks“, kas nevienādā augstumā pārkāj naga pamatu un ir pazīstams kā *n a g a v a l n ī t i s*. Naga pamatnes izplatība proksimālā virzienā tikai reti tiek ierobežota ar naga plātnes pārliekšanos ventrālajā pusē (zaķis). Biežāk tā tiek saīsināta ar *p i r k s t u s p i l v e n t i n i e m*. Šie ir elastīgi ādas veidojumi roku un kāju pirkstu ventrālajā pusē, kam kopā ar pēdas spilventiņiem liela nozīme plantigradās kustībās (pēdmīni). Pie digitigradiem dzīvniekiem (pirkstmiņi) priekšplānā nostājas pirkstu spilventiņi, jo tiem jānes tagad ķermeņa svars (piem., *C a r n i v o r a*). Vēl vairāk nozīmes iegūst pirkstu spilventiņi, ja valda tendence ekstrēmitāšu galus vienā un tai pašā laikā padarīt arī par maņas organiem. Šai gadījumā pirkstu spilventiņi iegūst tik terminālu stāvokli, ka tie uzkrīt kā „pirkstu ogas“ pirk-

155a



155b



Zīm. 155a. Žurkas labā pakaļķāja. *t* — terminālais spilventiņš, I—IV — pēdas (mediālie) spilventiņi, *p* — proksimālie (= karpālie) spilventiņi. (Pēc Boas'a.)

Zīm. 155b. Cilvēka delnas virsma. Tie paši apzīmējumi, kā ie-priekšējā att. (Pēc Boas'a.)

stu galos (cīlvēks, *P r i m a t e s*). Naga pamatne (naga rags) šai gadījumā reducējas līdz šaurai svītrai zem naga gala (naga apmale). Mēs runājam tagad par „nagu“, jo apaļo nagu forma atdevusi savu vietu „plakanam nagam“ (*unguis planus*), tā tad naga plātnei, kas no labās uz kreiso pusī tikai drusku izliekta, bet no priekšas uz proksimālo pusī gandrīz nemaz.

Ar apzīmējumiem: pirkstu un pēdu spilventiņi — saprot cutis izliekumus uz kāju un roku pēdas virsmas, kā arī roku un kāju pirkstu galos, kuļu lielās papillas vai nu nevienmērīgi sakārtotas kā kārpas, vai arī parādās laukumos, līnijas un līstēs, kas labi saskatāmas sava epidermālā ietērpa dēļ. Tā kā šeit izbeidzas sensiblie nervi un taktilie gala organi, tad tie top par taustes spilventiņiem, par kuļiem runāsim, apskatot maņu organus. Šeit vienīgi piezīmēsim, ka tiem ir arī mēchaniski uzdevumi kā spilveniem pret spiedienu un satricinājumiem un ka tāpēc tie sevišķi stipri izveidoti pie arborikolā dzīves veida.

Racēju un kašņātāju stingrāks naga piestiprinājums var tikt sasniegts, mediāni šķelot naga falangu (*M a n i s, T a l p a*). Šai plaisā iegremdētā naga gultne rada attiecīgu garenisku līsti uz naga plātnes, kas ielocīta plaisā un uz ciešāko saista nagu ar naga falangu.

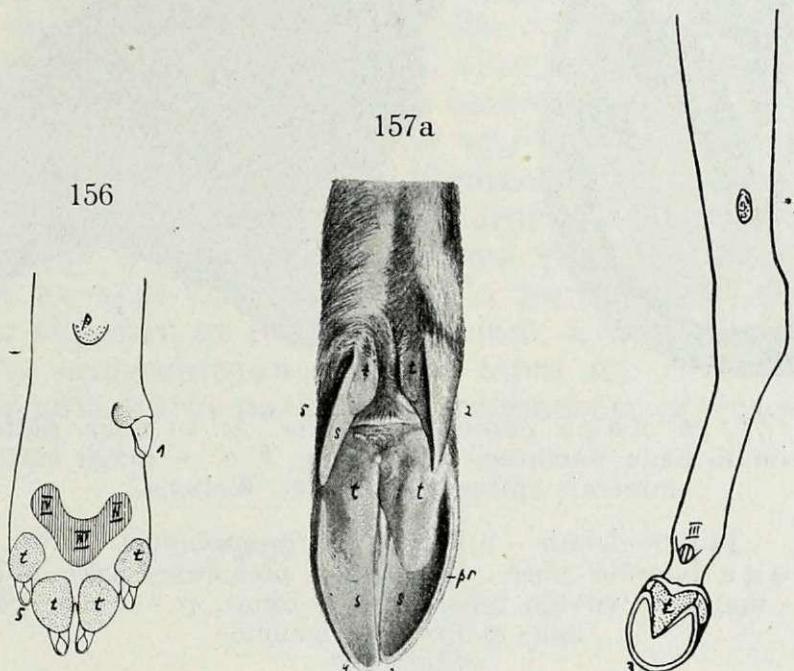
U n g v i k u l ā t i e m, kas ir planti- un digitigradi, pretim stāv *u n g u l ā t i* ar dorso-ventrāli saspieštām nagu falangām, kam lielāko tiesu jānes ķermeņa smagums. Šādai unkuligradijai atbilstot, raga sega pieņēmusi asā zvēru naga vai platā zirga naga izskatu (salīdzini *Ungulata* sistēmiskā daļā). Pēdējā prototips, vienā reizē arī tā augstākais izveidojums, ir zirga nags. Šeit raga (naga) plātne (tā saucamā siena) apliekusies ap naga falangu ar uz priekšu vērstu izliekumu. Tas ietver pret zemi vērsto pēdas ragu, bet ieliecas pakaļpusē no abiem sāniem ar asu leņķi un ieņem savā vidū t. s. staru. Pēdējais iespiežas ar savu galu pēdas ragā un parādās kā trīsstūrains pirksta spilventiņa turpinājums, kas virspus naga skaidri parāda trešā pirksta spilventiņa dabu.

Degunradža nagā robežā ar pēdas nagu saiet pirkstu spilventiņu sakopojums, kas ir īstā pēdas virsma. Tā pārklāj elastīgu saistaudu spilvenu, kas sniedzas līdz stāvus nostādīto pirkstu un metapodiju ventrālai virsmai. Šīs ir ierīces, kas atbilst milzīgajam dzīvnieka svaram. Pavirši apskatot, līdzīgi apstākli atrodami zilonim.

Te nagi, kas 1. un 5. pirkstiem var trūkt, tikai mazliet paceļas virs ādas, ir no labās uz kreiso pusī vāji izliekti un

proksimāli vērsti guļ pusmēnesveidīgā ādas ielokā; pret zemi tie taisni noberzti. Šeit tiem pieslejas pārragotā pēdas āda, kas apvieno visus vienas ekstrēmitātes pirkstus vienā masā, līdzīgi tam, kā degunradzim.

157b



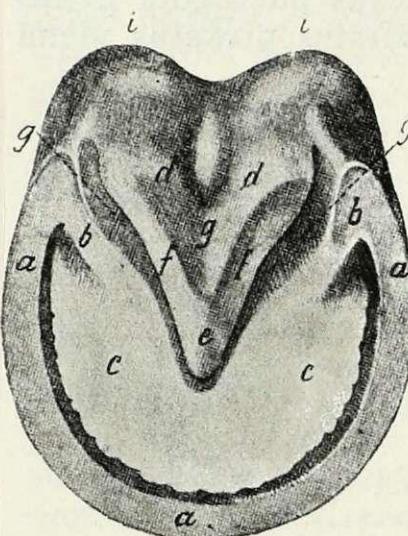
Zīm. 156. S u n s. Kreisā priekškāja, pēdas puse. 1 u. 5 — I u. V pirksts; t — terminālie spilventiņi; II, III u. IV — saaugušie pēdas spilventiņi; p — proksimālais (= karpālais) spilventiņš. (Pēc Frei'a.)

Zīm. 157a. M e ž a c ū k a. Kreisās priekškājas pēdapakša. 2, 3, 4, 5 — otrs līdz piektam nagam; pr — naga plātnes mala; s — naga pamatne; t — terminālie jeb distālie spilventiņi. (Pēc Höfliger'a.)

Zīm. 157b. Zī g s. Kreisā priekškāja. t — terminālais spilventiņš; III — 5. pēdas spilventiņš. *) «Kastānis» (= proksimālais jeb karpālais spilventiņš?) (Pēc Frei'a.)

Dažādām zīdītāju dzīmtām sastopams dorsālās galvas virsmas bruņojums vienkāršu un žuburotu *ragu* veidā. Bez galvas kausa kauliem to veidošanā piedalās vēl integuments, bet ļoti dažādā kārtā. Sevišķi ungulātiem ragi ļoti attīstīti. Vispār tiem galvenā kārtā ieroču nozīme.

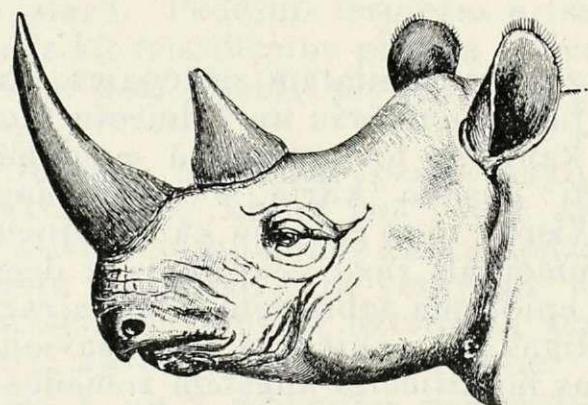
Tīri integumentāls raga veidojums ir degunradža rags. Tas ir specīgs epiderma sablīvējums, kuļa raga kārtā veido gaļas, matveidīgas raga šķiedras, kas savienojas koniskā rāgā un baļojas no attiecīgi augstām zemādas papillām. Šie pa vienam vai pa divi sastopamie ragi atrodas uz nasalia resp. frontalia.



Zīm. 158. Zirga naga pamatnes virsma. a — naga plātnes mala; c — proksimālā naga pamatnes daļa; d, g, f, e — «naga stars» (= terminālais spilventiņš). (Pēc Weber'a.)

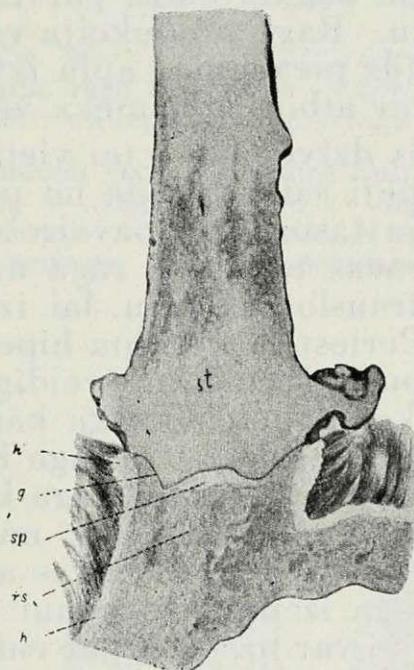
Zīm. 159. Jaunpiedzimis nīlziरgs, *Hippopotamus*. No falangas novilkta naga laterālā puse. bl — raga plāksnītes naga plātnes iekšpusē, m — matriksa virsma (= augšanas zōna), p — naga plātnē, s — naga pamatne griezumā.

Integumenta piedalīšanās apmēri ragu veidošanā mums pazīstami vispirms no brieža. Tā ragus visumā apskatot, par svarīgāko daļu jāatzīst pieres izcilnis, t. s. rozes kāts, kas atiet no frontale kā solids kaula izcilnis un pārvilkts ar apmatotu galvas ādu. Pirmragā, kas sastopams jauna brieža pirmajā dzīvības gadā, izcilņa kaula substance turpinās īsta kaula veidojumā — mēs sauksim to par stumbru —, kas sākumā tāpat ir pārklāts ar ādu, bet pakāpeniski to



Zīm. 160. Degunradža *Rhinoceros bicornis* galva ar diviem rāgiem. (No Beddard'a.)

zaudē caur asinsvadu obliterāciju, ādas iežūšanu un mēchanisku nomaukšanu (t. s. aktīvā norīvēšana gar koku stumbriem). Tā šis stumbrs klūst par kailu kaula gabalu, kas no rozes atšķiras vienīgi ar savu brūno krāsu. Šis iespējami vienkāršākais rags ar dunča izskatu, kādēļ to sauc par durkli, recentiem briežiem reti ir paliekama raga forma un reizē ar to filoģenetiski vecākā, kas vienmēr atkal parādās kā pirmrags. Tā atsegtais gals, stumbrs, nākošā gadā tiek nomainīts, t. i. osteoklasti to pie bazes nekrotiski atmiekšķē, tā ka rodas plašas spraugas, kas vājina tā saistību, kamēr tas beidzot nokrīt. Radusies lūzuma vieta apaug ar ādu. Pēdējās aizsargāta iestājas reģenerācija, sakarā ar ko uz pieres izciļņa (rozes kāta) virsotnes veidojas osteoblastiski audi, kas beidzot visbiežāk izveido jaunu pārkaulotu komplikētāku stumbru ar robotiem zariem, t. s. galiem vai žuburiem. Šis jaunveidojums izceļas tāpat no rozes kāta periosta un tādā kārtā parādās kā reģenerēts pieres kaula iz-



Zīm. 161. Stirna (*Capreolus*). Apakšējā raga daļa (st) un pie tās piegulosā galvas kausa daļa, īsi pirms nomešanas, gargriezumā. g — robežlinija, h — āda, rs — pieres kaula raga kāts, sp — plaisa, pildīta ar saistaudiem. (Pēc Boas'a.)

cilņa (rozes kāta) gals, kas izaudzis zaudē savu ādas segu. No otras pusēs ādas dalība tā izveidošanā nav noliedzama. Tāpēc ir attaisnojams uzskats, ka stumbrs tomēr esot ādas pārkaulojums, kas gan agri saplūst ar rozes kātu. Vieinīgi tā var izskaidrot ragu nomešanas un reģenerācijas pe-

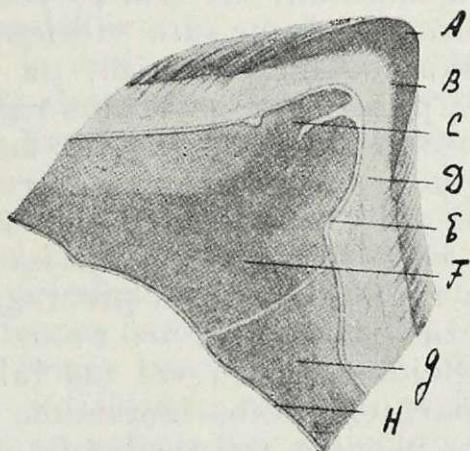
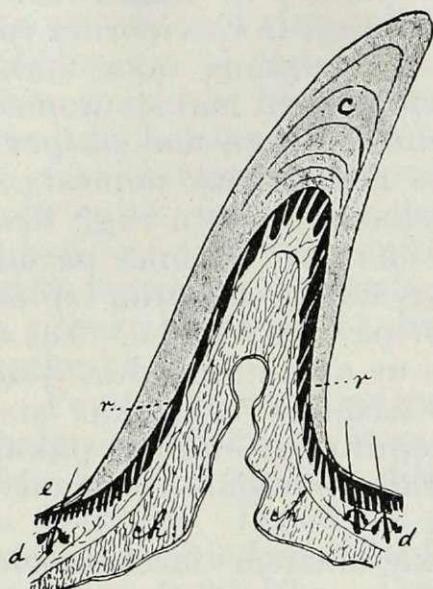
riodiskumu, kas sakrīt ar dzimuma funkciju periodiskumu, un ar ko saistās arī periodiska stiprāka ādas darbība citur (dziedzeļi, matu maiņa).

Pie stumbra bazes, no kurienes iesākas reģenerācija, daudziem briežiem, lai gan dažādā pakāpē, veidojas čagans sabiezinājums, roze, kas tam pašam briedim vēlākos gados lielākā mērā uzkrīt un nes uz savas apmales pogveidīgus uzbiezējumus, t. s. „pērles“. Kamēr pēdējās veidojas, stumbrs ir lokans, pārklāts ar apmatotu ādu un tiek no dzīvnieka sargāts. No rozes sākas osifikācija. Tai seko asinsvadu obliterācija, ādas izķūšana un pēc tam t. s. „nomaukšana“.

Ciešākā saistība ar integumentu ir trešai ragu formai. To mēs sastopam pie Ruminantia, ko ragu dēļ sauc par Cavicornia, jo pieaugušiem dzīvniekiem ir tikai viens kaula izcilnis, kas paceļas no frontale un ietverts tukšā raga makstī. Pēdējā ir epiderma produkts, ciktāl tā, kopā ar asinsvadiem bagāto cutis, pārvelk raga izcilni un saistās ar tā periostu. Ragu produkcija var periodiski svārstīties, kas novēd līdz pieauguma apļu izveidošanai uz raga pamata. Šie apli var atbilst dzīvnieka vecumam (vērsis).

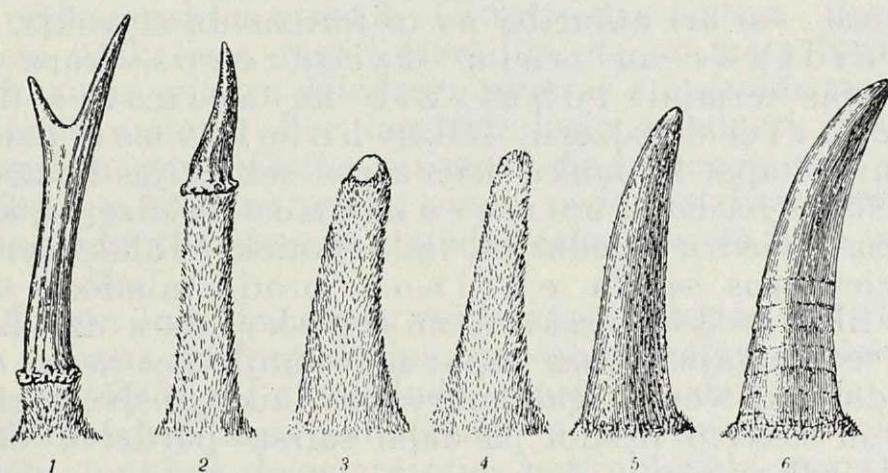
Jau embrionālās dzīves laikā tai vietā, kur radīsies raga izcilnis, savstarpēji saistītās ādā un periostā sākas stiprāka vaskulārizācija (asinsvadu pavairošanās). No pastiprinātas baļošanās rodas tulznains raga uzbieznis, kas tikai vēlāk zaudē savu trauslo raksturu, lai izveidotos par raga maksts aizmetni. Periostā turpretim hipertrofiskā vaskulārizācija no vienas puses secina kuprveidīgu frontale izvīzīšanos tā iekšpusē, kas dod zemo raga kātu; no otras puses — kaula kodolu (*os cornu*), īsto raga izcilni, ārpuse. Pēdējā aizmetnis var agri saplūst ar „raga kātu“, tad izliekas, it kā tikai tas izaudzis par ragu. Tas mums liekas kā no frontale atejošā „raga kāta“ epifize, kas atbilst brieža rozes kātam; epifitisko raga izcilni (*os cornu*) var tad salīdzināt ar stumbru. Tāpat to var uzskatīt par cutis kaulu tikai vis-tālākā nozīmē, ciktāl tā periostam ir cieša saistība ar ādas pārklāju. Raga kāts un raga izcilnis lielāko tiesu tik agri un stipri saplūst, ka starp tiem nepalieki ne šuves.

Starp ekstrēmām briežu un dobradžu ragu formām ir zināmas pārejas. Vispirms žuburantilope, *Antilocapra*, kurās raga izcilnis tāpat ietverts pārragotā integumentā. Bet šeit pārragojumā tiek uzņemti arī mati un, kas vēl svarīgāk, šo raga maksti katru gadu pēc riesta nomet. Tas notiek ar jaunveidojumu raga izciļņa galā, kas noceļ veco maksti un pēc tam pats stājas tās vietā ar bazāli virzītu



Zīm. 162. Dobradža (*Cavicornia*) raga schēmatisks gārgriezums. ch — pieres kaula raga izcilnis; d — korijjs; r — korija papillas un starppapillu epiderms; e — epiderms; c — raga maksts. (Pēc Weber'a.)

Zīm. 163. Telš, trīs mēneši vecs. Griezums caur pieres kaulu un jauno raga aizmetni. A — raga kārta; B — dīgla kārta ar papillām; C — os cornu; D — frontale; G — parietale; H — smadzeņu dura mater un periots. (Pēc Zietzschmann'a.)



Zīm. 164. Dažādu ragu schēmas. 1 — briedis (*Cervus*), apakšā matotais raga kāts, augšā kailais kaula raga stumbrs. 2 — briedis *Munjac* (*Cervulus*), raga kāts pagarināts, raga stumbrs īss. 3 — *Okapi*, raga stumbrs rudimentārs, raga kāts gaļš un matots. 4 — *Zirafe*, raga stumbrs neatīstīts, raga kāts matots. 5 — *Antilocapra*, raga stumbrs nav, raga kāts apklāts ar biezā raga kārtu, matojums trūcīgs. 6 — liellops (*Bos*), kā 5, bet bez matojuma. (Pēc Boas'a.)

raga produkciu starp matiem. Raga maksts dod trešā gadā vienu sānu zaru, kam nav nekāda sakara ar kaula izcilni. Pēc būtības tā tad Antilocapra ragi ir Cavicornia ragi, jo ir zināms, ka liellopu ragu bazālā augšanā raga maksti tāpat tiek uzņemti mati. Gadskārtēja raga maksts nomešana pēdējiem gan nenotiek, bet toties ir raga maksts periodiska augšana; arī teļa pirmā raga maksts tiek nomesta.

Kā pāreja uz citu virzienu uzskatāmi žirafu ragi. Proti, vīrišķam dzimumam šeit uz parietale sākumā parādās katrā pusē viens galvenais rags, kas tālākā attīstībā izplešas pa fronto-parietālo šuvi un beidzot pa frontale. Tas sastāv no os cornu, kas pārvilkts ar apmatotu ādu. Sānus no tā stāv neliels mediāns fronto-nazālais rags, kas starp citu veidojas līdzīgi. Diviem okcipito-parietāliem pakaļjiem ragiem, kas t. s. piecragu žirafei parādās uz aizgalvas robežas, liekas, os cornu nav.

Beidzot jāmin vēl tas fakts, ka dažiem insektivoriem sikspārņiem, retos izņēmuma gadījumos, uz īkšķa un kāju pēdas parādās īsti sesili piesūcekņi.

Pretēji dziedzeļu nabagai reptīlu ādai, zīdītājiem *ādas dziedzeri* ļoti labi attīstīti, ar ko atgādina vairāk abiniekus. Dziedzeļi spēlē lielu lomu atsevišķa dzīvnieka ķermeņa oikonomijā un viņa attiecībās pret sugas biedriem un apkārtni. Tam atbilst viņu sekrētu dažādība, kuŗus tomēr var atvasināt no diviem atdalītāju dziedzeļu pamattiņiem. Agrāk, kad sekrētus zināja dalīt tikai sviedros un ādas taukos, arī dziedzeļus attiecīgi dalīja sviedru un tauku dziedzeļos, vai arī atkarībā no to formas un stāvokļa, kā molveidīgos un matu dziedzeļos, kuŗu vietā drīz stājās termini: tubulozie un acinozie (labāk alveolārie) dziedzeļi. Izšķir holokrīnos dziedzeļus, kuŗos, tāpat kā tauku dziedzeļos, sekrēcijas laikā dziedzeļu šūnas iet bojā, un merokrīnos dziedzeļus, kuŗos, kā, piem., sviedru dziedzeļos, tas nenotiek. Tālāk merokrīnos dziedzeļus sadala ekrīnos, proti, tubulozos dziedzeļos tikai ar šķidru sekrētu un apokrīnos dziedzeļos, kuŗos secernētājas šūnas tāpat neiet bojā, bet to už dziedzeļa dobumu vērstie gali sekrēcijas laikā pūšķeidīgi piebriest un sekrētu izdalot pa daļai sairst, pārdzīvo tā tad parciālu nekrobiozi.

Tubulozie dziedzeļi ir vienkārši un zaroti cauruļveidīgi, vai arī vēl vairāk salikti. To slēgtais gals var būt kamolveidīgi savīts (glandulae glomeriformes) vai, gadījumos, kur arī to sekrēts ir augstākā pakāpē modificēts, tie var būt ar uzpūstiem lēvariem vai pat alveolām, kā, piem., tubulo-alveolārais piena dziedzeris un nīl-

zirga ādas gлотu dziedzeris. To sekrētoriskai daļai ir viena kārta augsta kubiska epitēla ar merokrīnu, noteiktāk ekrīnu vai apokrīnu sekrēcijas veidu. Ārējā kārta parasti ir epitēlogenā, tā tad no ektoderma radītām spirāliski sakārtotām muskuļu šūnām, kuļu slānis var būt irdens un reducēts līdz izzušanai (glandulae musculatae). Sākumā vienkārtainais, nesecernējošais, asi norobežotais izejvada epitēls klūst pēc tam daudzkārtains un turpinās mata maksts vai epiderma epitēlā. Ja ieeja atveļas mata maksti, tad tā sastopama virs alveolārā dziedzeņa (tauķu dziedzeņa) un parasti mata sānos, kur tā ass un ādas virsma veido neasu leņķi.

Par tubulozo dziedzeņu sekrētu, kas rodas tādos kīmiskos procesos, kuļos šūna neiet bojā, izejot no cilvēka, pieņēma sākumā šķidros pilienu sviedrus ar alkalisku vai skābu reakciju. Tāpēc šos dziedzeņus sauc par sviedru dziedzeņiem. Sviedru atdalīšana tomēr nav zīdītājiem vispārsastopama parādība. Dažiem zīdītājiem, neieskaitot ūdens dzīvniekus, tā iztrūkst pilnīgi, jo vai nu nav attiecīgu dziedzeņu, vai tie aprobežotā skaitā novietoti uz pēdas apakšas ādas. Iespējams, ka dziedzeņus aizvieto epiderms, caur kuļu notiek ļoti sakarsētā ķermēņa šķidruma transsudācija (caursūkšanās).

Tālāk sekrēts var būt piens, vai saturēt daudz tauku, kā, piem., auss sviedri. Tubulozo dziedzeņu izplatība ķermēni ir vai nu vispārēja, vai lokālizēta, dažreiz uz ļoti aprobežotas platības. Tā pie Rodentia daudzkārt tie norobežoti pēdas apakšas virsmā. Citur to nav nemaz. Pretēji agrākiem uzskatiem, tagad pierādīts, ka no mata follikuliem neatkarīgas sviedru dziedzeņu atveras apmatotās vietās pieder izņēmumiem. Bez tam tubulozie dziedzeņi, neatkarīgi no matiem, var atrasties neapmatotās ķermēņa vietās un atvērties t. s. sviedru porās, piem., pēdas apakšas virsmā, tālāk tur, kur āda pieņem glotādas raksturu, kā lūpu un plakstiņu malās.

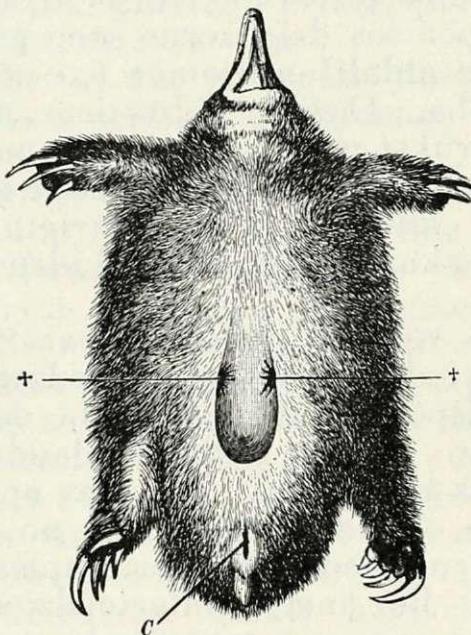
Otram ādas dziedzeņu veidam, neskatoties uz lielo dažādību lieluma un formas ziņā, kopēja alveolāra (acinoza) uzbūve; tālāk tiem nav gludo muskuļu, dziedzeņu epitēls daudzkārtains, kas, pateicoties tā holokrīnam sekrēcijas veidam, taukiem deģenerējoties nekrobiotiski sairst un dod sekrētu, kas uz laiku pilda dziedzeņa dobumu, tā ka pēdējais kanālizēts tikai temporāri.

Parasti dziedzeņi sēd pa divi vai vairāk pie mata folikula, tā ka to taukais sekrēts aizsargājot pārklāj matu.

Ar alveolāriem dziedzeņiem tas ir otrādi, jo tie sastopami arī neatkarīgi no matiem, sevišķi tur, kur āda turpinās

gлотādā, vai pieņem gлотādas raksturu. Тāpēc tie sastopami kā perianālie dziedzeļi pie anusa, kā Meiboma dziedzeļi plakstiņu malā vai kā konjunktīvālie cetaceju dziedzeļi, pie lūpām, kā prepuciālie dziedzeļi pie praeputium (sk. nodāļu par dzimumorganiem).

Sevišķi interesanti ir ādas dziedzeļu lokālie sakopojumi lielākos, ar neapbruņotu aci labi saskatāmos dziedzeļu ķermenēs. Retāk to izveidošanās norisinās tā, ka palielinātie atsevišķie dziedzeļi cieši saspiesti viens otram blakus atveļas kādā zināmā ādas vietā, kas tad top par dziedzeļu laukumu. Lielāko tiesu tas notiek kailā vai apmatotā ādas ieļiekumā, kādēļ rodas lielākā vai mazākā mērā atvērti dziedzeļu maisi, kas atsevišķos gadījumos izbīdāmi uz āru.



Zīm. 165. *Echidna histrix*. Mātīte, raugoties no vēderpuses, ar pērēja momosmu (inkubātoriju); no sānu krokām pie + rēgojas ārā pamatu kušķim. C — kloāka. (Pēc Haecke's.)

Tādi, bieži lieli, dziedzeļu organi sastādās no viena vai abiem dziedzeļu veidiem un tiek nosaukti pēc to stāvokļa. Uzkrītošais tais tomēr ir sekrētu dažādība konsistences, sastāva, krāsas un smakas ziņā. Tie lielāko tiesu tauki, kas var saturēt arī olbaltumu; krāsas ziņā var būt zili, melni u. t. t. vai arī bezkrāsaini. Šeit īpaši jāatzīmē tas, ka to sekrēti pirmā kārtā rada zīdītāju specifisko smaku, sevišķi specifiskos dziedzeļu organos sakopotie dziedzeļi. Acīmredzot, starp šīs dzīvnieku grupas augsti attīstīto ožas organu un specifiskām smakām, kādas dod ādas dziedzeļi,

pastāv cieša sakarība. Šo smaku nozīme ļoti dažāda. Ir zināms, ka tās var kalpot aizstāvēšanās nolūkiem Āzijas un Amerikas smirdoņiem (*Mephitis* starp Mustelidae u. t. t.), kas saviem vajātājiem uzšlircina smirdošo anālā dziedzeļa sekrētu; līdzīgi tas ir mūsu zebiekstēm, caunām u. t. t. Svarīgāki to vispārīgākās nozīmes dēļ ir šo smaku organu sekrēti kā specifisko smaku, proti individuālās personālās, dzimuma un sugas smakas, nesēji.

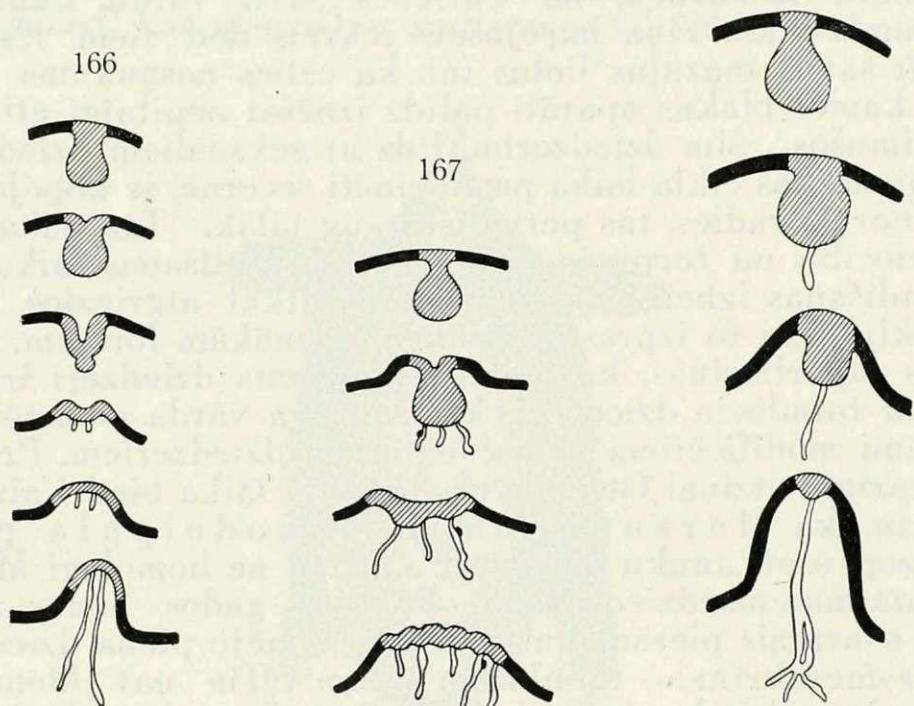
Ārkārtīga nozīme ir dziedzeļu organam, kuļu līdz ar tā blakus aparātiem apzīmē par *mammār aparātu*. Vivipārām formām šis dziedzeris dod pienu, kāpēc to nosauc par piena dziedzeri, *mammalia*, no kurienes savu vārdu dabūjuši *mammalia*. Viņa baļojošais sekrēts dod tiem iespēju izziņīt savus mazuļus lielus (no kā cēlies nosaukums *zīdītāji*), kamēr blakus aparāti palīdz iznēsāt nepilnīgi attīstīti piedzimušos. Šim dziedzerim, līdz ar seksuāliem dziedzeļu orgāniem, kas cikla laikā pastiprināti secernē, ir kopējs tas, ka vienreiz radies, tas periodiski aug tālāk. Tas sākas ar grūtniecību un turpinās visu viņas un zīdīšanas laiku, lai pēc zīdīšanas izbeigšanās dziedzeris atkal atgrieztos vecā stāvoklī. Lai to izprastu, jāsāk no zemākām formām. Vispirms jāpārliecinās, ka monotrēmu piena dziedzeļi ir merokrīni tubulozie dziedzeļi, kas šaurākā vārda nozīmē pie-skaitāmi modificētiem kamolveidīgiem dziedzeļiem. Pretēji šai svarīgai atziņai Gegenbaurs un viņa laika biedri aizstāv uzskatu, ka *Marsupialia* un *Monodelphia* piena dziedzeļi esot „tauku dziedzeļi“, tā tad ne homologi Monotremata mammardziedzeļiem. Pēdējos gados tomēr nācis klajā svarīgais pierādījums, ka arī pirmējo piena dziedzeļi pieder merokrīnam, tubulozam tipam. Tie nav Monotremata piena dziedzeļiem tikai tiktāl pavisam homologi, ciktāl tie, lai gan izcēlušies no līdzīgiem aizmetņiem, kā zīdītāju tubulozie ādas dziedzeļi vispār, jau agri sāk iet diverģentu attīstības ceļu. Pie Monotremata tie attīstās nākamā dziedzeļu laukumā kā sekundāras atvases no galveno matu, vēlāko spēcīgo mammarmatu, epite-liālā aizmetņa. Par mammarmatiem šie mati tiek sauktī tādēļ, ka tie ne tikai paliek funkcionētājā aparātā, bet arī spēlē svarīgu lomu sekrēta izvadišanā, kuļu uzlaiza jaunie dzīvnieki. No dzilāk novietotās terciārās atvases rodas holokrīnais alveolārais „tauku dziedzeris“. Minētā sekundārā atvase sākumā līdzinās „sviedru dziedzerim“, bet drīz difereņcējas mammardziedzeļi.

Pēdējais visā visumā katrreiz izveido plakanu, ovālu ķermenī, kas pie *Ornithorhynchus* ar tievāku, plakanu kātu pa kompaktās *panniculus carnosus* ādas

muskulātūras spraugu nonāk ovālā „d z i e d z e ņ u l a u - k u m ā“, lai šeit, neapvienojoties zīdeklī, pa daudzām ejām atvērtos uz āru.

Somas attīstība sākas jau ar jaunās e c h i d n a s izšķilšanos no olas. Šī soma, kas, kā tūliņ jāatzīmē, ģenetiski atšķirās no M a r s u p i a l i a somas — ir tikai tai parallēls veidojums un tādēļ labāk saukts par i n k u b ā t o r i j u, atšķirībā no pirmējo m a r s u p i u m a — nav nekāda paliekama ierīce, bet izzūd grūtniecības perioda starplaikos. Šīnī perējamā somā tiek uzņemtas un iznēsātas divas olas.

168



Zīm. 166. Plēsonu piena zīdeklā embrionālā attīstība. Zīdeklā kabata šķērsām svītrota, kutis valnītis melns, prīmārās piena ejas vienkārši kontūrētas.

Zīm. 167. Cilvēka zīdeklā attīstība.

Zīm. 168. Atgremotāju zīdeklā izveidošanās.

Kamēr e c h i d n a s mātītei soma parādās tikai ar starplaikiem, monotrematiem mammardziedzeļi vienlīdz izveidotī abiem dzimumiem. Par šo dziedzeļu sekrētu mēs arī šodien nezinām nekā vairāk, kā tikai to, ka tas esot bieza, drusku dzeltenīga substance, kas izrādījusies par olbaltuma vielu, bez piena cukura. Kas attiecas uz M a r s u p i a l i a zīdeklu formu, tad jaunākā uztvere māca, ka arī M a r s u p i a l i a, tāpat kā monotremiem prīmārie organi,

kas drīz pēc dzimšanas parādās iegareni ovālu ventrālu pāru svītru veidā, vēlāk rada kolbveidīgo mammaraparāta aizmetni. Šie solidie epiderma sakopojumi zemādā, kas savukārt tiem apkārt diferencējas zīdeklju laukā vai a r e o l ā r - a u d o s, dzen no sava pamata dziļumā vienkāršus solidus epitēla izaugumus, no kuņiem, atšķirībā no monotrematiem, arī šeit rodas pīmāras, sekundāras un terciāras atvases mammarmatiem, tubuloziem, merokrīniem piena dziedzeņiem un holokrīniem tauku dziedzeņiem. Tikai piena dziedzeņi attīstās pilnīgi, mammarmati un lielāko tiesu arī tauku dziedzeņi iet agri bojā un pilnīgi izveidotā zīdeklī vairs nav sastopami.

Pats kolbveidīgais mammaraizmetnis diferencējas zīdeklī divējādos veidos. Pirmajā, vispārsastopamā, stipri izaugušā kolba, nostumjot savas centrālās, virsmā pārragotās, šūnas, pārvēršas zīdeklā k a b a t ā. No tās ar sekundāru izliekšanos (eversiju) rodas definītīvais zīdeklis, kuŗa galotne atbilst kabatas dibenam. Otrā veidā (Didelphys marsupialis) zīdeklis rodas no areolāro audu proliferācijas, kas pacel cutis valni līdz zīdeklim, kuŗa galotne iegūst savu epitēliālo pārvalku no kolbveidīgā aizmetņa. Citiem Didelphydae starp abiem šiem veidiem ir pārejas.

Pirms laktācijas (piena atdalīšanās) Marsupalia zīdeklis ir pilnīgi attīstīts un var tikt somas mazulim, kad tas vēl par vārgu, lai zīstu, iebāzts mutē, tā ka mātes piens viņam tiek iešķakts. Marsupialia soma liekas būt vispār vēlākais somaiņo ieguvums, jo tā var arī nebūt un tā nav homologa monotrematu in kubātorijam. To atbalsta slēdzējmuskulis, sphincter marsupii, kas atvasināms no ādas muskulātūras. Tālāk sastopams muskuļu aparāts, kuŗa uzdevums ieņemot piena dziedzeri starp sevi un vēdera muskuļiem, spiest uz pirmo, lai mazulim iešķaktu pienu mutē. Šis compressor mammae ir homologs tēviņa musculus cremaster (sk. dzimumorganus).

Soma, kas atveļas drīz uz galvas pusī, drīz ventrāli, retāk uz pakaļpusi, tēviņiem parādās tikai apšaubāmu atlieku veidā. Austrālijas Marsupialia tēviņiem nav arī zīdeklu, bet pie Delphyidea tie parādās tikai jauniem tēviņiem.

Par pirmo piena dziedzeņa aizmetni mēs zinām tikai to, ka tas pārādās kā augstu epitēla šūnu svītra vidukļa sānu sienās. Šī piena svītra attīstās par maigu epiderma līstiņu sākot no priekšējo ekstrēmitāšu aizmetņa, pāri pakaļējam, līdz ingvinālapgabalam. Šī piena līstiņā

kā epidermāls sabiezējums paceļas pie na u z k a l - n i n i, kas vēlāk saplacinās, kā t. s. pie na p u n k t i ieaug zemādā, tiek ietverti areolāros audos un dod mums jau no Marsupalia pazīstamās piena dziedzeļu atvases, pie kam mammarmatu reducēšanās iet vēl tālāk un tie parādās tikai pārejīga aizmetņa veidā. Pretēji Marsupalia un Placenta lia dziedzeļu homoloģijai, abu zīdeklī šķiet būt tikai paral lēli veidojumi. Kā ekstrēmu no vienas puses var uzskatīt to veidošanos pie Carnivora. Šeit no mammaizmetņa rodas zīdeklā kabata, kas pamazām izmaucas par zīdeklī un pie tam rada lielāko zīdeklā virsmas daļu. Cutis valnītis tad pārklāj pamatu. Šim, īaikam visvienkāršākajam, procesam pretī stāv atgremotāju zīdeklā izveidošanās. Atgremotāju zīdeklis rodas no spēcīgi pacelta cutis valnīša un ar to dokumentējas kā ekstrēms proliferācijas zīdeklis. Tam cauri iet sevišķi attīstīts dziedzeļa izvadkanālis, c e n - trāla i s k a n ā l i s, ko tā tad nevar pielīdzināt mammar kabatai (zīdeklā kabatai).

Zīdeklu skaits pie Monodelphia svārstās starp 2 un 22. Prīmitīvām sugām to skaits vispār lielāks, atbilstot lielākam mazuļu skaitam. Tad zīdeklī sakārtoti rindās, saskaņā ar piena līstiņas virzienu. Pēdējā arī izskaidro to, kā parciālā redukcija var novest līdz dažādiem mammā organu topografiskiem stāvokliem. Bieži tā atrodas priekšgalā, no kam cēlies abdomināls un ingvināls zīdeklu stāvoklis, beidzot ingvināls stāvoklis vien. Otrādi: var pastāvēt tikai pektorāli dziedzeļi. Var notikt arī izkrišana vidū; tālāk divu mammarkabatu saplūšana par definītīvo zīdeklī (zirgam un ēzelim) vai novirzīšanās uz padusi (daži Chiroptera un Rodentia), uz gurnu, uz muguru, uz sēdi.

Blakus zīdeklu skaita kārtējai svārstībai, dzīvniekiem, kā arī cilvēkam novērojams arī pavism ārkārtīgi liels zīdeklu skaits (hipertēlija). Tie atrodas piena līnijas apvidū un norāda uz sākumā lielāku, bet cilts attīstības gaitā reducētu mammāorganu skaitu.

III. Skeleta sistēma.

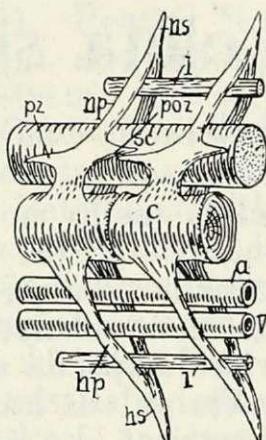
Mugurkaulnieku skeleta sistēmā mēs izšķiņam centrālo un ekstrēmitāšu skeletu.

Centrālais (ass) skelets sastāv no galvas kausa un muguraula, kuļu embrionālās stadijās vienmēr aizvieto muguras stiegra vai notochorda, saukta chorda dorsalis. Zemākiem mugurkaulniekiem tā eksistē visu dzīves laiku. Galvas kauss un mugurauls apsedz un sargā centrālo nervu sistēmu. No šī viedokļa galvas kauss ir paplašināta muguraula daļa; tomēr jāatzīmē, ka šī piezīme nebūt neatbalsta jau novecojušos Okena galvas kausa skriemeļu teōriju. Galvas kauss ietveř arī zināmu gremojamā trakta nodalījumu, ar ko viena viņa daļa piedalās arī barības uzņemšanā. Mugurauls veidots no atsevišķiem segmentāliem elementiem, skriemeliem. Tas piešķir visam ķermenim stingrumu un kalpo ķermenē un astes muskuļu piestiprināšanai. Ribas un krūšu kauls, ja tie sastopami, ieslēdz iekšu lielāko daļu. Skriemeli, krūšu kauls (sternum) un ribas vai nu visu laiku paliek skrimšļu stadijā, vai arī pieaugušiem dzīvniekiem osificējas, t. i. pārvēršas kaulu audos. Galvas kausam ir skrimšlaina pamatne, chondrocranium, kas (izņemot Cyclostomata, Elasmobranchia un Chondrostei) vai nu pārvēršas dažādos kaulos, vai pārklājas ar tiem. Tas notiek vēl ilgi pirms pieaugušā stāvokļa sasniegšanas. Tāpat arī gremošanas traktu ietverošā galvas kausa daļa, t. s. viscerālais skelets, aizmetnī parādās kā skrimslis. Abus, kā chondrocranium, tā viscerālo skeletu pastiprina daudzie ādas kauli (klājkauli), no kuļiem lielākā daļa, pēc salīdzināmās anatomijas uzskata, cēlušies tieši no ādas.

Mugurauls (Columna vertebralis).

Pilnīgi attīstīts mugurauls (*columna vertebralis*) būvēts no segmentētu vai metameru ķermenē, skriemelu, rindas, kas mainās jeb alternē ar muskuļu segmentiem un savstarpīgi mazliet kustīgi savienoti, ar ko mugurauls iegūst ievērojamu lokanumu. Katrs skriemelis ietveř chordu, muguraula smadzenes un bez tam vēl astes reģionā arī kaudālos asinsvadus. Zemākiem muguraul-

niekiem skriemelis sastāv tikai no attiecīgās chordas daļas un chordu un asinsvadus ietveļošā loka. Augstākiem mugurkaulniekiem abas šīs daļas var saplūst kopā, chorda izzūd un viss veidojums vecākās stadijās pārkaulojas.



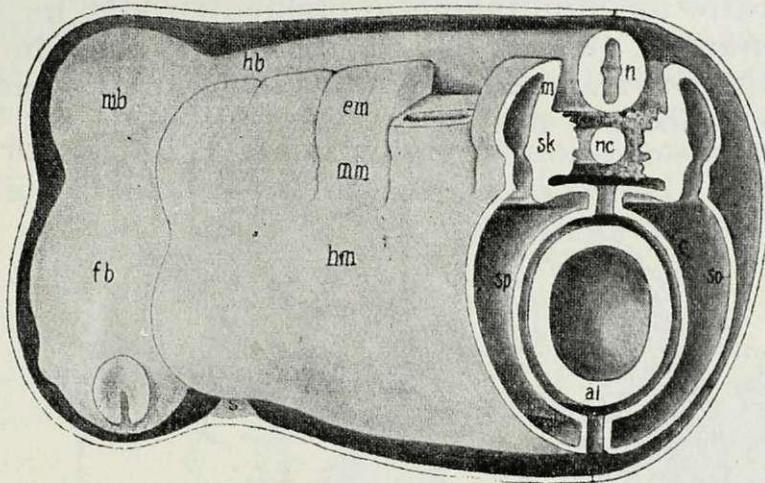
Zīm. 169. Kaudālos skriemeli schēma, laterāli. a — artērija, c — skriemeļa kermenis jeb centrs, hp — haemapophysis, hs — proc. spinosus ventralis, l — ligāments, np — neurapophysis, ns — pr. spin. dorsalis, poz — postzygapophysis, pz — praezygapophysis, sc — chorda, v — vēna. (Pēc Kingsley.)

Katrs tipiskais skriemelis būvēts no skriemeļa kermenē (jeb centra), kas ietver chordu un attīsta divus lokus: nervu loku ap mugurkaula smadzenēm un asinsvadu loku ap ventrāli novietotiem asins vadiem. Katrs loks veidots no viena plātni pāra (neurapofizes augšā, hemapofizes apakšā) un no viena augšēja, reizēm arī apakšēja asā zara (processus spinosus vai ventralis). Viduklī asinsvadu loki parasti modificēti vai to nav nemaz.

Šīm galvenajām skriemeļa sastāvdaļām var pievienoties vēl vairākas akcesoriskas. Tā, piem., bieži sastopamas t. s. pre- un postzigapofizes, kas novietotas pie priekšējās, reizēm apakšējās nervu loka virsmas. Tās pastiprina skriemeļu savstarpējo kustīgo savienojumu. Skriemeļu malas var izveidot sevišķus šķērsu zarus (processus transversus) muskuļu un ribu piestiprināšanai. Tādi zari var būt pa pāram katrā pusē: diafize pie nervu loka un parapofize pie skriemeļa kermenē. Blakus gulošo skriemeļu nervu un asinsvadu lokus saista dorsālie un ventrālie garenīški ejošie ligāmenti jeb saistaudu cīplas, kas novietotas zem processus spinosus.

Skriemeļu embrionālā izcelšanās ļoti komplikēta. Tie izveidojas visciešākā sakarībā ar chordu un stiepjas no pakalējās galvas kausa daļas līdz pat astes galam, tieši zem

mugurkaula smadzenēm. Chordas ārējās šūnas rada epitēlveidīgu kārtu, ko līdz ar tās ārējo robežmembrānu sauc par *elastica interna*. Šī šūnu kārta atdala bezšūnu segu, t. s. chordas maksti, kuļas ārējais slānītis loti elastīgs un saucas *elastica externa*. Embrionālo

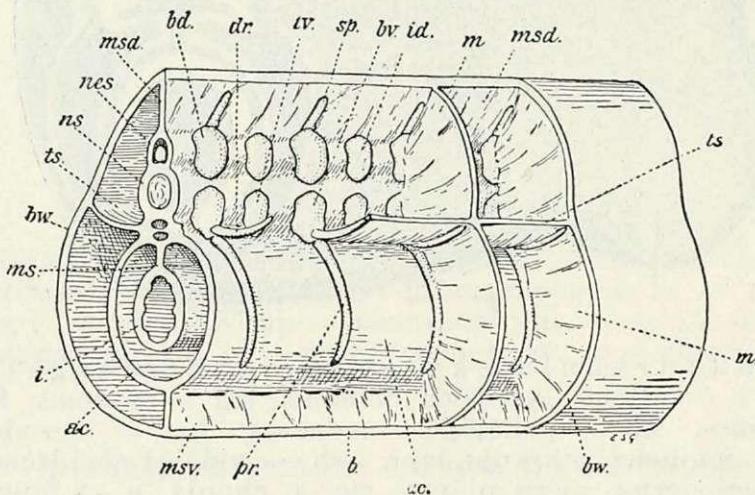


Zīm. 170. Mugurkaulnieka embrija priekšgalā schēma. al — zarna, c — celoms (ķermēna dobums), em — miotoms, fb — priekšējās smadzenes, hb — pakaļējās smadzenes, hm — mezoderma sānu plātnē, m — miotoma muskuļu lapa, mb — vidējās smadzenes, mm — nefrotoms (mezoderma nieņu plātnē), nc — chorda, n — muguras smadzenes, s — mutes ieliekums (stomodaeum), sk — sklērotoms, so un sp — peritoneja (celoma epitēla) somatopleura (parietālā lapa) un splanchnopleura (viscerālā lapa). (Pēc Kingsley'a, no Goodrich'a.)

muskuļu segmenti (miotomi), kas gaļā rindā stiepjās gar chordas abām pusēm, savā iekšienē ir ar dobumu (miocelu), kuļā uz āru pret ādu var izšķirt t. s. somatisko, uz iekšu pret chordu — splanchnisko sienu. Šīs sienas ventrālākā daļa veido mezenchīmu. Viena mezenchīma daļa dod sākumu skriemeļiem. Šo mezenchīma daļu sauc par sklērotomu. Vienu aiz otra stāvošos sklērotomus atdala vertikāli augšup ejošie asinsvadi. Sākumā šķērssiena katru sklērotomu sadala krāniālā un kaudālā pusē. Šim apstāklim liela nozīme skriemeļa dažādo elementu attīstības vēsturē. Katra sklērotoma mediālā daļa (krāniālā un kaudālā daļa tai pašā laikā) iedodas chordas virzienā, tās šūnām iespiežoties starp mugurkaula smadzenēm un chordu, kā arī starp chordu un zem tās ejošo asinsvadu. Dorsālās šūnu masas (divi izvirzīni katrā pusē, kas atbilst abām sklērotoma daļām) pakāpeniski ieslēdz chordu un mugurkaula smadzenes, kamēr apakšā līdzīgas norises sekas ir kaudālās artērijas un vēnas ieslēgšana. Šim sklērotoma daļām pārskrimšlojoties,

vēlāk rodas neuro- un hemapofizes. Pie tam tiek izlietātas ne visas mezenchīma šūnas, tā ka dažas veido parastos saistaudus.

Divus katra sklērotoma priekšpuses elementus apzīmē par *cranineurale* un *cranihaemale*, atkarībā no tā, vai tie atrodas virs vai zem chordas. Attiecīgie kaudineurālie un kaudihemālie elementi rodas no sklērotoma pakalpuces. Tādā kārtā ir divi pāri neurālu un divi pāri hemālu, pavisam kopā astoņi elementi, kas pieder vienam pašam miptomu pārim.

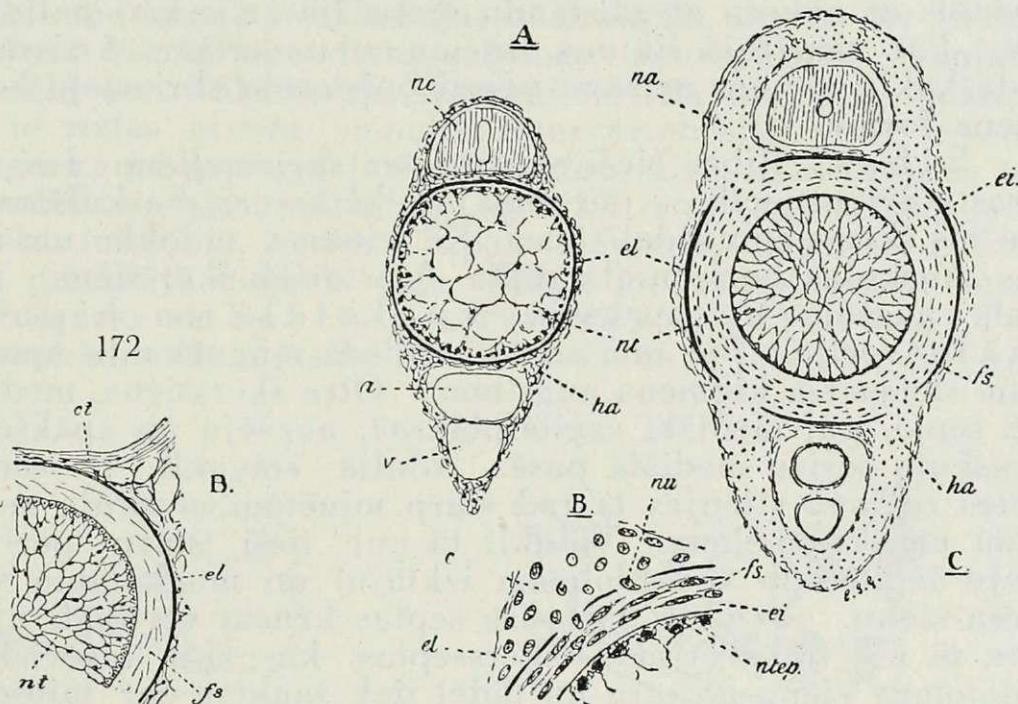


Zīm. 171. Saistaudu septu un aksiālā skeleta sadalījums mugurkaulnieka viduklī, ac — celoma (splanchnocēla) siena, bd — basidorsalia jeb cranineuralia (neurapofizes), bv — basiventralia jeb cranihaemalia (hemapofizes), dr — dorsālās ribas, i — zarna, iv — interventralia (intercalaria ventralia), m — transversāla muskuļu septa (myocomma), ms — mesenterium dorsale, msd — mediāna dorsāla muskuļu septa, msv — med. ventr. musk. septa, nes — nervu caurule, ns — chordas maksts, pr — ventrālās, hemālās jeb pleurālās ribas, sp — proc. spinosus dorsalis, ts — horizontāla septa. (Pēc Goodrich'a.)

Skriemeļi rodas no šīm dažādām daļām, bet dažos gadījumos nevar noteikti pateikt, kāda loma katrai no šīm daļām skriemeļa izveidošanā. Šai ziņā liela starpība starp haizivīm un augstākiem mugurkaulniekiem; pie pirmām sklērotoma šūnas spiežas caur *elastica externa* chordālā makstī un tur nereti pārskrimšlojas. Izplatīdamās vienos virzienos, šīs iecelojušās šūnas dažreiz augšpusē un apakšpusē sastopas un tādā kārtā ap chordu izveido skrimšķa gredzenu. Tiem augstākiem mugurkaulniekiem, kuŗu attīstības vēsture jau zināma, skrimšķa šūnas neiespiežas chordas makstī, bet ar ārēju gredzenu ietveļ elastiku. Chordas maksts amniotiem stipri reducēta, bet abas elastīgās segas nav diferencētas.

Gnatostomām zivīm krāniālie un kaudālie elementi attīstās nevienmērīgi. Kaudālie ir lielāki un dod loku lielāko daļu. Zemākiem mugurkaulniekiem (sevišķi dažiem fosiliem ganoidiem un stegocefaļiem) daļas, kas radušās neurāliem un hemāliem elementiem pārskrimšlojoties, paliek šķirtas, kamēr citām dzīvnieku grupām lielāko tiesu konstatējama lielāka vai mazāka daļu sakušana, kaut arī tā var noritēt dažādi. Ir novērots, ka dažām zemākām zivīm (piem., Holocephali) viena un tā paša pirmatnējā miotoma krāniālie un kaudālie elementi savienojas, izveidojot vienu pašu skriemeli. Līdz ar to krāniālās daļas novietojas priekšā, kaudālās daļas pakalpusē, tā ka skriemeli šeit intrasegmentāli. Visiem citiem dzīvniekiem viena somita (jeb ķer-

173



Zīm. 172. *Petromyzon fluvialis*, nēgis. Kāpurs (= *Ammocoetes*). Chordas šķērsgriezuma daļa. ct — saistaudi, el — elastica externa, fs — šķiedrainā maksts, nt — chorda ar perifero chordas epitēlu. (Pēc Goodrich'a.)

Zīm. 173. Haizivs *Scyllium canicula*. A — mugurkaula šķērsgriezums pirms skrimšķķa elementu attīstības. B — vecāka stadija, kad skrimšķķa elementi iepriesties chordas makstī. C — vēl vecāka stadija. a — arteria caudalis, c — skrimšķaudi, ei — elastica interna (= šķiedrainās maksts iekšējā kārtā), el — elastica externa, fs — šķiedrainā maksts, ha — hemālais loks, na — neurālais loks, nc — muguras smadzenes, nt — chorda, ntep — chordas epitēls. (Pēc Goodrich'a.)

meņa segmenta) kaudālās daļas saplūst ar nākošā somita kaudālām daļām un tādā kārtā skriemeļi šeit jāapzīmē par tādiem, kas izveidojušies intersegmentāli. Šādam stāvoklim droši vien vairāk priekšrocību vidukļa muskulātūras darbībā.

Kā priekšējā, tā pakaļējā skriemeļa ķermeņa virsma dažādās sistēmatiskās grupās dažādi pārveidojas. Prīmitīvākām grupām abas virsmas konkavas. Tādā gadījumā skriemeļus sauc par *a m f i c ē l i e m*. Dažām zivīm un daudziem reptiliem skriemeļu ķermeņi priekšā iedobti, bet kaudāli konveksi, sakarā ar ko rodas lodveidīga locītava. Šo tipu sauc par *p r o c ē l u*. *O p i s t o c ē l i e m* skriemeļiem minētās pazīmes mainās pretēji, jo šeit kaudālā virsma konkava. Zīdītāju skriemeļiem abas virsmas lielāko tiesu lēzenas (*a m f i p l a t i s k a s*); šeit katrs skriemelis savienots ar nākošo ar saistaudu diska (*m e n i s k a*) palīdzību. Par vispārējā likuma izņēmumu uzskatāms Artiodactyla kakla reģions ar savu nereti opistocēlo skriemeļu ķermeņa formu.

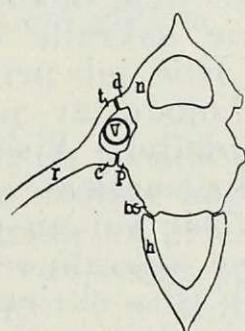
Ribas. Ribas cieši saistītas ar skriemeļiem. Lai izprastu šīs attiecības, jāiedomājas ķermeņa muskulātūras un tās šķērssienu sadalījums. Kā zināms, vidukļa un astes muskuļus horizontāla septa (saistaudu šķērssiena) sadala augšējā un apakšējā (*e p a k s i ā l ā* un *h i p a k - s i ā l ā*) serijā. Pie tam septa sasniedz mugurkaulu apmēram skriemeļa ķermeņa augstumā. Otra šķērssiena, mediānā septa, guļ mediālā sagitālplāksnē, augšējo un apakšējo muskuļu seriju mediālā pusē. Adultā stāvoklī šī septa astes reģionā stiepjas tā tad starp minētām muskuļu serijām un skriemeļiem. Viduklī tā guļ tieši starp peritoneju (epitēliālo vēderdobuma izklāju) un muskulaino vēdera sienu. Šīs abas galvenās septas krusto vertikāli ejošas, tā tad transversālas, šķērsseptas, kas šķiļ atsevišķos miotomus vienu no otra un tādēļ tiek sauktas par mioseptām. Visās šīnīs saistaudu šķērssiēnās var rasties dažādi skeleta veidojumi.

Zivju kaudālā reģionā hemapofizes rodas mioseptu un mediāno septu krustošanās vietā. Tā tad šie apakšējie loki guļ kaudālo hipaksiālo muskuļu mediālā pusē. Zivju viduklī attiecīgie elementi atrodas tūliņ zem peritoneja, mioseptu krustošanās vietā ar sklēroblastiskiem audiem, kas piekļaujas vēdera muskulātūrai no iekšienes. Šie skeleta elementi, tāpat kā hemapofizes, aizmetnī ir skrimšlaini un atšķiras no pēdējām tikai ar savu garumu, kā arī ar processus spinosus ventralis trūkumu. Tie ir vai nu nepārtraukti saistīti ar skriemeļu ķermeņiem, vai arī artikulē ar

sevišķu skriemeļu ķermeņu izcilni, t. s. bazālo piedēkli. Tāds kustīgs savienojums dara iespējamas zināmas vēdera dobuma lieluma svārstības.

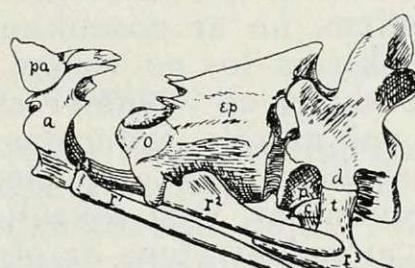
Tikko aprakstītos lielākas zivju daļas skriemeļu elementus bieži apzīmē par zivju ribām. Viņu skaidri redzamās homoloģijas dēļ ar hemapofizēm, tās pelna hemālo ribu nosaukumu. Zināmam zivju daudzumam (Crossopterygii, Salmonidae, Clupeidae) blakus šīm sastopamas arī citāda veida ribas. Tās atrodas mioseptu krustošanās vietā ar horizontālo septu un, proti, starp epaksiālo un hipaksiālo muskulātūru. Tās ir īstās jeb pleurālās ribas, vienīgais ribu veids, kas sastopams pie Tetrapoda (četrkājainiem). Šādas pleurālas ribas sastopamas urodelu un dažu reptīļu astē, kur tās saistītas vai saaugušas ar skriemeļu ķermeņiem, kas tai pašā laikā nes arī hemālos lokus. Urodelām šīs kaudālās ribas guļ horizontālā septā. Ar skriemeļiem tās savieno divas galviņas, neurapofizei pieguļošā dorsālā un ar skriemeļa ķermenī saistītā ventrālā. Sakarā ar to rodas atvera (canalis intervertebralis), kas ieslēdz mugurkaula artēriju (arteria vertebralis). Kas attiecas uz pleurālām ribām, tad līdzīgi apstākli ir arī augstākiem mugurkaulniekiem, izņemot hipaksiālās muskulātūras trūkumu priekšējā vidukļa daļā. Ribas locītavas dorsālā puse šeit saucas tuberculum, ventrālā capitulum. Tuberculum savienojas ar neurālā loka zaru jeb diapofizi, ca-

174



Zīm. 174. Amniotu skriemeļa schēma. bs — bazālais gala gabs; c — capitulum; d — diapophysis; h — hemālais loks (= haemopophysis); n — neurālais loks (= neurapophysis); p — parapophysis; r — pleurālā riba; t — tuberculum; v — canalis vertebralis ar mugurkaula artēriju. (Pēc Kingsley'a.)

175



Zīm. 175. Krokodila *Rhamphostoma* trīs priekšējie kakla skriemeļi. a — atlas, c — capitulum, d — diapophysis, ep — epistropheus ar proc. odontoideus jeb dens epistrophi (o), p — parapophysis, pa — proatlas, r — kakla ribas, t — tuberculum. (Pēc Schimkewitsch'a no Kingsley'a.)

pitulum ar skriemeļa centra zaru jeb parapofizi. Zīdi-tājiem, kam parapofize reducējusies, diapofizi sauc par processus transversus. Nepielaižamā kārtā šo pašu apzīmējumu lietā arī kakla reģionā, lai gan tur dažām sugām patiesībā ir diapofizes saplūsmes produkts ar parapofizi un ribu. Tāds pat terminoloģijas sajukums novērojams arī citu tetrapodu kaudālā reģiona aprakstos.

Mugurkaula reģioni. Skriemeļu skaits lielā mērā mainās atkarībā no dzīvnieku sistēmatiskā stāvokļa un to ķermeņa gaļuma. Vismazākais sastopams dažiem Anura, kuļiem, izņemot saplūdušos astes skriemeļus, atrodami tikai astoņi elementi. No otras puses, dažām bezķaju ķirzakām, kā arī čūskām, ir līdz pieci simti skriemeļu. Mugurkaulu var sadalīt atsevišķos vairāk vai mazāk labi definējamos reģionos. Zivīm, piem., divi tādi reģioni: vidukļa reģions, kur skriemeļiem ir hemālas ribas un kaudālais reģions, kur skriemeļi vismaz priekšējā daļā apbalvoti ar hemāliem lokiem.

Četrkājaino kaudālās ekstrēmitātes ar t. s. joslu piestiprinātas mugurkaulam tai punktā, kurā atrodas vidukļa un astes robeža. Viens vai vairāki šā robežas reģiona skriemeļi veido t. s. krusta kaulu jeb sacrum. Pa lielākai daļai recentām amfibijām ir tikai viens pats sakrālais skriemelis. Lielākai tiesai reptīļu nāk klāt vēl otrs elements, kamēr fosilām formām var būt ievērojami lielāks sakrālo skriemeļu skaits. Neraugoties uz to, mēs tikai divus pirmos sakrālos skriemeļus uzskatām par pirmatnējiem bļodas joslās balstiņiem, un ar nosaukumu „prīmārie sakrālie skriemeļi“ atšķiram tos no visiem pārējiem. Īstie jeb prīmārie sakrālie skriemeļi vienmēr savienoti ar bļodu ar parasti vairāk vai mazāk reducētās ribas palīdzību. Visbiežāk šādas sakrālās ribas ar attiecīgajiem skriemeļiem nekustīgi saplūdušas. Paši sakrālie skriemeļi var vai nu palikt šķirti, vai saaugt viens ar otru. Pārējiem sakrālā reģiona skriemeļiem (tā tad izņemot prīmāros jeb īstos skriemeļus) nekad tādu ribu nav, jo saistība ar bļodu šeit notiek ar processus transversus palīdzību. Šādus skriemeļus sauc par pseudosakrāliem skriemeļiem.

Amfibiju skriemeļiem, kas atrodas krusta kaula skriemela priekšā (t. s. prēsakrāliem skriemeļiem), ir ribas, izņemot pašu pírmo, atlasu, kas līdz ar to šeit ir vienīgais kakla jeb cervikālā reģiona priekšstāvis. Visi pārējie skriemeļi veido t. s. dorsālo reģionu. Citiem četrkājainiem kakla skriemeļu skaits ārkārtīgi mainīgs. Tiem raksturīgs vai nu pilnīgs ribu trūkums, vai arī to ekstrēmais īsums, jo tās nekad ne-

aizsniedz krūšu kaulu. Bet arī otrādi, ne visiem postcervikāliem skriemeliem ribas obligātoriskas. Tie, kam tās ir, veido krūšu jeb torakālo reģionu, bet tie, kam to nav — gurnu jeb lumbālo reģionu.

Divi priekšējie kakla skriemeļi dabūjuši īpašu nosaukumu. To skriemeli, kas nāk tūdaļ aiz galvas kausa, sauc par atlasu. Reptiliem un pārējām augstākām klasēm tam seko t. s. epistropheus, kas saaugot priekšpusē sevī pārņemis atlasa ķermenī. Šī kādreizējā atlasa daļa veido t. s. processus odontoideus jeb dens epistrophei, otrā skriemela zobveidīgo zaru. Ap šo izaugumu griežas atlass ar visu galvu. Dažiem reptiliem un zīdītājiem starp pirmo skriemeli un galvas kausu novēroti mazi kaula āķīsi. Tos uzskata par kādreiz šai vietā bijušā skriemeļa pēdējām atliekām, rudimentu, un sauc par proatlasu.

Krūšu kauls jeb sternum.

Šis skeleta elements atrodas priekšējās ķermeņa sienas ventrālā reģiona vidū. Dažām amfibijām tas savienots ar priekšējo ekstrēmitāšu joslu; amniotiem lielāko tiesu ar šo joslu un ar ribām. Šā elementa homologizējums pie amfibijām no vienas un pie amniotiem no otras puses rada lielas grūtības, jo pirmā grupā tā izcelšanās ir citāda nekā otrā. Amfibiju krūšu kauls rodas embrionāli tai pašā vietā, kurā tas atrodas adultā stāvoklī, kamēr amniotu sternum izcelas no embrionālo skrimšlaino ribu paplašinātiem brīvajiem galiem.

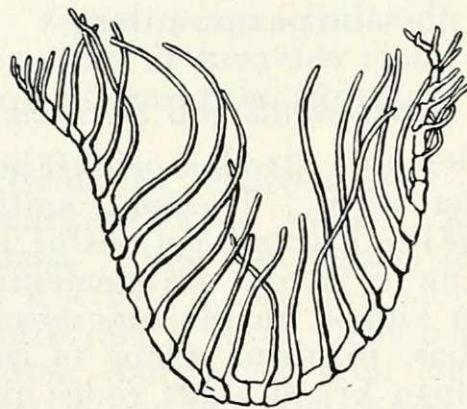
Galvas kauss (cranium).

Ar šo nosaukumu apzīmē tikai mugurkaulniekiem pieņitošo skeleta kapsulu vai skeleta veidojumu, kas ieslēdz smadzenes un priekšējo gremojamā trakta daļu. No šī viedokļa var runāt par galvas kausa aizmetni jau pie Amphioxus. Par tādu te būtu uzskatāmi daudzie skrimšļveida diegi, kas balsta mutes taustekļus un ar savām bazālām daļām rada lūpu krokas gredzenu. Bez tam arī starp žaunu spraugām atrodas slaidi stabīnveida balsta elementi, kuŗu homoloģija ar attiecīgajiem mugurkaulnieku galvas kausa elementiem tomēr vēl ļoti nedroša.

Zemāko mugurkaulnieku galvas kausu var iedalīt divās ļoti dažādās daļās. Mēs izšķirām neurocranium, kas būvēts no smadzenes ietverošas kapsulas, kā arī kapsulas ap galveniem maņu organiem (degunu, aci, ausi) un viscerālo skeletu (splanchnocranium), kas salikts no t. s. žaunu loku

(viscerālo loku) serijas. Augstākiem mugurkaulniekiem izšķirība starp abām galvas kausa daļām nav tik uzkrītoša.

Kā neurocranium, tā viscerālais skelets aizmetnī rodas kā skrimšli. Pie Cyclostomata un Elasmobranchia tie paliek šai stadijā vienmēr, kamēr visām augstākām klasēm skrimslis lielākā vai mazākā mērā pārvēršas kaulos. Blakus pēdējiem sastopami arī tādi kaula elementi, kas cēlušies no saistaudiem. Vispār vietā ir likums, ka pārkaulotā Šanās (osifikācija) pieaug līdz ar dzīvnieku grupu sistēmatisko stāvokli, tomēr atsevišķo kaulu skaits zemākās grupās lielāks nekā augstākās. Tas ceļas no tā, ka augstākiem dzīvniekiem atsevišķi kauli saplūst vai arī zināmi elementi pavismātīgā izmērā.



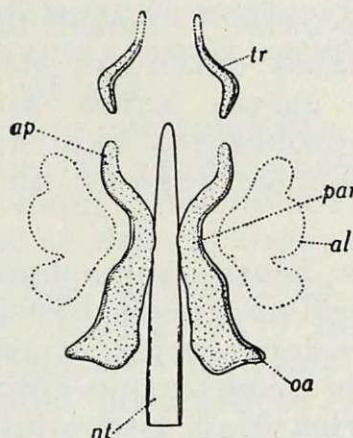
Zīm. 176. *Amphioxus*. Mutes taustekļu aparāta skelets. Preparējot priekšējie gali stipri atliekti. (Pēc Lönnberg'a no Pietschmaan'a.)

Skrimšlainais galvas kauss (chondrocranium). Embrijam chorda galvas reģionā stiepjās līdz pat infundibulum (skat. nodaļu par smadzenēm un inkretoriškiem orgāniem). Pieņemot, ka skriemeļu ķermeņi var rasties tikai ap chordu, mēs nekādā ziņā nedrīkstam uz priekšu no šī punkta atrodamās galvas kausa daļas uzskatīt par radniecīgām mugurkaulam. Tā pats no sevis rodas galvas kausa iedalījums chordālā un prechordālā daļā.

Skrimšlainā galvas kausa aizmetnis veidots no diviem iegarenu plātnišu pāriem: no parachordalia, kas savā vidū ietver chordu dorsalis un galvas kausa trabekulām (trabeculae cranii). Reizēm šie četri elementi var būt jau sākumā savstarpīgi saistīti.

Parachordalia ventrāli un dorsāli no chordas saplūst viengabalainā bazālā plātnē. Pie tam dažreiz starp tiem paliek maza starpiņa. Katrā parachordālā elementa pusē var izšķirt priekšējo un pakaļējo nodalījumu (pars otica

jeb dzirdes reģionu un pars occipitalis jeb pakauša reģionu). Abus nodalījumus var viegli saskatīt, jo pārejas vietā atrodas atvera, pa kuļu iet t. s. nervus vagus. Laterāli no pars otica, mazliet uz priekšu no vagus atveras, embrionālo ausi (auss pūslīti) apņem auss kapsula, kas lielāko tiesu patstāvīgi pārskrimšlojas. Tā saistās ar parachor-



Zīm. 177. *Salmo fario*, forele. 9,5 mm garš embrijs. Galvas skeleta aizmetnis. al — auss labirints, nt — chorda, par — parachordale, tr — trabecula. (Pēc Goodrich'a.)

dale dažādās vietās. Reizēm pēdējā tai pat palīdz izveidot sienu. Lielāka sprauga starp parachordale un auss kapsulu amfibijām un visiem amniotiem pieauguša dzīvnieka stadijā pārvēršas par t. s. iekšējās auss fenestra ovalis, par kuļu mēs vēl runāsim nodalā par maņu organiem.

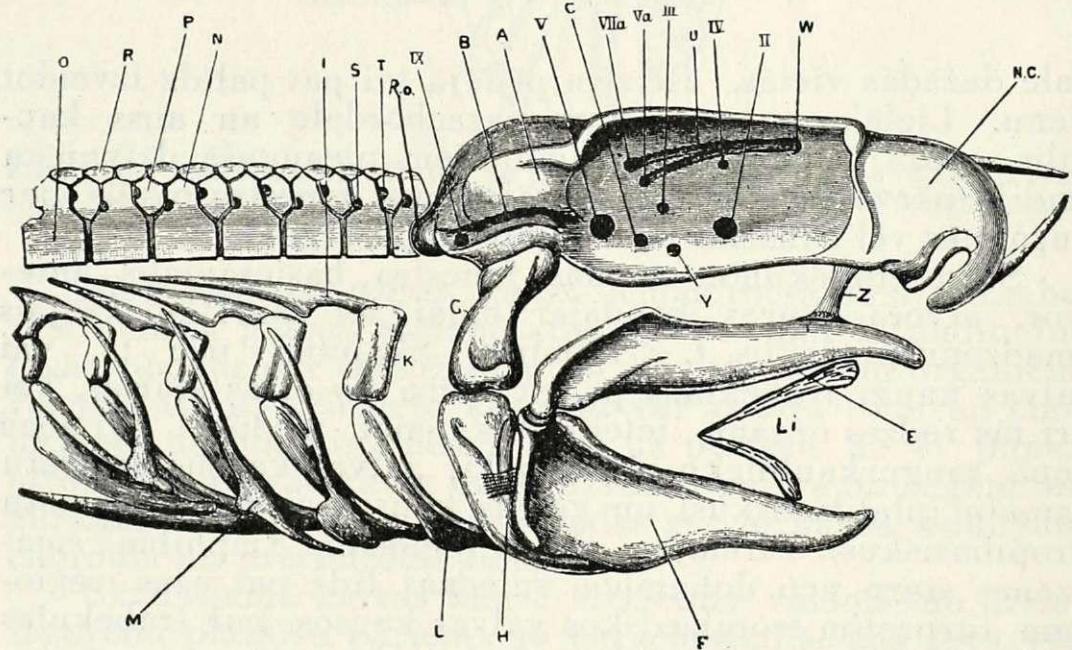
Starp trabekulām atrodas fenestra basicranialis anterior, atvera, kuļas kaudālai daļai iet cauri apakšējais smadzeņu piedēklis, t. s. hipofize. Skatoties pēc tā, vai galvas kausa trabekulas paliek viena no otras šķirtas, vai arī tās redzes organu ietekmētas saiet mediānā virzienā kopā, mugurkaulnieku rindā izšķiri galvas kausus ar platu pamatu (platibaziskus) un galvas kausus ar šauru pamatu (tropibaziskus). Pirmajam tipam (Selachii, Amphibia) smadzenes starp acu dobumiem sniedzas līdz pat ožas reģionam, turpretim tropibaziskos galvas kausos, kur trabekulas starp acu dobumiem (orbita) sabīdītas kopā tā saucamā septum interorbitale, galvas kausa dobums noslēdzas jau daudz kaudālāk (dažas selachijas, Ganoidei, Teleostei, Amniota).

Acu dobums (orbita) attīstās tālāk vai nu no trabekulām, vai arī patstāvīgi pārskrimšlojoties. Galvas kausa dobums parasti noslēdzas ap trabekulu priekšgalu un šeit atduļas pret galvas kausa deguna daļu, t. s. pars ethmoidalis

cranii. Daždažādi savā starpā saaugot, trabekulu priekšgali dod galvas kausa ožas joslas pirmo skeleta pamatni. Tam pievienojas deguna dobumu sienu jeb deguna maisu pārskrimšlojumi.

Lielākai mugurkaulnieku daļai skrimšlainajam primordiālam galvas kausam ir tikai pārejas loma, un, proti, embrionālās dzīves laikā. Jo augstāks kādas dzīvieku grupas sistēmatiskais stāvoklis, jo mazāk tai paliek pāri skrimšla substances pieauguša dzīvieka stadijā. Bet arī embrionāli primordiālā galvas kausa aizmetnis augstākiem mugurkaulniekiem aprobežojas tikai ar galvas kausa pamatu, okcipitālo (pakauša) reģionu un maņu organu kapsulām.

Viscerālais galvas kauss (splanchnocranum). Lielākai Anamnia daļai viscerālam galvas kausam liels sakars ar žaunu elpošanu, jo ūdens izejas atveru (žaunu spraugu), kas cēlusies, pārraujot priekšzarnas entodermu, ietverē pa divi viscerālie loki. Priekšējais viscerālais loks norobežo muutes ieeju un tā, dodot tai stingru atbalstu, kļūst par žokļu



Zīm. 178. Haizivs *Scyllium canicula*. Galvas kauss. A — labirinta reģions, N.C. — regio ethmoidalis (deguna kapsula), R.o. — regio occipitalis. Galvas kausa vidū lielais acu dobums izveido regio orbitalis. E, F — augšējais un apakšējais žoklis, G — hyomandibulare, H — ceratohyale, I — pharyngobranch., K — epibranch., L — ceratobranch., Li — lūpu skrimšli, M — ectobranch., N — skriemeļu neurālie loki, O — skriemeļu ķermeņi, P — interdorsale, R — proc. spin dorsal. (Pēc Marshall'a un Hurst'a.)

skeletu un tālāk, augstākiem tipiem, par sejas skeleta pamatu. Kaudālāk gulošie loki kalpo kā žaunu balsti. Tomēr jāpieņem, ka arī žokļa loks sākumā funkcionējis kā žaunu balsts.

Sākumā, t. i. žaunu aparātam embrionālā laikā aizmetties, žaunu kabatu rinda vēl pilnīgi gul iegareno smadzeņu apvidū un tā pierāda savu piederību galvas skeletam, no kurā tā ģenetiski lielāko tiesu neatkarīga. Attīstībai turpinoties, dzīvniekam augot, žaunu aparāts pa lielākai daļai pārvietojas vidukļa reģionā.

Viscerālie loki, kas dzīvniekiem, kuŗi elpo žaunām, vienmēr sastopami lielākā skaitā, augstākiem tipiem reducējas un šur tur, pa daļai pateicoties funkcijas maiņai, stājas noteiktos sakaros ar dzirdes organu un gāmuru.

Priekšējais loks, kas funkcionē kā primordiālais apakšžoklis (*cartilago Meckelii*) un gul nervus trigeminus robežās, rodas vispirms. Kā orālais (mutes) viscerālais loks tas nostādāms pretī postorāliem lokiem, kas gul tālāk, kaudālāk, t. s. *hioidālam lokam*, kā arī īstenajiem branchiāliem lokiem. Uz augšu kāpjošā dzīvnieku rindā tas jo vairāk reducējas, jo vairāk kaula elementu izveidojas apakšžokļa apvidū.

Pirma postorālo loku, kas gul nervus *facialis* robežās, apzīmē par hiodālo loku. Parasti tas nenes žaunas, kamēr vēl kaudālāk n. *glossopharyngeus* un *vagus* robežās gulošie loki, izņemot pēdējo, to mēdz darīt.

Kaut pirmā aizmetnī nedalīti, vēlāk atsevišķie branchiālie loki var sakrist atsevišķos gabalos (*hypopharyngeal*, *keratohyalin*, *epipharyngeal* un *branchial*), no kuŗiem augšējais (*pharyngobranchiale*) ievirzās zem galvas kausa pamata, resp. zem mugurkaula, kamēr apakšējais novietojas ventrāli un šeit ar tā sauc. *kopulu* (*basibranchiale*) tāpat kā ribas ar sternum, saistās ar sev līdzīgu pretpuses gabalu.

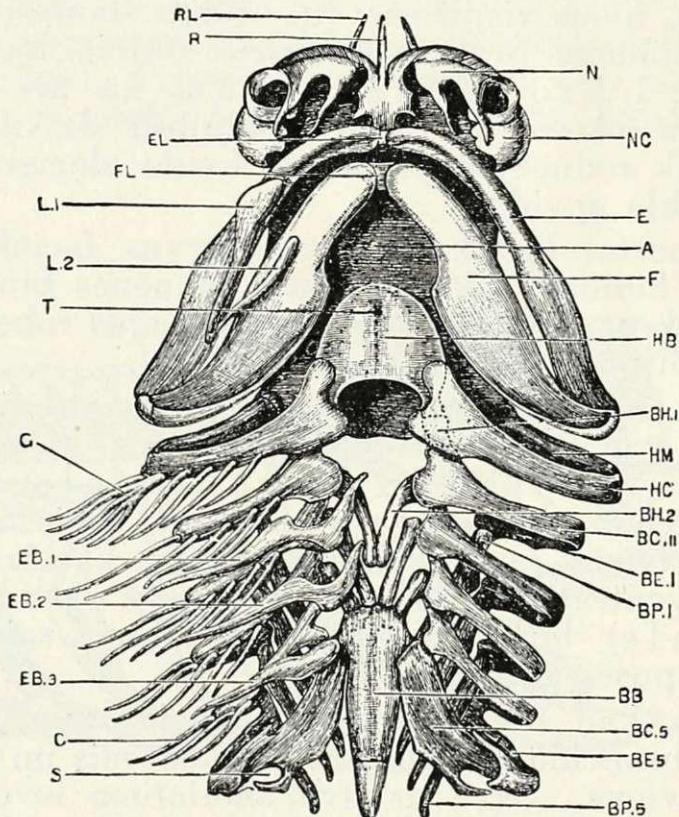
Pēc tam, kad žaunu elpošana izbeigusies, priekšplānā izvirzās hiobranchiālā skeleta mēli balstošais un mēli kustinošais uzdevums. Savā uzbūvē amniotiem ievērojami reducētais aparāts tagad darbojas kā „mēles kauls“.

Sadalās arī divi priekšējie viscerālie loki, mandibulārais un hiodālais. Tā no pirmā atdalās viens proksimāls gabals, *quadratum*, kas uz priekšgalu pāriet atraģī, t. s. *palatoquadratum*. Tas visdažādākos veidos savienojas ar basis cranii un tā rada kaut ko līdzīgu primitīvam virsžoklim, kamēr Mekela skrimslis, kā jau minēts, dod primitīvo apakšžokli.

Palatoquadratum, kas kalpo kā apakšzokļa piekārtenis (suspensorijs), vai nu paliek saistīts ar galvas kausu locitavā, vai piestiprināts pie tā ar saistaudu palīdzību, vai arī saaug ar to vienā masā.

Arī hioidālais loks, kas var nemt dalību suspensoriālā aparātā, nonāk ļoti tuvā sakarībā ar mandibulāro loku, kā arī ar smadzeņu vāku.

Analogi kaudālāk gulošiem branchiāliem lokiem, hioidālais loks sadalās vairākās daļās (Teleostei), kuŗas no augšas uz apakšu pēc kārtas apzīmē par hyomandibulare, symplecticum un mēles kaula loku (hyale) šaurākā nozīmē. Ventrāli no viduslinijas kā kopula abām pusēm funkcionē basi-hyale, kas var pārkauloties, un kā osentoglossum novietoties mēles substancē. Par sauszemes dzīvnieku tālāko hyomandibulare un symplecticum likteni būs runa, apskatot citas sistēmas.



Zīm. 179. Haizivs *Scyllium canicula*. Galvas kauss un viscerāls skelets, ventrāli. BB — basibranchiale, BC_1 un BC_5 — ceratobranchiale I un V, BE_1 un BE_5 — epibranchiale I un V, BH_1 — hypobranchiale I, BH_2 — hypobr. H, BP_1 — un BP_5 — pharyngobranch. I un saplūdušie IV+V, E — virsžoklis, EB_1 , EB_2 , EB_3 — extrabranchiale I, II, III, F — apakšzoklis jeb mandibulare, G — radii branchiostegi, HB — basihyale, HC — ceratohyale, HM — hyomandibulare, L_1 un L_2 — lūpu skrimšļi, NC — deguna kapsula, RL un R — rostruma skrimslis. (Pēc Marshall'a un Hurst'a.)

Īstenā galvas skeleta priekšpusē atrodas mazi skeleta elementi, kurus apzīmē par lūpu skrimšļiem (l a b i ā l i e m s k r i m š ļ i e m).

Kaula galvas kauss. Kaulus iedalot, tīri histoģenetiskais princips izrādās nepietiekošs, lai varētu sastādīt grupas, jo nav no svara tas, vai kauls ontogenetiski preformēts kā skrimšļu vai saistaudu, bet gan tas, kāds pirmatnējais topografiskais lokālais raksturs attiecīgajam kaulam ir filogenezes gaitā.

Tādēļ izrādās par dibinātu šķirot kaulus divās katēgorijās, proti, klājkaulos un vietniekkaulos. Bet še tūdaļ jāatzīmē, ka klājkauli var savienoties arī ar vietniekkaulu komponenti, lai veidotu jaunu vienību („j a u k t u k a u - l u“) un ka arī pie klājkauliem var runāt par skrimšļa veidojumiem, kas nestāv nekādā sakarā ar primordiālo skrimslī.

Klājkaulu (*allostozu s. ossa investientia*) pirmais sākums meklējams tālu no skrimšļainā primordiālā galvas kausa, periferijā, ādā, mutes gлотādā un, varbūt, arī citās saistaudu pamatkārtās. Tādā kārtā tie ir pretstats tiem galvas kausa kaula elementiem, kas rodas kā tieši primordiālā skrimšļainā galvas kausa pārklāji, t. i. veidojas ciešā vietu attiecībā ar pēdējo.

Kaulu attīstība sākas t. s. osifikācijas centros jeb punktos. Bieži vienā un tai pašā kaula teritorijā atrodas vairāki šādi punkti. Šo centru agrākā vai vēlākā sakušana, kā arī veselu kaulu saplūsme kaulu kompleksos noved eventuali līdz kādreizējā lielākā kaulu skaita redukcijai. No otras puses tad, kad šāda sakušana izpaliek, var rasties „v i r s s k a i t a k a u l i“. Visādā ziņā katrā izolēti sastopamā kaula kodolā nedrīkst jau tūdaļ saskatīt citai formai piemītošā patstāvīgā kaula reprezentantu!

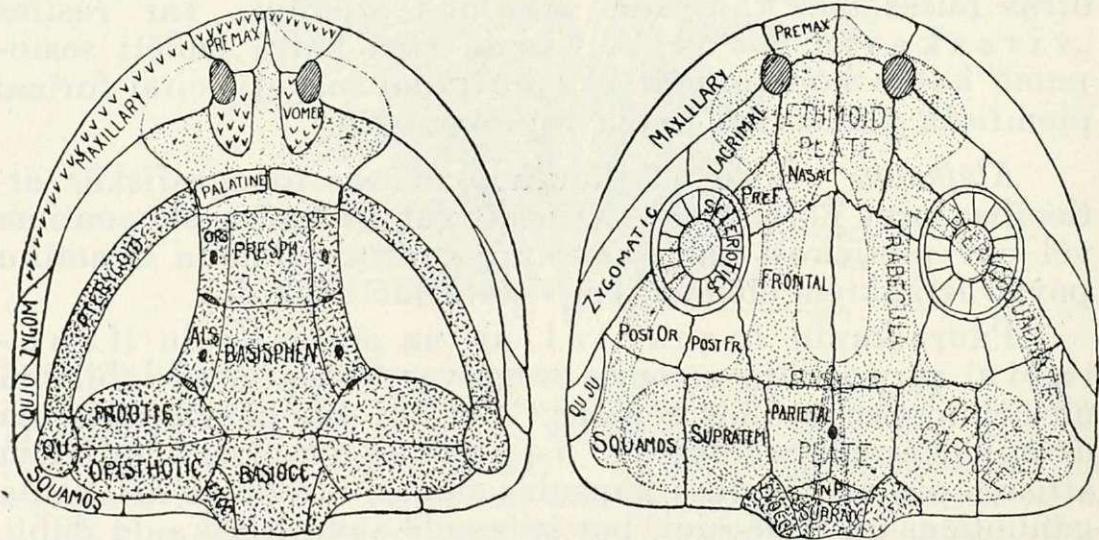
Klājkauli. Visu klājkaulu prīmārās topografiskās attiecības pret noteiktiem skrimšļa galvas kausa elementiem vēl nav pietiekoši pazīstamas. Tomēr ar zināmu ticamību par svarīgākiem elementiem varētu sacīt sekošo:

Pauļa kaulu (*p a r i e t a l i a*) un pieres kaulu (*f r o n - t a l i a*) pirmatnējā atrodne ir galvas kausa vāka labirinta un orbito-temporālais reģions. Bet abi var pārvietoties arī uz apkārtējiem reģioniem. *S q u a m o s u m*, kas amniotiem attīstās pie ārējās auss kapsulas sienas, atrodams arī kaula ganoidiem un Teleosteji, bet še zaudē savu klājkaula dabu. Prīmārās attiecības, kādas pastāv starp kauliem, kurus amniotiem apzīmē par *p o s t f r o n t a l e* (event. *p o s t f r o n -*

tale mediale un p. laterale) un jugale, pašlaik vēl neapskatīsim.

Etmoidālā reģiona klājkauliem pieskaitāmi: n a s a l e, s u p r a e t h m o i d a l e (Teleostei), amfibiju un zauropsidu p r a e f r o n t a l e (resp. praefrontalia), amfibiju un reptīlu s e p t o m a x i l l a r e (kaudālā daļā fenestra nari na (deguna atveras), kas var vai nu vairāk izplesties deguna kapsulā, vai arī pārsviesties tai pāri), zīdītāju l a c r i m a l e. Tomēr apšaubāmi, vai tam atbilst kīrzaku un krokodīlu lacrimale. Iespējams, ka p r a e m a x i l l a r e, m a x i l l a r e un v o m e r apozicijas attiecības ar etmoidālo skeletu iestājušās tikai sekundāri. P a r a s p h e n o i d e u m ir neapšaubāmi neurokrānija bazes gлотādas kauls.

Uz palatokvadrāta laterālās virsmas atrodams t. s. p a r a q u a d r a t u m (Gaupp) kauls, kas amfibijām ļoti izstiepts. Tas ir homologs reptīlu q u a d r a t o j u g a l e. Varbūt pēdējais atrodams arī zīdītāju t i m p a n i k ā, tomēr noteikti tas vēl nav pierādīts. Iespējams, ka v o m e r, p a l a t i n u m un p t e r i g o i d e u m (event. teleosteju e k t o - un e n t o p t e r i g o i d e u m) radušies kā zobus nesoši klājkauli uz palatokvadrāta pars palatina un tāpēc tos filoģenetiski atvasina no zobiem, kas selachijām sēd uz visa skrimšļa loka. Taču jau teleostejiem v o m e r un amfibijām arī p a l a t i n u m negul vairs pie palatokvadrāta daļām, bet gan pie etmoidālo skeleta daļām, tā tad bazāli no deguna kapsulas. Vienīgi amfibiju un dažu reptīlu p t e r i g o i d s uzglabā pirmatnējās vietu attiecības ar embrionālo palatoquadratum.



Zīm. 180. Mugurkaulnieku galvas kausa ventrālās un doršālās puses schēma. (Pēc Kingsley'a.)

Palatokvadrāta skrimslis, kas selachijām veido virsējo mutes apmali, rada t. s. primitīvo žokļu loku, kas tomēr ne-atbilst augstāko zivju un visu augstāko mugurkaulnieku premaksillāram un maksillāram žaunu lokam.

Lūpu skrimšli veido pirmatnējo vietu maksillas un premaksillas aizmetniem.

Apakšējā žoklī aizmešanās vietu zobu un integumentāliem kauliem iezīmē Mekela skrimslis. Kā augšējā, tā arī apakšējā žoklī var atšķirt divus zobu lokus: ārējo, ko reprezentē dentale un iekšējo, reprezentētu ar opercula are (spleniale), eventuāli savienojumā ar mainīgu praesplenialia skaitu. Tā kā zobi selachiju primordiālā apakšējā žoklī uzskatāmi par operkulāriem zobiem, tad no svara būtu jautāt, vai arī dentale sākumā nebūs bijis novietots uz primordiālā skeleta daļas, kas atradusies žokļa loka priekšā, tāpat kā to pieņemts domāt par premaxillare un maxillare.

Arī apakšējā žokļa tīri integumentālie pārkaulojumi, kuļu nomenklāturā vēl valda daudz neskaidrības (dermangulare, dermarcticulare, supraangularare, complementare) ir Mekela skrimšļa klājkauli.

Vietniekkauli. Par okcipitālā apvidus osifikācijām parasti uzskata: basioccipitale, pleurooccipitale (exoccipitale jeb occipitalia lateralia), supraoccipitale. Pēdējais tomēr parasti rodas pārkaulojoties labirinta (auss) reģionam. Supraoccipitale un pleurooccipitale bieži apkārēj arī auss kapsulas.

Auss kapsulu reģionā (regio otica) rodas ossa pterotica, proti, opisthoticum, epoticum, sphenocticum un pteroticum. Konstantākais elements ir prooticum. Sphenoticum un pteroticum sastopami tikai zivīm, kuļu pteroticum nepalieki patstāvīgs, bet kā auto-squamosum saplūst ar dermasquamosum par squamosum.

Orbito-temporālā (auss-denīnu) reģionā basisphenoideum, praesphenoideum, alisphenoidea un orbitosphenoidea sastopami ļoti mainīgos stāvokļos.

Etmoidālā reģionā zivīm sastopami ethmoidalia lateralia un mesethmoidalia, bet zīdītājiem viengabalains ethmoidale.

Palatokvadrāta parasti pārkaulojas pars quadrata kā oss quadratum. Kaulu ganoidiem un teleostejiem še nāk klāt vēl metapterygoideum un autopalati-

n u m (priekšējā palatinum galā). Tas lielāko tiesu saplūst ar d e r m o p a l a t i n u m.

No Mekela skrimšļa locītavas pārkaulojuma parasti rodas a r t i c u l a r e. Uz priekšu un kaudāli no šīs pārkaulojuma joslas var vēl rasties a u t o c o r o n a l e un citi kauli (Teleostei). Mekela skrimšļa priekšgals bieži pārkaulojas par m e n t o m a n d i b u l a r e, kas savukārt bieži saplūst ar dentale.

Hiobranchiālā skeletā mazākās daļas var pārkauloties viengabalaini (s t y l o h y a l e, atsevišķie branchiālā loka posmi, g l o s s o h y a l e), bet diezgan bieži arī šeit viena skrimšļa segmentā rodas vairākas osifikācijas.

Ekstrēmitāšu skelets.

Mugurkaulniekiem ir divu dažādu veidu ekstrēmitāšu skelets: mediānais jeb nepāru un pāru skelets. Patiesībā abi tipi ir ādas krokas, kuŗās iedodas mezenchīms un epitēliālā (mezepitēliālā) muskulātūra. Abi ekstrēmitāšu skeletu veidi, kā māca embrionālā attīstība, sākumā noteikti metameri, pie kam ne tikai muskuļu aizmetņi, bet arī nervi, asinsvadi un skeleta daļas sakārtotas seriāli.

Ekstrēmitāšu skelets savā vienkāršākā formā ir paralēlu skrimšļa stabīņu jeb staru serija. Zivīm šiem stabīniem distāli var būt piestiprinātas raga daļas (Actinotrichia). Stabiņi rodas pa pāriem un skaita ziņā to vairāk par somiņiem (ķermeņa segmentiem), kuŗos tie atrodas. Sākumā katrs skrimšļa stars sadalās divās daļās, apakšējā (basale), kas novietota ķermenī vai guļ blakus tam, un distālā (radiale), kas iestiepjas brīvā ekstrēmitātē. Lielākai tiesai mugurkaulnieku šis primitīvais stāvoklis ievērojami modificēts, vismazāk modificēts tas nepāru, mediānās ekstrēmitātēs.

Mediānās ekstrēmitātes. Lai gan šis ekstrēmitāšu tips diezgan stipri izplatīts (valu un fosilo ichtiozauru dorsālā spura, krokodīlu dorsālā astes kroka, ūdenī dzīvojošo urodelu un anuru kāpuru spēcīgā spuru apmale, zivju un Cyclostomata nepāru spuras), tomēr tikai pēdējos divos nodalījumos tam ir siks iekšējs balstu skelets, kas parādās neatkarīgi no skriemeļu dorsāliem zariem (proc. spin. dors.).

Zivjveidīgo dzīvnieku mediānās spuras pirmatnēji cēlūšās no nepārtrauktas mediānas ādas krokas, kas sākas tieši aiz galvas un stiepjas līdz astes galam un apto gar astes ventrālo pusi līdz anusam. Šīs krokas pēdējā daļa ir astes spuras veidā lielāko tiesu stipri attīstīta un kalpo kā galvenais kustības organs, kamēr pārējās daļas darbojas vairāk kā ķīlis. Zināmām kroku daļām reducējoties un citām da-

ļām pastiprinoties, radās viena vai vairākas dorsālās spuras un viena vai divas anālās spuras, kas novietotas aiz tūpla. Astes jeb kaudālā spura pārdzīvo daudz modifikāciju. Prīmitīvākais stāvoklis ir tad, kad mugurkaula astes daļa ir ķermeņa galvenās ass tiešs turpinājums un kaudālā spura kā augšā, tā apakšā vienādi plata. Tas ir dificerkijas stāvoklis, kas sastopams visu zivju embrionālā stadijā un uzglabājas arī pieaugušiem Cyclostomata, Dipnoi un dažiem Teleostei. Visām citām zīvīm minētam stāvoklim seko t. s. heterocerkijas stāvoklis, kuŗā mugurkauls izliecas dorsālā virzienā un ventrālā spuras daļa daudz stiprāk attīstīta par augšējo (Ganoidei un Elasmobranchia). Gintij Amia un Teleostei heterocerkija, astes spuras apakšējai daļai vēl stiprāk attīstoties platumā un gaļumā, bet tās skeleta asij saisinoties, pārvēršas tālākā speciālizācijas tipā, homocerkija. Ārēji homocerkā spura pilnīgi simmetriskā un to var samainīt ar difficerku, tādēļ to sauc arī par pseudodificerku.

Pāru ekstrēmitātes. Izņemot Cyclostomata, gandrīz visiem mugurkaulnieku klašu pārstāvjiem tipiski divi pāri ekstrēmitāšu: priekšējais, kas sākumā atrodas aiz žaunu spraugām, un pakaļējais, tieši anusa priekšā. Priekšējie locekļi bieži saukt arī par krūsu jeb pektorāliem locekļiem, kaudālie par gurnu locekļiem. Pāru locekļu prīmitīvāko stāvokli sastopam zīvīm, kamēr Tetrapoda (četrkājainie) uzrāda dažādus novirzienus no šīs stadijas. Zīvīm lieta grozās ap aiņveidīgiem organiem (pterygia jeb spuras), bet pie Tetrapoda ap vairāk vai mazāk stabveidīgiem balstiem. Abas modifikācijas ontogenetiski rodas no krokas, kas iet ventrāli pa labi un pa kreisi gar ķermenī un kuŗā zināmās vietās ieaug daži muskuļu segmentu pumpuri. Sākumā somitu skaits, kas nēm dalību šai ieaugšanā, lielāks nekā definītīvā stāvoklī.

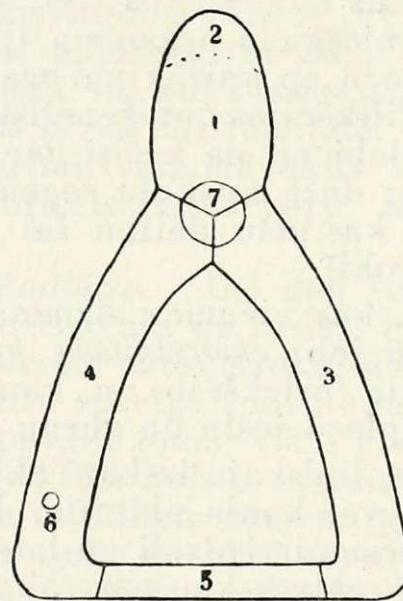
Locekļu skelets, kas vienmēr aizmetas skrimšlāni, sadalās atbalstošā daļā jeb *ekstrēmitāšu joslā* un brīvo locekļu skeletā. Izšķir priekšējo un kaudālo joslu, kuŗas mēdz saukt arī par plecu joslu un gurnu joslu.

Savā pirmatnējā, tipiskajā izskatā ekstrēmitāšu josla ir lokveidīga skrimšļa vai kaula plātnīte, kas gul ķermeņa sienā un atbalsta ķermenī ventrāli un laterāli. Zīvīm plecu josla bieži piesaistās galvas kausam vai mugurkaulam, kas nenotiek četrkājainiem. Otrādi tas ir gurnu joslā, kas zīvīm brīvi guļ ķermeņa sienā, kamēr tetrapodiem tā parasti saistīta ar mugurkaula sakrālo reģionu.

Brīvo locekļu piesaistības vietu plecu joslai sauc par glenoidālo reģionu, bet gurnu joslai — par acetabulāro re-

ģionu. Ja attiecīgajā vietā atrodas bedrīte, kas darbojas kā joslas locītavas bedrīte, tad mēdz runāt plecos par fossa glenoidalis, bet gurnos par acetabulum. Pateicoties attiecīgām locītavu vietām, abās ekstrēmitāšu joslās var izšķirt divus nodalījumus, proti, plecos augšējo lāpstiņas nodalījumu (pars jeb regio scapularis) un apakšējo, tā sauc. korakoidālo nodalījumu (pars jeb regio coracoidalis), bet gurnos augšējo ilium nodalījumu (pars iliaca) un apakšējo pubo-ischium nodalījumu (pars puboischiadica jeb ischio-pubic). Priekšējā pars pubo-ischiadica daļā, kā arī korakoidālā nodalījumā atrodas atvera nervam, kas iet uz brīvajām ekstrēmitātēm. Gurnā šo atveru sauc par foramen obturatorium, plecā par foramen supracoracoideum.

Katrā ekstrēmitāšu joslas pusē var rasties daži pārkauļumi jeb osifikācijas. Plecu joslā mēs tad izšķīram: dorsāli no fossa glenoidalis lāpstiņu (scapula) un reizēm virstās vēl supraskapulu (suprascapula), ventrāli no fossa glenoidalis — priekšpusē procoracoidēum, pakalpusē coracoidēum (jeb metacoracoidēum). Starp abiem apakšējiem kaulu elementiem atrodas diezgan liela atvera jeb spraugā fenestra coracoidalis. Prokorakoida un metakorakoida mediālie, ventrālie gali dažreiz



Zīm. 181. Tetrapodu ekstrēmitāšu joslu schēma, laterāli. 1 — scapula plecu joslā (vai ilium bļodā), 2 — suprascapula, 3 — korakoids (ischium), 4 — prokorakoids (pubis ar foramen obturatorium: 6), 5 — epikorakoids, 7 — fossa glenoidalis (acetabulum). Originalzīmējums.

savā starpā saistīti ar sevišķa skrimšļa vai kaula, t. s. e p i c o r a c o i d e u m palīdzību. Osifikācijai turpinoties, foramen supracoracoideum parasti pāriet metakorakoidā.

Gurnu joslā parasti rodas trīs kauli katrā pusē. Dorsāli no acetabulum rodas t. s. ilium, ventrāli no acetabulum un vairāk uz priekšu pubis ar foramen obturatorium, tālāk kaudāli ischium. Abi ventrālie kauli bieži ieslēdz lielo fenestra ischio-pubica, ar kuļu dažreiz var saplūst foramen obturatorium. Abiem pubis savienojoties mediānā plāksmā rodas symphysis pubica, pateicoties tādai pat norisei starp abiem ischia — symphysis ischiadicā. Šīs savienojuma vietas bieži paliek skrimšlainas, bet reizēm, sakarā ar papildu osifikāciju, no tām izveidojas priekšpusē epipubis, pakaļpusē hypischium.

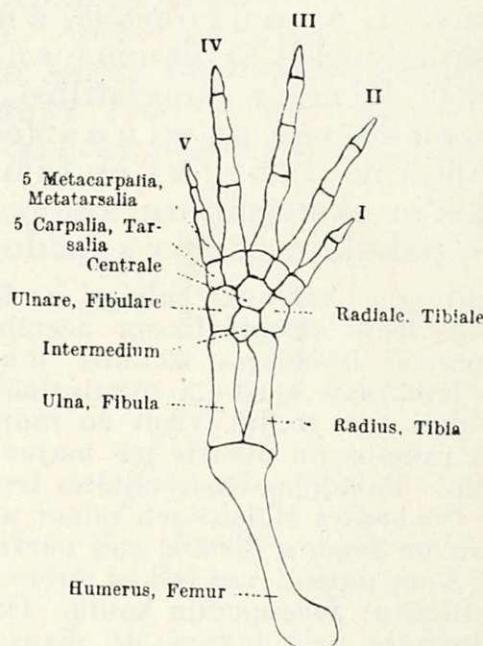
Plecū un gurnu locekļi būvēti pēc viena un tā paša plāna, ne reti pat detaljās. Priekšējā un pakaļējā loceklī ir proksimāls (tā tad ķermenim tuvāk gulošs) segments, kam ir kopējs nosaukums — stylopodium. Tad nāk vidējais ekstrēmitāšu segments, ko sauc par zeugopodium, un beidzot distālais, t. s. autopodium. Stylopodija priekštāvis priekšējā loceklī ir humerus (augšdelms), bet pakaļējā loceklī femur (augšstilbs). Zeugopodium priekšējā sastāv no radiusa un ulnas (elkoņa kaula un spieķa kaula), pakaļējā no tibias un fibulas (liela un ikru kaula). Priekšējo ekstrēmitāšu autopodiju sauc par manus (plaukstu), pakaļējo par pes (pēdu).

Humeram un femoram ir locītavas galviņa, ar kuļas palīdzību tie savienojas ar savas joslas fossa glenoidalis un acetabulum. Šīs locītavas galviņas tuvumā parasti izveidojas izcilnīši (tuberous humeram, trochanter femuram) muskuļu piestiprināšanai.

Parasti sastopami divi tādi izcilni, viens no radiusa puses, otrs no ulnas puses (tuberous radialis un ulnaris jeb majus un minus cilvēka anatomijas terminoloģijā). Pakaļējās ekstrēmitātes femuram attiecīgajās vietas ir līdzīgi izcilnī: trochanter tibialis jeb minor un trochanter fibularis jeb major. Humera un femura distālie gali pārveidotī locītavu galviņas (epicondylus), pie kam parasti var izšķirt ārējo un iekšējo galviņu. Tās kalpo kustībai ar zeugopodija kaulu. Dažiem reptiliem un zīdītajiem humera proksimālā gala tuvumā ir divas nervu ejas: mediānais, ulnāri novietotais foramen ulnare jeb entepicondyloideum un foramen radiale jeb ectepicondyloideum.

Radius kalpo kā ass, ap kuļu griežas apakšdelms kopā ar plaukstu. Ulna bieži turpinās proksimālā virzienā pāri locītavai un izbeidzas vairāk vai mazāk stiprā un gaļā izaugumā. Šo zaru sauc par olekranonu (olecranon), un tas kalpo stiepēju muskuļu piestiprināšanai. Pakaļējām ekstrēmitātēm šo abu īpatnību trūkst. Zeugopodija elementi dažādās mugurkaulnieku grupās, pateicoties saaugumiem un redukcijas procesiem, pārdzīvo dažādas pārmaiņas.

Vislielākā dažādība sastopama plaukstas un pēdas skeleta (autopodium) izveidošanā, kas pa daļai atkarājas no biežās pirkstu redukcijas. Autopodija skeleta proksimālais nodalījums (basipodium), tā saucamā rokas sakne (carpus) un kājas sakne (tarsus) primitīvam pirkstu skaitam ar pieciem stariem tipiski sastāv no deviņiem līdz desmit (eventuāli arī vairāk) elementiem, no kuļiem trīs proksimālie izveido šķērsrindu. No iekšējās malas sākot, izšķir radiale (pakaļējā loceklī tibiale), intermedium un ulnare (pakaļējā fibulare). Tā ka zemākām amfibijām, kā arī augstāko dzīvnieku embrijiem, intermedium var iestiepties starp zeugopodijs elementu distāliem galiem, tad daudz autoru to uzskata kā pirmatnēji piederošu zeugopodijam. Sakne distālā daļā būvēta no pieciem elementiem, kurus priekšējā loceklī apzīmē par carpalia (1—5), pakaļējā par tarsalia (1—5). Starp bazipodijs proksimālo un distālo šķērsrindu parasti iespiežas divi mazi elementi, tā sauc. centralia. Distāli bazipodijs pieslejas garenie metapodijs daļas elementi, priekšējā loceklī delnas kauli (pieci metacarpalia),



Zīm. 182. Piecpirkstainas priekšējās, respektīvi pakaļējās ekstrēmitātes schēma. (Pēc Gegenbaur'a, no Selenka-Goldschmidt'a.)

pakaļējā — plezna kauli (pieci metatarsalia). Beidzot autopodijs distālais nodalījums, akropodijs, sastāv no pieciem kājas vai rokas pirkstiem, kas būvēti no elementu rindām (falangām). Dažādiem elementiem reducējoties un savā starpā saaugot, carpus un tarsus uzrāda vislielāko dažādību, kas var iet pat tik tālu, ka abi šie nodalījumi pilnīgi izķūd.

Visas minētās locekļu daļas embrionāli aizmetas skrimšlāini un tādēļ pieaugušam dzīvniekam uzskatāmas par vietniekkauliem. Bieži bez šiem autopodija apvidū, retāk tālāk uz proksimālo pusi, parādās akcesoriski kauliņi. Daudzi no tiem uzskatāmi par pārkaulojumiem cīplās, par t. s. sezamkauliem. Daži tomēr no sākuma aizmetas skrimšlāini un tos bieži uzskata par zivjveidīgo senču sākumā skaitliski bagātākā skeleta tipisko elementu atliekām.

Rokas un kājas pirkstus mēs numurējam pēc kārtas no iekšas uz āru. Pirmam, iekšējam, rokas pirkstam savs īpašs nosaukums — pollex, pirmo kājas pirkstu sauc par hallux. Piekto pirkstu dēvē par minimus. Minētos virsskaita (akcesoriskos) kauliņus apzīmē pēc to vietas par praepollox, praehallux, postminimus. Pakalķājas spēcīgajā cīplā, kas iet pāri celim, bieži sastopama sevišķa osifikācija, ko dēvē par ceļa kaulu jeb patellu (patella).

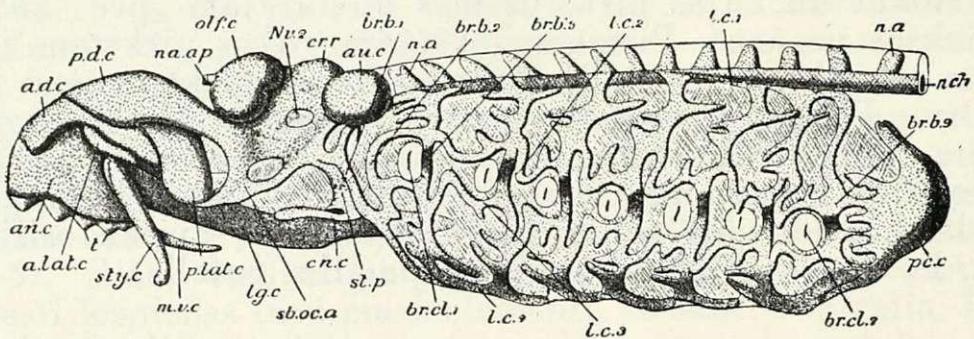
1. Cyclostomata.

Viss skelets sastāv no mīkstiem, nepārkaļķotiem skrimšla audiem. *Neurokrānijs* tikai vāji attīstīts. Tā baze veidota: no bazālās plātnes, kas cēlusies no parachordālo skrimšļu sakušanas un uzņēmusi sevī chordas priekšgalu, un no trabeculae cranii. Bazālā plātnē abās pusēs savienota ar skrimšlāino auss kapsulu. Myxinoidea galvas kausam citas skrimšļa sienas trūkst, tā ka tas lielāko tiesu paliek visu laiku membrānōzs, no saistaudiem. Nēgiem (Petromyzon) nāk klāt vēl skrimšļa sānu sienas, kas var būt savstarpēji savienotas ar dorsālu tiltu. Šeit ožas organu balsta skrimšlāina deguna kapsula. Ventrāli trabekulas izbeidzas dažādi būvētā skeletā. Uz priekšu tās turpinās nepāru horizontālā plātnē, t. s. „pakaļējā klājplātnē“. Vēl tālāk uz priekšu un lejpus pakaļējās plātnes rodas no trabekulām piesaistītām skeleta daļām „priekšējā klājplātnē“, kas gan jau jāpieskaita splanchnokrānijam.

Splanchnokrānija (viscerālā skeleta) priekšējā daļa ļoti īpatnēji būvēta. Šī īpatnēja būvētā skeleta pakaļējā daļa sastāv no vertikāli novietotā mutēs atvera atbalstās ne tikai uz tā saucamā lūpu jeb labiālā gredzena, bet arī vēl uz vairākiem citiem skrimšļa elementiem, starp citu arī uz „priekšējās klājplātnes“. Lielajai kustīgajai mēlei ir vairāki t. s. mēles skrimšļi.

Nēga viscerālā skeleta pakaļējā daļa sastāv no kurvjveidīga skrimšļu pinuma. Astoņi vertikāli stabīni, kā žaunu loki, kalpo septiņu žaunu caurumu balstīšanai. Starp šiem žaunu lokiem gareniskā virzienā iet četras savienotāju stiegras. Viena no tām guļ dorsāli pie chordas un saucas

par subchordālo stiegru, otrs stiegs pār žaunu caurumiem, trešā vertikāli no tiem (epi- un hipotrematiskā stiegra) un ceturtā pavisam ventrāli, mediāni. Pēdējā var ar savu pretējās puses partneri saplūst nepāru veidojumā. Pakalējais no astoņiem žaunu lokiem pārveidots sirds somiņas kapsulā. Žaunu skelets guļ pa daļai pavisam periferi, zem ādas.



Zīm. 185. Nēga *Petromyzon marinus* galvas kauss un žaunu skelets. Galvas kauss: anc — lūpu skrimšli, adc — priekšējā klājplātnē, pdc — pakalējā klājplātnē, olfc — deguna kapsula, platec un sboca — premandibulārie loki, Nv2 — redzes nerva eja, stp — žokla loks, brb₁ — hiodloks, lge — mēles skrimslis, auc — labirinta kapsula. Žaunu reģions: na — neurālie loki, nch — chorda, pcc — skrimšlainā sirds kapsula, brcl — žaunu spraugas, brb — žaunu loki, lc₁ — subchordālā stiegra, lc₂ — epitrematiskā stiegra, lc₃ — hipotrematiskā stiegra, lc₄ — ventrālā stiegra. (Pēc Parker'a, no Bridge'a.)

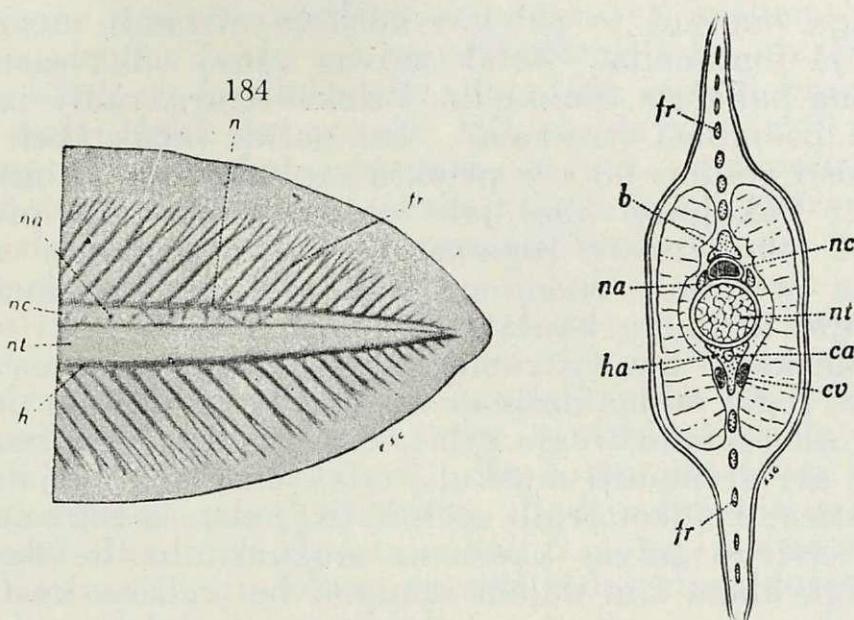
Priekšā šim žaunu tīklam pievienojas vēl divi vertikāli skrimšla stabini. Pakalējais droši vien atbilst hiodālam lokam, bet priekšējais augstāko dzīvnieku žokļu lokam. Dorsāli tas turpinās zem acs gulošā t. s. subokulārā lokā, no kā rodas saistība starp bazālo plātni un lūpu skeletu. Iespējams, ka subokulārais loks atbilst zivju lūpu skrimšliem.

Kas attiecas uz miksinidu viscerālo skeletu, tad tas būvēts ļoti vienkārši, jo sastāv tikai no atsevišķiem priekšējiem žaunu lokiem. Tas laikam reprezentē nevis pirmatnējo stāvokli, bet gan drīzāk žaunu aparāta redukcijas stadiju.

Cyclostomata muguraula skelets apstājies ļoti primitīvā attīstības stadijā. Muguraula smadzeņu saistaudu ietērpā skrimšla elementi sastopami tikai nēgiem, miksinidiem to vēl nemaz nav. Šīs neuralia jeb neurapofizes ir nesimetriski stabinveidīgas un guļ pa divi pāri katrā ķermenē segmentā. Tā tad ir divtik daudz pāru cik miomēru. Neurālās loku daļas visstiprāk izveidotas astes reģionā un

vispāri ķermeņa kaudālā pusē. Bet arī cieši galvas tuvumā tās ir lielākas un pareizākas nekā vidukļa vidū.

185



Zīm. 184. Nēgis *Petromyzon marinus*. Skrimšlainais astes spuras skelets. fr — spuras stari, h — ventrālo staru saplūdušās bazālās daļas izveido hemālo kanāli, n — dorsālo staru saplūdušās bazālās daļas nervu kanāla (nc) saistaudu sienā, na — rudimentāri neurālie loki. (Pēc Goodrich'a.)

Zīm. 185. *Petromyzon*. A stes šķērsgriezums. b — dorsālā spuras stara pamatne, ca — arteria caudalis, fr — skrimšlainie spuras stari, aizķerti gandrīz šķērsām, ha — ventrāla spuras stara pamatne, na — neurālais loks, nc — muguras smadzenes, nt — chorda ar tās maksti. (Pēc Goodrich'a.)

Ciklostomatu medīnās spuru apmāles atbalsta primitīvs skelets. Tas sastāv no tieviem skrimšļa stabīņiem, kuļu bazālās daļas guļ muskulātūrā. Astes spura šie skeleta elementi ar savām bazālām daļām viens ar otru sakusuši un bez tām vēl saistīti ar mugurkaula skeletu, kas šeit veido viengabalainu plātni. Ja arī šie balsta elementi stāvokļa ziņā pilnīgi atbilst augstāko dzīvnieku skrimšļu processus spinosi, to skaits tomēr nesakrīt ar dorsālo zaru skaitu. Protī, uz viena miomēra nāk četri spuru balsta elementi.

2. Zivis.

Elasmobranchiju skelets.

Šai zivju grupā skelets vienmēr skrimšlains; tas nostiprināts, nogulsnējot kaļķi skrimšļaudu starpšūnu substancē, bet nekad ar osifikāciju.

Šīs grupas *galvas kauss* ir vienveidīga, no viena paša gabala sastāvoša skrimšķa kārbiņa, kas ieslēdz smadzenes, dzirdes un ožas organus un izveido ieplaku, orbitu, acij. Skrimšķa kārbiņas dorsālā puse parasti vairāk vai mazāk nepilnīga, un tad to priekšā noslēdz saistaudu membrāna, priekšējā fontanella. Retāk galvas kausa vākā sastopama vēl viena pakaļēja fontanella. Priekšā neurokrānijs izstiepts spēcīgā izaugumā (rostrum). Tas palīdz labāk šķelt ūdeni un parasti veidots no trīs priekšā saplūdušiem skrimšķa stabīniem. Pakaļpusē auss jeb labirinta reģionam pieslejas pakauša (okcipitālais) reģions, kas satur pakauša atveru, foramen occipitale magnum. Šīnī vietā galvas smadzenes savienojas ar mugurkaula smadzenēm.

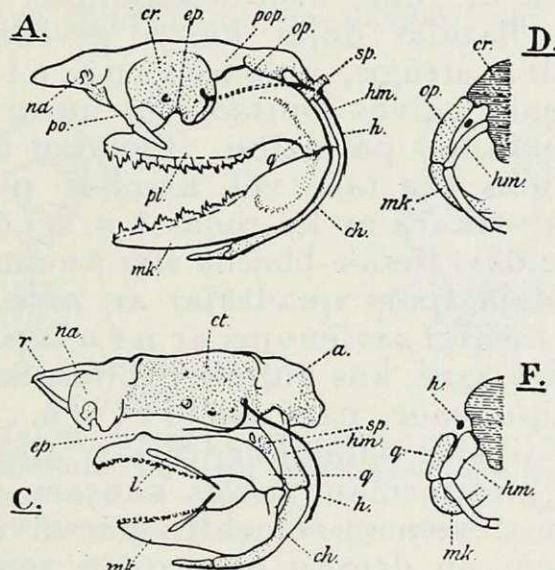
Tādā kārtā aiz rostruma izšķiņ četrus reģionus: ožas reģionu, regio ethmoidalis ar deguna kapsulu; acu dobuma un deniņu reģionu (regio orbito-temporalis), kurā bez acīm atrodas arī gremotāji muskuļi; tālāk auss apvidu jeb regio labyrinthica; beidzot regio occipitalis, pakauša reģionu. Pēdējais savieno galvas kausu ar mugurkaulu, lielāko tiesu nekustīgi, abām šīm daļām saaugot, bet reizēm kustīgi, ar divu galvas kausa locītavu pauguru (condylus occipitalis) palīdzību. Pateicoties īpatnējai nervu topografijai, selachiju okcipitālam reģionam var pieskaitīt no salīdzināmās anatomijas viedokļa ļoti svarīgu konstatējumu. Iekāms mēs mūsu priekšlasījumos neesam ar nervu sistēmu iepazinušies, mums būs jāapmierinās ar vispārīgu piezīmi, ka tie nervi, kas ciklostomatiem galvas kausa tuvumā vēl brīvi iznāk no mugurkaula smadzenēm, elasmobranchijiem jau sākas no neurokrānijā ieslēgtām galvas smadzenēm. Tādēļ mēs haizivju regio occipitalis uzskatām par mugurkaula daļu, kas sekundāri pievienota galvas kausam. Tā tad visu to dzīvnieku galvas kauss, kas stāv augstāk par Cyclostomata, pateicoties dažu skriemeļu asimilācijai, kaudāli pagarinājies.

Sakarā ar šo neurokrānijā izšķiņ divas dalas, kam katrai savāda izcelšanās, pirmkārt palaiokrāniju, kas izbeidzas kaudāli aiz labirinta reģiona un, otrkārt, neokrāniju (jauno galvas kausu), kas atbilst okcipitālam reģionam. Pēdējās daļas tā tad ciklostomatiem vēl nemaz nav. Spriežot pēc svarīgām pazīmēm, elasmobranchiju un augstāk stāvošo dzīvnieku grupu neokrānijs izveidojies no 6—8, reti no vairāk, skriemeļiem. Palaiokrāniju turpretim var droši uzskatīt par tādu veidojumu, kas jau sākumā bijis nesegmentēts. Uz to norāda ne tikai tā salīdzināmā anatomija, bet arī embrionālā attīstība. Tā tad Okena un Ģētes deviņpadsmītā gadusimteņa sākumā uzstādītā teorija,

pēc kuļas mugurkaulnieku galvas kauss esot būvēts no skriemeļiem, tās toreizējā uztverē izrādās maldīga.

Elasmobranchiju *viscerālais skelets* sastāv no septiņiem līdz deviņiem labi attīstītiem viscerāliem lokiem un no mutes atveras priekšā novietotiem lūpu skrimšļiem. Tūdaļ aiz tiem atrodas žokļu jeb mandibulārais loks, aiz tā hiodālais un tālāk uz kaudālo pusi pieci līdz septiņi žaunu loki. Katrā žaunu lokā var parasti atšķirt jau vispārējā skeleta aprakstā minētos pharyngo-, epi-, cerato- un hipobranchiālos gabalus. Apakšējais gabals, kōpula jeb basibranchiale, kas saista abu pušu vienu otram atbilstošos žaunu lokus, ir lielāko tiesu nepareiza izskata. Pakaļējā kōpula sevišķi liela, atrodas dorsāli no sirds (sakarā ar ko nosaukums „cardiobrachiale“) un droši vien cēlusies dažām kōpulām saplūstot. Lai balstītu žaunu krokas, no ārējās epi- un ceratobranchialia malas atiet sevišķi skrimšļa stabīni (radiibranchiostegi). Šie žaunu stari var būt zarooti vai arī nest mazākus starus. Radiju brīvajā galā bieži sastopami lokveidīgi skeleta gabali, t. s. ectobranchialia. Katram žaunu lokam parasti rodas viens dorsālais un viens ventrālais ectobranchiale.

Pēdējais viscerālais loks parasti reducēts un sastāv tikai no epi- un ceratobranchiale. Pirmais ir savienots ar



Zīm. 186. Selachiju amfistilā (A, D) un hiostilā (C, F) galvas kausa tipi. D un F — skats kaudāli, ar punktētu mandibulāro loku un vienkārši kontūrētu hioda loku, ch — ceratohuale, ep — proc. ethmoidalis, h — hyomandibulare, l — labiālais skrimslis, mk — Mekela skrimslis jeb mandibulare, na — deguna kapsula, op — proc. oticus, pl — palatoquadratum, po — proc. oticus, pop — proc. postorbitalis, sp — spīraculum. (Pēc Goodrich'a.)

priekšpēdējā žaunu loka pharyngobranchiale, bet ceratobranchiale ar cardiobranchiale. Ar pēdējā loka palīdzību žaunu skelets piestiprinās plecu joslai. Hioidālais loks, kas tagad sastāv no hyomandibulare un viena hioda gabala un apakšā ar nepāru mediānās kōpulas palīdzību saistās ar pretējās pušes partneri, droši vien kādreiz sastāvējis no vieniem četriem žaunu loka tipiskiem elementiem. Un proti, virs hyomandibulare, kas atbilst e p i b r a n c h i a l e, dažreiz atrodams reducējies pharyngālais elements un zem hioda (ceratobranchiale) hypo elementa pēdas. Uz šādu konstatējumu pamata hioidālā lokā izšķiņamas sekošas daļas: p h a r y n g o -, e p i -, c e r a t o - u n h y p o h y a l e ar kōpulu apakšā. Hyomandibulare dorsālais gals kustīgi savienots ar labirinta reģionu, bet ventrālais atbalsta žaunu loku. Šo balsta funkciju apliecina starp citu arī ievērojamais hyomandibulare biezums.

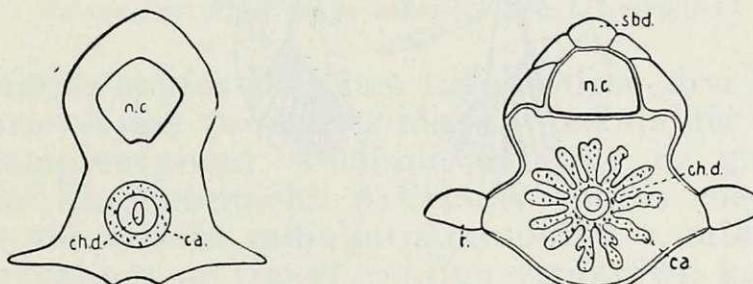
Elasmobranchiju žokļu jeb mandibulārais loks sastāv no divām spēcīgām, mums jau pazīstamām daļām: no palatoquadratum augšā un no mandibulare apakšā. Abi elementi apgādāti vairākām zobi rindām un tos vienu ar otru saista labi attīstīta apakšējā žokļa locītava. Palatokvadrāta un līdz ar to tā tad arī visa mandibulārā loka saistība ar neurokrāniju īstām haizivīm, selachijām, ir kustīga. Priekšā atrodas divas savienojuma vietas: ar regio ethmoidalis, vai drusku tālāk ar regio orbitotemporalis. Piestiprināšanai šī reģiona bazālai daļai kalpo sevišķs palatokvadrāta pars palatina atraģis, processus ethmoidalis. Pēdējais pieslienās galvas kausam vai nu ar locītavas, vai ar saites (ligamentum) palīdzību. Lielākai selachiju daļai mandibulārais loks bez tam vēl kaudāli piestiprinās pie hyomandibulare, sakarā ar ko rodas t. s. h i o s t i l a i s p iestiprinājuma veids. Retāk blakus šim veidam palatokvadrāta kvadrāta daļa (pars quadrata) ar zara, proc. otticus, palīdzību kustīgi savienojas ar proc. postorbitalis, neurokrānija zaru, kas guļ aiz orbitas. Šo divkāršo piestiprināšanās tipu sauc par a m f i s t i l o. Trešam, t. s. a u t o s t i l a m tipam, palatokvadrāts ir tieši, bez mandibulare dalības, piestiprināts galvas kausam. Tīrā veidā šo tipu nesastopam neviens selachiju pārstāvīm. Tas ir tipisks tetrapodiem un drusku pārgrozītā veidā arī holocefājiem (Holocephala).

Bieži uz palatokvadrāta pakalējās malas, tāpat kā tas ir ar hioidālo loku, sēd daži radiji, kas guļ reducētās žaunu spraugas, t. s. šķaktuvītes (spiraclus) sienā. Ioti iespējams, ka žokļu loks, iekāms tas ieguva barības uzņemšanas funkciju, ir bijis žaunu loks un sastāvējis no četriem

tipiskiem gabaliem. Tad mums tie, atbilstoši lietājamai terminoloģijai, būtu jāapzīmē kā dažādas mandibulārijas. Dažām sugām atrasti mazi ventrāli no mandibulare (apakšējā žokļa) novietotā „h y p o m a n d i b u l a r e“ rudimenti. Kā daži autori domā, proc. ethmoidalis atbilstot „p h a r y n g o m a n d i b u l a r e“.

Vai t. s. lūpu skrīmšķi, kas dažreiz novietoti divās rindās palatokvadrāta un mandibulas priekšā, un kas embrionāli rodas daudz vēlāk par viscerāliem lokiem, uzskatāmi par primitīviem, kādreiz mutes priekšā novietotiem (preorāliem) žaunu lokiem, pašlaik nav vēl noteikti nosakāms. Citādi tie būtu jāpielīdzina *Amphioxus* taustekļu skeletam.

No elasmobranchijiem tikai īstajām haizivīm labi attīstīts *mugurkauls*. Starp amficēliem (bikonkāviem) skriemeļiem chorda uzglabājusies savā pirmatnējā resnumā, kamēr skriemeļa vidū tā ir pavisam tieva vai pat pārtrūkusi. Neurapofizes un starp tām novietotie intercalaria pilnīgi ieslēdz mugurkaula smadzenes. Uz šiem abiem elementiem gul nepāru noslēguma skrimšķi, saukti supradora-salia. Zem chordas gulošās hemapofizes astes reģionā ieslēdz asinsvadus, bet viduklī tās sāniski atkāpjelas viena no otras un tā izveido processus transversi, jeb parapofizes. No tām sākas ribas. Reizēm arī apakšā sastopami intercalaria. Selachiju mugurkaulam parasti nav processus spinosi.



Zīm. 187. Divi dažādi haizivju skriemeļu pārkaulošanās tipi. Pa kreisi ciklospondilais, pa labi asterospondilais tips. Pārkalķošanās zōna (ca) punktēta. chd — chorda; nc — nervu caurule; r — ribas; sbd — proc. spinosus dorsalis. (Pēc Daniel'a.)

Skriemeļu savstarpejai saistīšanai kalpo stingras intervertebrālās saites (ligamenti), kas ļoti cieši savieno skriemeļu malas.

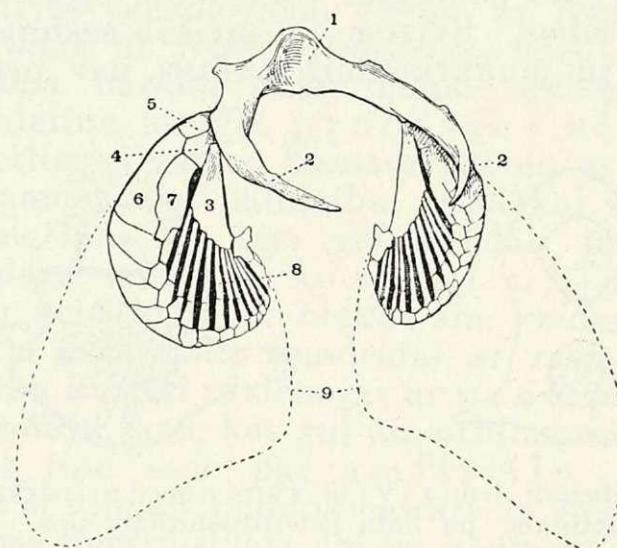
Prīmārā skriemeļa ķermeņa vidus joslā ļoti bieži sākas pārkalķošanās, kas skrimšķainajā ķermenī izveido divkāršu kōnusu (ciklospondilija). Reizēm ar šo kōnusu sienām

pret virspusī starveidīgi atiet pārkaļkotas plātnītes (asterospondilija), vai arī ap pirmāriem kōnusiem rodas cilindriskas kalķa kārtas (tektispondilija). Visi šie pārkaļkojuma tipi kalpo skriemeļa ķermeņa pastiprināšanai.

Holocefaļiem nav skriemeļu ķermeņu. To chordu pastiprina šaurs gredzenveidīgs pārkaļkojums chordas makstī. Katrā ķermeņa segmentā izveidojas vairāki šādi gredzeni. Tie rodas skeletogenā saistaudu kārtā un vēlāk iespiežas chordas makstī.

Lielākai elasmobranchiju daļai ir ūsas *ribas*, kas guļ horizontālseptā starp dorsālo un ventrālo ķermeņa muskulātūru un tā reprezentē pleurālās ribas. Šīs ir pilnīgi homologas tetrapodu rībām.

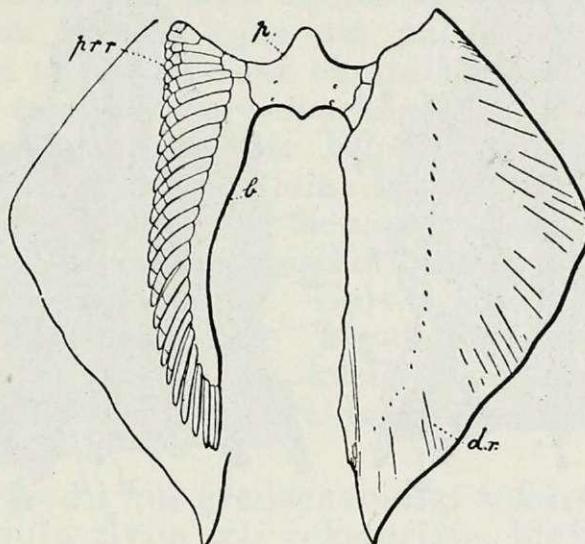
Lielākai šīs klases pārstāvju daļai *plecu josla* ir U-veidīga. Pars scapularis iestiepjas tālu ķermeņa sienā un reizēm tai ir arī suprascapula. Rajidae (rajām) skapula tieši vai ar ligāmenta palīdzību piesaistīta mugurkaulam. Tikai retām selachijām abas *blodas* puses paliek visu dzīves laiku šķirtas. Parasti tās veido viengabalainu plātni vai loku ar acetabulāro virsmu pakalējā malā, pakalējās spuras piestiprināšanai.



Zīm. 188. *Scyllium canicula*, suņa haizivs. Krūšu josla un spuras no dorsolaterālās puses. 1 — joslas ventrālā daļa; 5 — metapterygium; 4 — mesopterygium; 5 — protopterygium ar tā radialia (6); 7 — mesopterygia radialia; 8 — metapterygija radialia; 9 — distālās spuru daļas kontūras, kuŗu balsta raga stari. (Pēc Reynolds'a.)

Selachiju priekšējās un pakalējās *spuras* līdzīgi būvētas. Lieta grozās ap savā starpā bazāli saaugušiem staru skrimšļiem (radialia), kas tieši pieslejas glenoidālai virsmai,

vai arī ap vienu, divi vai trīs bazāliem skrimšļiem, kas pārņem artikulāciju un nes minētos radialia. Tad izšķīt priekšējās spuras skeleta pro-, meso- un metapterygium. Parasti radialia sadalīti vairākos atsevišķos locekļos un reizēm to distālie gali žuburojas. Bazālās daļas var saplūst. Spuras distālā daļā parasti nav skrimšļa daļiņu un to balsta raga stari (ceratotrichia), kuru ir vairāk nekā radialia. Rajām nav raga diegu un radialia sniedzas līdz spuras malai.



Zīm. 189. Haizivs *Heptanchus*. Gurnu josla ar pakalējām spurām, ventrāli. p — bloda, b — basipterygium, prr — radialia, dr — ceratotrichia (raga stari). (Pēc Goodrich'a.)

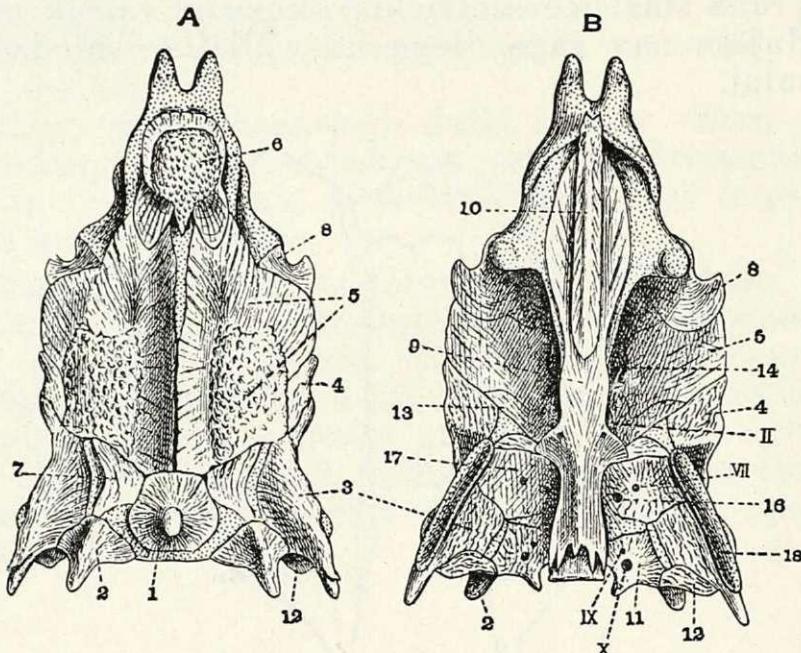
Pakalējās spuras skeletam lielāko tiesu divi bazāli elementi, priekšējais propterygium un pakalējais basipterygium (metapterygium). Pēdējais artikulē ar gurnu joslu. Vīriškiem Elasmobranchii pakalējās spuras medialās malās viens vai vairāki radialia pārveidoti t. s. miksipterygijā (myxipterygium) ar rievas veidīgu struktūru, kas atvieglo spermas nooplūšanu kōpulācijas aktā.

Holocefaļu pakalējai spurai ir tikai viens bazālais elements, basipterygium, kas balsta visus radialia. Priekšējā spurā ir visi trīs tipiskie pterigialelementi, bet tikai, vai vismaz galvenā kārtā, propterygium kalpo artikulācijai ar plecu joslu.

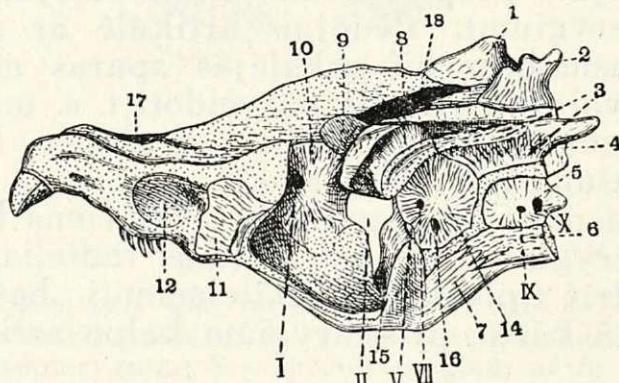
Ganoidu zivis (Ganoidei) un īstās kaulu zivis (Teleostei).

Abos nodalījumos skrimšlainais *galvas kauss* labi uzglabājas visu dzīves laiku. Bet to vienmēr vēl pastiprina liels kaulu skaits. Jau skrimšļu ganoidu zivīm (Chondros-

tei) kauli kā spēcīgi vairogi pārklāj galvas kausa virspusē un savā sakārtojumā ļoti tipiski, kā piem. pāru parietalia un frontalia. No apakšas galvas kausu balsta spēcīgs klājkauls, parabasale jeb parasphenoideum. Arī ādainā žaunu vākā, kas ievērojami labāk attīstīts nekā holocefaļiem, pa-



Zīm. 190. *Salmo salar*, lasis. A galvas kauss no dorsālās, B no ventrālās puses. Lielākā klājkaulu daļa noņemta. Skrimšļi punktēti. 1 — supraoccipitale, 2 — epioticum, 3 — pteroticum, 4 — sphenoticum, 5 — frontale, 6 — mesethmoidale, 7 — parietale, 8 — exethmoidale, 9 — parasphenoidale, 10 — vomer, 11 — exoccipitale, 12 — opistoticum, 13 — alisphenoidale, 14 — orbitosphenoidale, 17 — prooticum, 18 — locītavas virsma hiomandibulim. (Pēc Reynolds'a.)



Zīm. 191. *Salmo salar*. Galvas kauss no laterālās puses. Atzīmēti arī daži klājkauli. 1 — supraoccip., 2 — epiotic., 3 — pterotic., 4 — opisthotic., 5 — exoccipit., 6 — basioccipit., 7 — parasphenoid., 8 — sphenotic., 9 — alisphenoid., 10 — orbitosphenoid., 11 — exethmoid., 12 — ožas bedrīte; zem tās vomera zobi; 14 — prootic., 15 — basisphenoid. (Pēc Reynolds'a.)

rādās klājkauli. Pēdējie kaulu ganoidu zīvīm (Holosteī) sasniedz labāku izveidni un pēc atrašanās vietas tos apzīmē par operculum, prae-, sub- un interoperculum. Šīs kaula plātnes var uzskatīt kā hioīdālā loka skrimšķa staru klājkaulus. Sevišķi spēcīgi attīstīts galvas kausa virspuses klājkaulu skelets pie Holosteī. Te lieta grozās ap nepārtrauktām bruņām, kas sastādītas no ļoti daudziem lieliem un maziem akmenscietiem kauliem. Bet šīnī zīvju grupā kaulu veidošanās neaprobežojas tikai ar virspusi vien; bez klājkauliem rodas vēl paša chondrokrānija vietniekkauli. Citiem vārdiem, pārkaulojas arī pati skrimšķainā galvas kausa siena un tā dod sākumu okcipitālā, labirinta, orbitālā, temporālā un etmoidālā reģiona kauliem. Tie ir tie paši elementi, kuļus atrod arī pie Teleosteī, kur tie dažādi izplatīti. Kā svarīgākie te jāmin: basioccipitale, exoccipitalia un pie Teleosteī vēl viens nepāru supraoccipitale. Auss kapsulas pakaļpusē rodas opisthoticum, priekšpusē prooticum, dorsālā pusē epioticum. Galvas kausa pamatā reizēm uz priekšu no basioccipitale atrodams basisphenoideum. Sānos no tā, pa labi un pa kreisi, pa vienam alisphenoideum. Etmoidālā reģionā izveidojas mainīgs ethmoidalia skaits.

Ap acu reģionu gul gredzenveidīgi sakārtoti, kaulu ganoidiem un kaulu zīvīm ļoti raksturīgie, klājkauli, circumorbitalia (jeb orbitālā gredzena kauli).

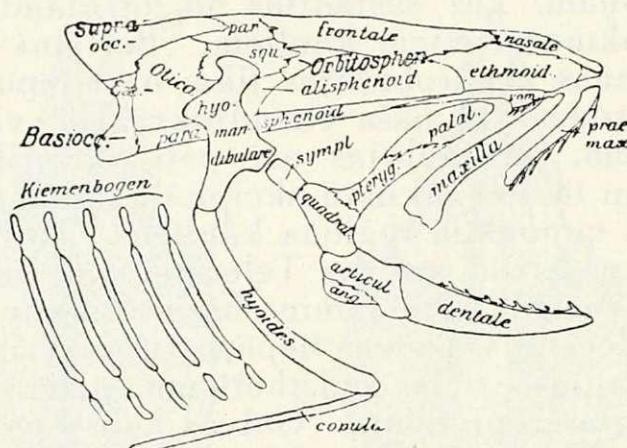
Virs labirinta kapsulas kā ādas pārkaulojums bieži rodas sphenoticum un pteroticum, kas var saplūst ar pārējiem otikālā reģiona elementiem par t. s. jauktiem kauliem. Paraspheonoideum priekšā gul pāru vomera kauli, pie kam tie aizsargā no apakšas deguna kapsulu. Uz palatokvadrāta priekšā gul palatinum ar jauktu izcelšanos. Turpat atrodas arī abi klājelementi: ekto- un entopterygoideum.

Viss palatomandibulārais aparāts, kas skrimšķu ganoidu zīvīm hiostili piekārts galvas kausam, šīnī grupā atstāj rudimentāru iespaidu. Skrimšķainais palatoquadratum un mandibulare ļoti īsi un vāji attīstīti un nes tikai nedaudz kaulus: augšā klājkaulu pterygopalatinum un apakšā tāpat klājkaulu, dentale. Hioīdālā loka videjā daļa klūst par kaula symplecticum, kas panāk saistību ar mandibulāro loku.

Ganoidu zīvju hiobranchiālais skelets sastāv no četriem vai pieciem vairāk vai mazāk pārkaulotiem un sadalītiem lokiem, kas kaudāli klūst arvien mazāki. Kaulu ganoidu zīvīm šo loku virsma, kas vērsta pret rīkli, ir pārklāta birstveidīgām zobu grupām. Arī ganoidu zīvīm kō-

pulas elementi bieži savā starpā saplūst, tāpat kā selachi-jām. *Symplecticum* ganoīdu zivīm nav sastopams.

Mandibulārā loka piekabinājums galvas kausam kaulu ganoidiem un kaulu zivīm tikai pa daļai hiostils. *Hyomandibulare* liels.



Zīm. 192. Kaula zivju galvas kausa schēma. Nav uzzīmēti opercula un infraorbitalia. (Pēc Selenka's-Goldschmidt'a.)

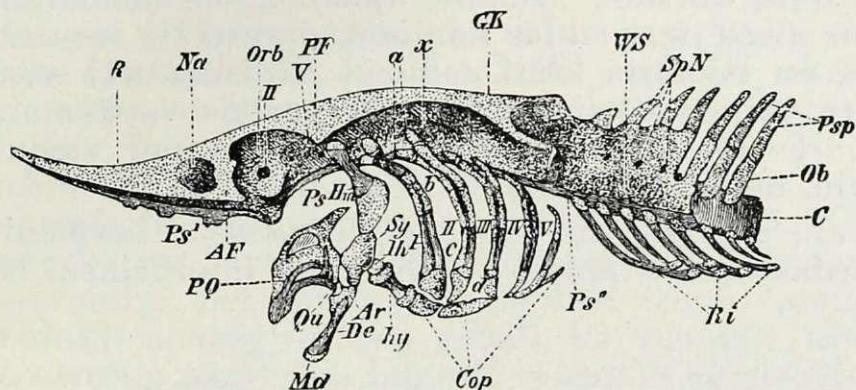
Ventrālā virzienā hyomandibulare bieži nobeidzas ar smaili, kas balsta palatokvadrātu. Šī elementa augšējais gals pieslienās auss kapsulas apakšējai malai un ar to kustīgi savienots. Visa hyomandibulare, palatoquadratum un mandibula sistēma līdz ar to klājkauliem kustīgi piestiprināta galvas kausam. Sakarā ar to, atverot muti, mutes dobums var pavirzīties uz priekšu, pie kam palatokvadrāts slīd gar galvas kausa pamatu.

Palatokvadrāta skrimslis pārkaulojas savā kvadrāta daļā dorsāli un priekšā kā metapterygoidēum, bet ventrāli kā quadratum, kas nes apakšējo žokli (tā tad mandibulare un tā kaulus). Pašā priekšā, palatokvadrāta palatinā daļā, skrimšla audos iespiežas palatinum, kas rodas kā klājkauls.

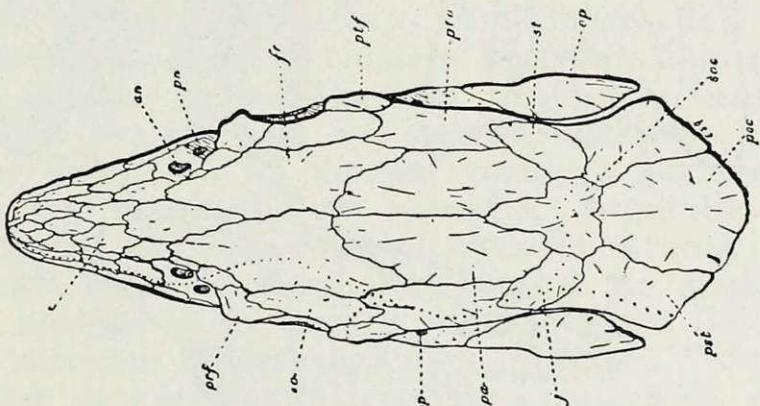
Mandibulare (jeb Mekela skrimšla) locītavas daļa ar quadratum pārkaulojas par articulare. Vēlākās embrionālās stadijās ar to saplūst dermarticulare, kas rodas kā klāj-jeb ādas kauls. Starp šiem kauliem kaulu ganoidu un kaulu zivju apakšējā žoklī gulošo angulare būtu labāk saukt par retroarticulare, jo pretēji tetrapodiem tas še rodas kā skrimšla osifikācija. Visi pārējie apakšējā žokļa kauli ir īsti klājelementi.

Holostei un Teleostei ārkārtīgi bagātīgais zobojums sastopams uz ļoti daudziem žokļu un mutes dobumu kauliem. Zobus nes: parasphenoideum (parabasale), vomer, palati-

num, visi pterigoidi, praemaxillare, maxillare, dentale un reizēm arī spleniale.



Zīm. 193. Stores (*Acipenser sturio*) primordiālais galvas kauss, bez jumta klājkauliem. a — pharyngobranchiale, b — epibranch., d — ceratobranch., C — chorda, Cop — basibr., d — hypobranch., De — dentale, GK — labirinta kapsula, Hm — hyomandibul., hy — ceratohyale, Ih — interhyale, Md — apakšzoklis, Na — deguna ožas kapsula, Ob — neutrālie loki, Orb — orbita, PQ — palatoquadratum, Ps — parasphenoidēum, Psp — proc. spinosus dorsalis, Qu — quadratum, R — rostrum, Ri — ribas, SpN — nervu ejas, Sy — symplecticum, I—V — žaunu loki.
(Pēc Wiedersheim'a, no Bridge'a.)

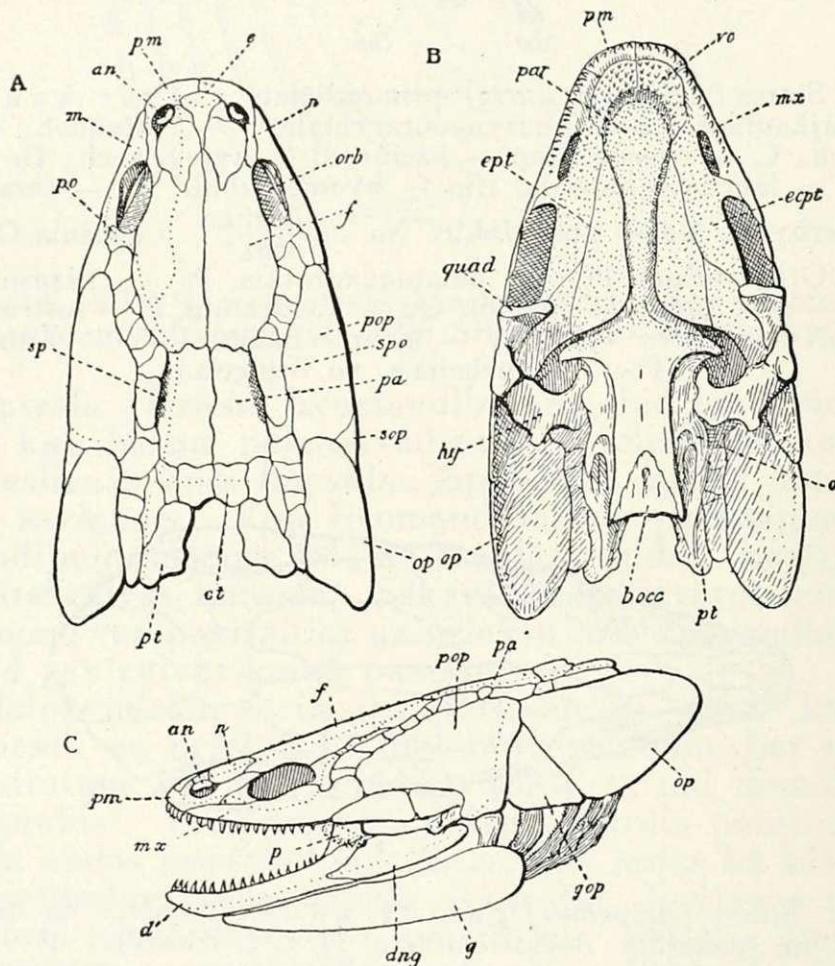


Zīm. 194. Stores (*Acipenser*) galvas kauss, dorsāli. an un pn — priekšējā un pakalējā deguna atvera, fr — frontale, op — operculum, pa — parietale, prf un so — orbitalia, pto — pteroticum, r — rostral, soc un st — nuchalia, sp — spiraculum (šķaktuvīte). (Pēc Goodrich'a.)

Hiodālam lokam pie Teleosteī lielāko tiesu seko pieci žaunu loki. Savā pilnīgākā attīstībā tie sastāv no tiem pašiem četriem elementiem kā selachijām. Piektais loks veidots tikai no viena ceratobranchiale un nav domāts plecu joslas piestiprināšanai. Dažām kaulu zivīm šis loks ir ciets, zo-

biem klāts kauls un veido tad ossa pharyngea inferiora, apakšējos rīkles kaulus. Visdažādāk veidojas pārējo loku dorsālie gabali (pharyngobranchialia). Tos sauc par augšējiem rīkles kauliem, parasti tie saspiežas cieši kopā un bagātīgi klāti zobiem. Dažreiz vēl visi četri ir šķirti, vai arī tikai trešais un ceturtais savā starpā sakusuši. Tomēr bieži tie katrā pusē saaug par vienu vienīgu kaulu, os pharyngeum superius.

Kaulu ganoidu un Teleosteī *skriemelu* ķermenī rodas ap chordas maksti no loku gabalu un intercalaria bazālām



Zīm. 195. *Polypterus bichir* (Holosteī). Galvas kauss dorsāli (A), ventrāli (B) un laterāli (C). ang — angulare, bocc — basioccipitale, d — dentale, e — mesethmoideum, ecpt — ectopteryg., ept — entopteryg., f — front., g — pāru gulārplātnē; gop, sop — suboperculum; op, pop — operc. un praoperc., hy — hyomandib., m — maxill., n — nasale, o — opisthoticum, orb — orbita, p — lūpu skrimslis (punktēts), p — pariet., par — parasphen., pm — praemaxill., po — postorbital., pt — posttemporale, quad — quadratum, sp — spiraculum (šķaktuvīte), st — postpariet., vo — vomer (?). (Pēc Müller'a un Allis'a, Goodrich'a pārveidojumā.)

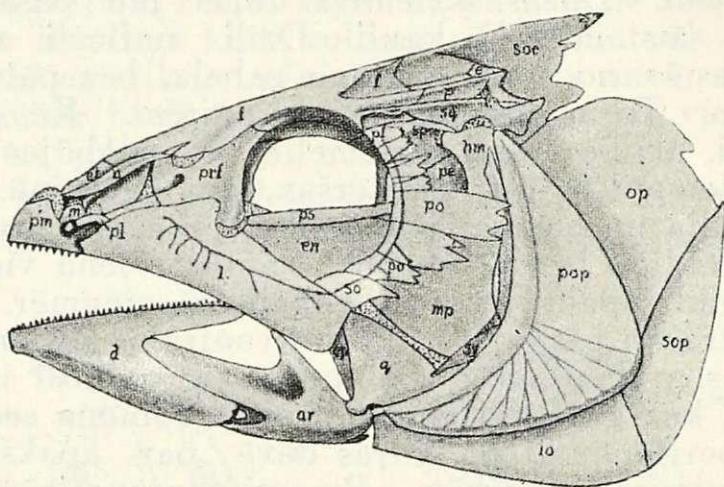
daļām, sakarā ar ko tiem ir t. s. akrocentriskā daba. Tāpat abu zivju grupu mugurkauls raksturojas ar to, ka šeit parādās kauli, kas vai nu lielāko tiesu, vai arī pilnīgi aizvieto skrimslī. Dažas skriemeļa daļas jau pašā sākumā var rasties saistaudos kā kauli. Dziļi amficēli skriemeļu ķermeņi sastāv no viena vienīga gabala, bez patstāvīgiem intercalaria. To malas savienotas saitēm. Kā pie Elasmobranchii, arī še starp skriemeļiem uzglabājas chorda, kamēr skriemeļu vidū tā pārvēršas tievā stiegrīņā. Gaļiem astes neuralia un haemalia lokiem ir processus spinosi, kas rodas pārveidīgi, bet vēlāk bieži saplūst vienā vienīgā gabala. Viduklī apakšējie loku gabali, kā vienmēr, attālinās viens no otra un pārvēršas laterāli-ventrālos skriemeļu ķermenī zaros, parapofizēs. Bet processus spinosi izveidojas par ribām, kas guļ tieši zem ķermeņa dobuma sedzēja peritoneja (peritoneum) un kuļas dēvē par apakšējām jeb hemālām (pleurālām) ribām. Parasti neurapofizēm izveidojas pre- un postzigapofizes.

Kā izņēmums ir kaula ganoidu zīvs *Lepidosteus* ar opistocēliem skriemeļiem, kuŗi tā tad priekšā ir konveksi, kaudāli konkāvi, bet citādi visā savā apjomā kompakti. Dīvainā kārtā šai zivju ģintij ir arī labi attīstīta pakauša locītava.

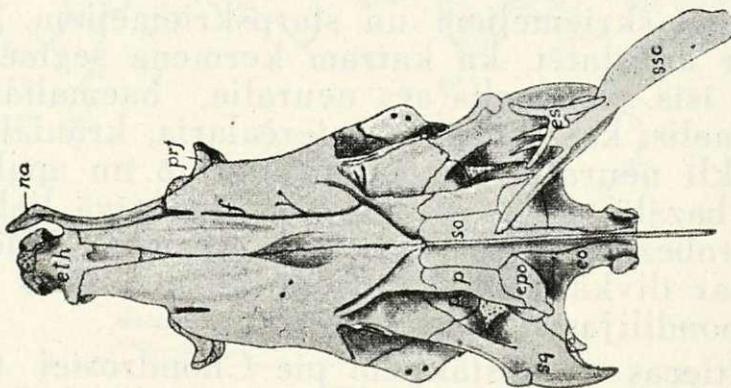
Cita veca Holostei pārstāvja, *Amia*, astes daļā sastopami gredzenveidīgi kaula skriemeļu ķermeņi, kam pārmījus ir vai nav neurālie un hemālie loki. Tā tad še varam runāt par tipiskiem skriemeļiem un starpskriemeļiem. Embrioloģiski var konstatēt, ka katram ķermeņa segmentam atbilst viens īsts skriemelis ar neuralia, haemalia, kā arī starpskriemelis, kas rodas no intercalaria, krāniāli no pirmā. Viduklī neuralia, haemalia, augšējo un apakšējo intercalaria bazālās daļas saplūst vienā vienīgā lielā, starp segmentu robežām gulošā skriemeļa ķermenī. Mēs tā tad runājam par divkāršiem skriemeļiem *Amia* astes daļā, jeb par diplospondilijas stāvokli.

Kas attiecas uz apstākļiem pie Chondrostei (skrimšļu ganoidu zīvīm), tad tie tikai nedaudz attālinājušies no apstākļiem pie Cyclostomata un sevišķi pie Elasmobranchii. Spēcīgā chorda persistē visu dzīves laiku. Katrā ķermeņa segmentā sastopami divi viens aiz otra novietoti dorsāli un ventrāli, galvenā kārtā skrimšlaini, loku pāri. Priekšā attrodas mazie intercalaria, kaudāli stiprās neurālās un hemapofizes. Vidukļa reģionā katras hemapofizes lielākā, distālā virzienā ejošā daļa atdalās no mazākās bazālās daļas. Abas skriemeļa bazālās daļas rada īsāku loku ap asins-

vadiem un bez tam kā zari (processus transversi) kalpo atdalīto distālo daļu piestiprināšanai, kas darbojas kā apakšējās jeb pleurālās ribas.



Zīm. 196. *Scomber*, skumbrija. Galvas kauss, laterāli. ar — articulare, d — dentale, en — entopterygoideum, e — exoccipit., ep — ectopteryg., et — ethmoidale, f — frontale, hm — hyomandibulare, io — interoperculum, l — lacrymale, m — maxillare, mp — metapteryg., n — nasale, op — operculare, p — pariet., pe — petrosum, pf — postfront., pl — palatinum, pm — praemaxill., pop — praeoperculum, po — postorbit., prf — praefront., ps — parasphenoid., soc — supraoccipit., so — suborbit., sop — suboperculum, sp — sphenoticum, sq — squamosum, sy — symplecticum. (Pēc Allis'a, no Kingsley'a.)



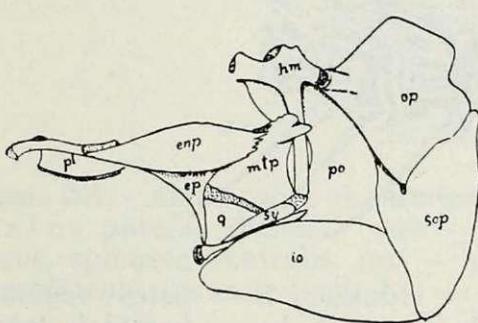
Zīm. 197. *Scomber*. Galvas kauss, dorsāli. Burtu nozīme kā iepriekšējā attēlā. (Pēc Allis'a, no Kingsley'a.)

Par zivju ribām svarīgāko zinām jau no ievada pārskata. Tādēļ minēsim par tām tikai īsumā. Kaulu ganodiem Polypterus un Calamoichthys abu veidu ribas sastopamas viena otrai blakus vienos un tais pašos ķermeņa segmentos: dorsālās (jeb pleurālās jeb „īstās“) ribas horizon-

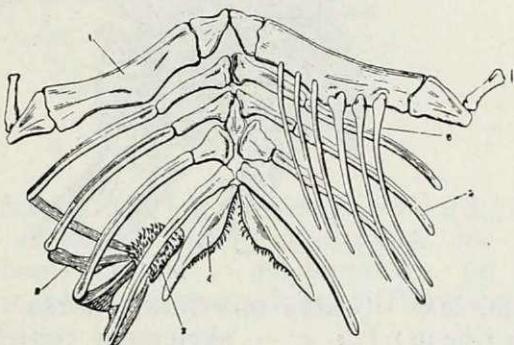
tālā septā starp epaksiālo un hipaksiālo (dorsālo un ventrālo) ķermeņa muskulātūru un ventrālās (jeb hemālās jeb arī „zivju“) ribas, kas ietver ķermeņa dobumu un guļ tieši zem t. s. peritoneum. Pārējām Ganoidei un Teleostei parasti sastopamas tikai ventrālās, kamēr selachijām dorsālās ribas.

No ribām jāatšķir t. s. teleosteju *gaļas* (*muskulu*) *asakas*. Tie ir vienkārši saistaudu mioseptu pārkaulojumi un tā tad neaizmetas skrimšlaini, kā ribas. Šīs asakas var zīvs ķermenī atrasties dažādā augstumā: pirmkārt, stipri dorsāli, otrkārt, horizontālās septas līmenī un beidzot vēl tālāk ventrāli. To uzdevums balstīt ķermeņa muskulātūru.

198



199



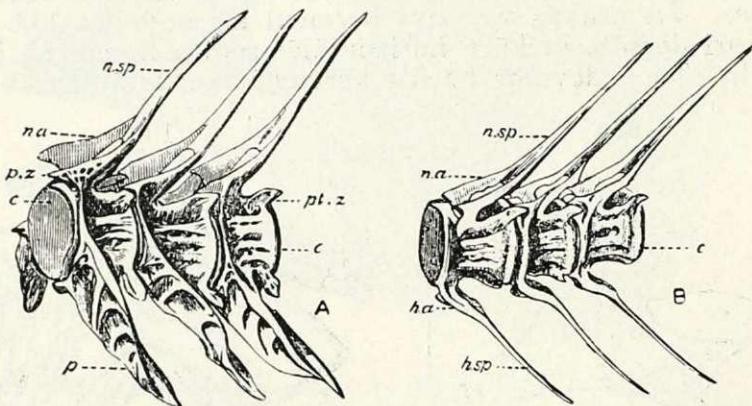
Zīm. 198. *Scomber*. Pterygoideum, hyomandibulare (hm) un operculum. enp — entopteryg., ep — ectopteryg., io — interoperculum, mtp — metapteryg., op — operculum, pl — palatinum, po — praeoperc., q — quadratum, sop — suboperc., sy — symplecticum. (Pēc Allis'a, no Kingsley'a.)

Zīm. 199. *Mencas (Gadus)* hiodialoks un žaunu loki no ventrālās pusēs. 1 — hiodialoks ar divi maziem mediāliem basihyalia, liekiem un ar radii branchiostegi (b) apgādātiem ceratohyalia, pie tiem piegulošiem trīsstūrainiem epihyalia un ārpusē gulošiem stabīnveidīgiem stylohyalia; 2 — otrā žaunu loka epibranchiale; 3 — os pharyngeum superius (= pharyngobranchialia); 4 — os pharyngeum inferius (= ceratobranchiale 5); 5 — 2. žaunu loka ceratobranchiale. (Pēc Leunis-Ludwig'a.)

Arī dorsālās ribas, tāpat kā pārējo zivju un dipnoju ventrālās ribas, sākas no hemāliem loku gabaliem (hemapofizēm), kas attiecīgajā vietā izveido processus transversus. Bet kaudāli dorsālās ribas tomēr neturpinās tieši hemapofizēs, bet (ja tās vispāri vēl astes reģionā sastopamas) paliek blakus hemāliem lokiem patstāvīgas.

Kas attiecas uz nepāru spuru skeletu, tad elasmobranchijiem un chondrostejiem tas sastāv no skrimšlainiem posmotiem stariem (radijiem), kas distālā virzienā iestiepjas diezgan tālu spurā, un no ragveidīgiem diegiem (ceratotrichia), kuŗu uzdevums balstīt spuras brīvo malu. Kaulu ganoidiem un teleostejiem nepāru spuru apvidū katram processus spinosus dorsalis pievienojas viens pārkaulots spuras

stars jeb spuras nesējs. Šeit var parādīties arī divi un pat trīs tādi spuru radiji starp katriem diviem proc. spin. dors. Katrs stars parasti sastāv no diviem posmiem, pie kam ievērojami īsākais distālais posms tikai mazliet iedodas spurā. Savienojums starp viena un tā paša stara abiem posmiem var būt leņķveidīgs.

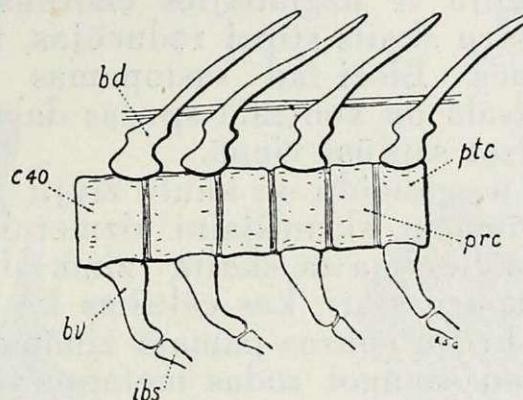


Zīm. 200. *Gadus morrhua*, dorša. A — vidukļa, B — astes reģiona skriemeļi. c — skriemeļa centrs jeb kermenis, ha — hemālais loks, nsp — proc. spin. dorsalis, p — parapofize, pz — prezigapofize, ptz — postzigapofize. (Pēc Bridge'a.)

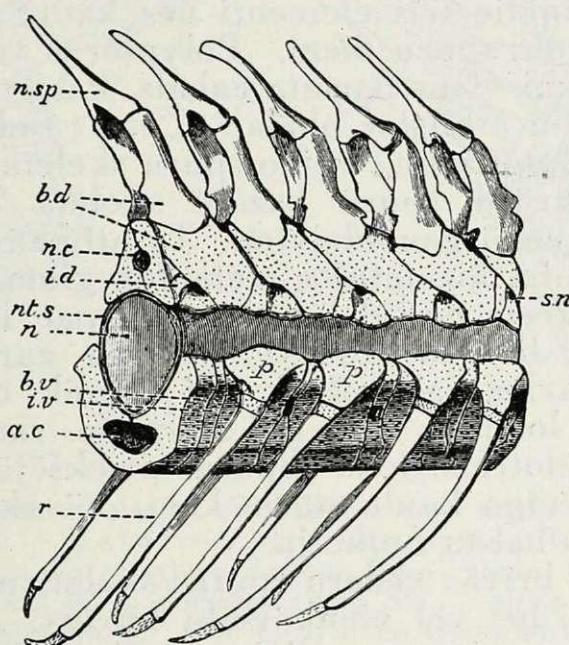
Teleosteju embrionālām spurām distāli ir arī raga diegi, kas reizēm var uzglabāties arī pieaugušā stāvoklī. Parasti tos gan vēlāk izspiež kaula spuru diegi (lepidotrichia). Sie, no kaula zvīņām atvasināmie diegi ieņem visu brīvās spuras platumu un pieslejas radiju distāliem galiem. Atbilstot spuru apmaļu sākotnei no ādas krokām, katrs spuras diegs, jeb t. s. sekundārais spuras stars aizmetas divkārši, proti, no embrionālās spuras labās un kreisās pusēs. Ganoidu zivīm un dažām Teleosteji spuras stars sastāv no divām daļām visu laiku. Šīs pirmatnējākās formas parasti sastādās no ļoti daudziem atsevišķiem locekļišiem, ir tā tad posmainas. Pirmais vai arī priekšējie spuru diegi pārveidojušies viengabalainos, nedalītos cietos staros jeb diegos.

Astes spuras apvidū nav īstu spuru nesēju, bet tikai dorsālie un ventrālie loki ar viņu dzelonzariem. Šiem tieši pievienojas raga vai kaula spuru diegi. Heterocerkā elasmobranchiju un ganoidu astes spurā hemālo loku dzelonzari daudz lielāki nekā neurālo loku dzelonzari. Kaula zivju homocerkā astes spurā mugurkaula pakaļgala izliekums uz augšu sasniedz savu maksimumu, pie kam pats gals stipri reducējas. Pēdējam astes skriemelim, kuŗu vēl var izšķirt, dažreiz pievienojas skrimšķa diegs, kas iet šķībi

uz augšu un ietin chordas galu. Šim saļukušajam galam apakšā piestiprināti daži dzeloņzari, kas pieskaitāmi reducētiem skriemeļiem un balsta astes spuras dorsālo pusī. Spuras ventrālo pusī veido šeit labāk attīstītie dzeloņzari



Zīm. 201. *Amia calva* (kaulu ganoidzivs). M u g u r k a u l s v i d u k l a - a s t e s pārejas reģionā. c40 — 40. skriemeļa centrs (ķermenis), ibs — proc. spinosus ventralis, prc — praecentrum, ptc — postcentrum, bd — basidorsale (neurapofize), bv — basiventrale (hemapofize). (Pēc Goodrich'a.)



Zīm. 202. *Acipenser*, store. Vidukļa m u g u r k a u l s no labās pusēs. ac — aortas kanālis, bd — basidorsalia = neurapofizes, bv — basiventra- lia = hemapofizes, id — interdorsalia = intercalaria dorsalia, iv — interventralia = intercalaria ventralia, n — chorda, nc — nervu kanālis, nsp — proc. spinosus dorsalis, nst — chordas maksts, p — parapofizes, r — ribas, sn — spinālo nervu sakņu ejas. (Pēc Bridge'a.)

un ar tiem saaugušie pakalējo astes skriemeļu hemālie loki. Dažas kaudālā neurālā loka atliekas pārklāj minēto skrimšķa diegu.

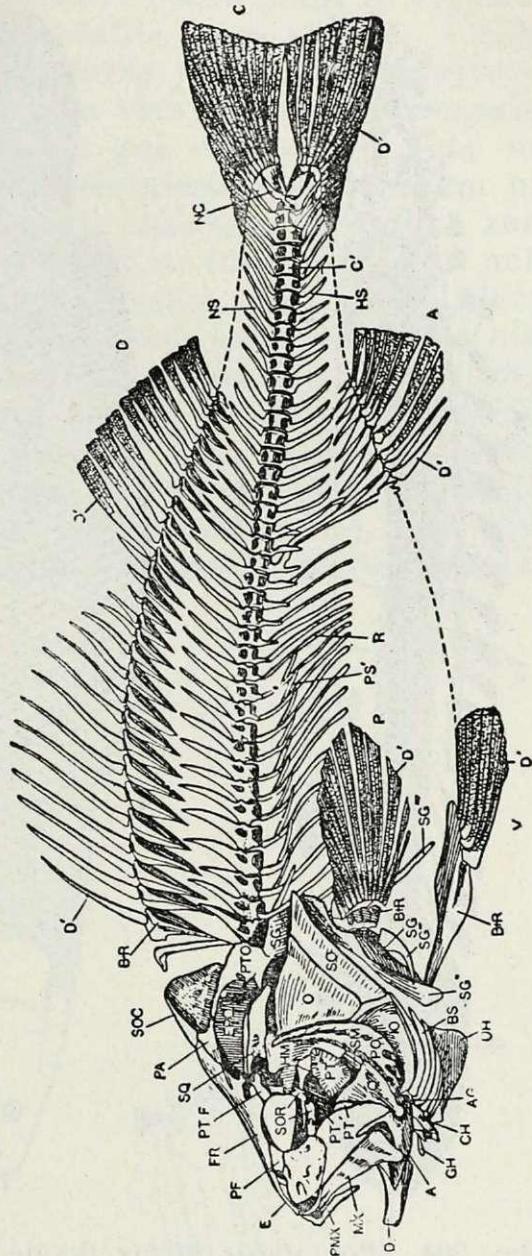
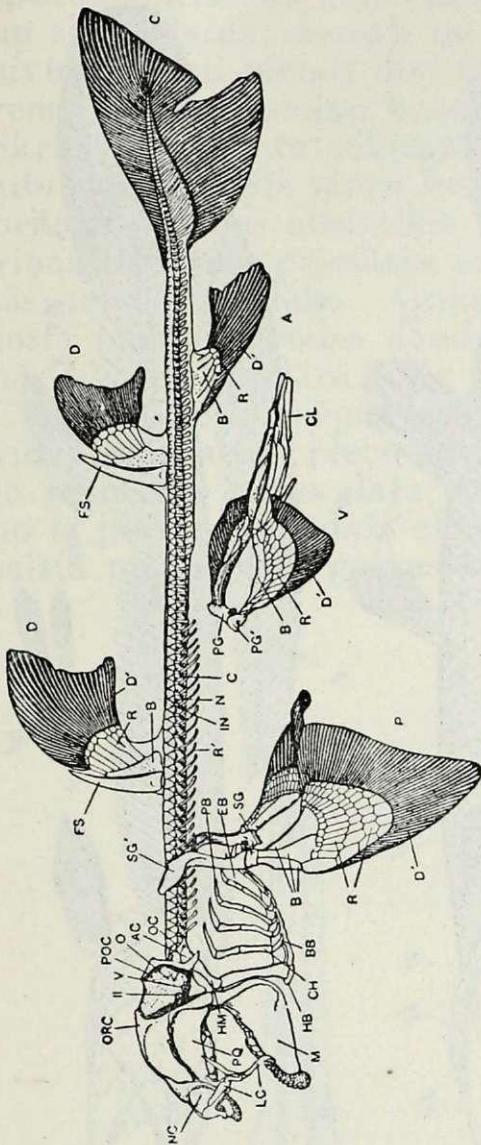
Citām kaulu zivīm pakalējā dorsālā loka atliekas saaug ar pēdējo skriemeli šķībi uz augšu ejošā kaula smailē (t. s. urostilā), kuŗā ir uzglabājies chordas gals. Reizēm ventrālo dzelonžaru skaits stipri reducējas, pie kam tie saplūst lielās plātnēs. Bieži tad sastopamas tikai pa vienai tādai plātnei dorsālā un ventrālā spuras daļā. Arī šīs abas plātnes var beidzot saplūst vienā.

Kas attiecas uz ganoidu un kaulu zivju *pāru spuru skeletu*, tad šeit prīmārie, skrimšķaini aizmetušies spuru starī daudz mazāki kā lieluma tā skaita ziņā. Lielāko spuras daļu arī balsta spuru starī, kas cēlušies kā ādas pārkaulojumi. Ganoidu krūšu spuras pamatā zināmam skaitam bazālo radiju posmu saaugot rodas metapterygium, kas artikulē ar plecu joslu. Bet arī zināms skaits priekšējo radiju artikulē tieši ar locītavas izcilni. Dažādiem pārstāvjiem proksimālie radiju posmi pārkaulojas dažādi. Kaulu ganoidu Polypterus un Calamoichthys spuras pamatā gul trīs skeleta gabali: vidū liels trīsstūrains skriemeļa elements ar centrālu pārkaulojumu, ko sauc par b a s a l e, un tā abās pusēs pa garenam kaula elementam, p r o - un m e t a p t e - r y g i u m. Minētie trīs elementi nes kaula radijus, kam pievienojas kaula spuru diegi. Polypterus vēdera spura ir maza un tai tikai viens pamata gabals, kas gul vidū un pēc dažiem autoriem atbilstot blodai. Četri radiji un daudz kaula diegu (leptotrichia) veido spuru skeleta galveno daļu.

Teleosteji krūšu spurā bazālā skeleta redukcija gājusi vēl tālāk nekā ganoidzivīm. Tā atliekās tikai reti atrodam skrimšķaini aizmetušos metapterygium. Prīmāro radiju skaits dažreiz noslīd līdz trīs un pat līdz divi. Pie Physostoma tie lielāko tiesu vēl diezgan gaři, pie Physoclysti īsi un savienojas valrāk vai mazāk cieši ar plecu joslu. Spuras locītava šeit gul starp šo radiju distāliem galīem un lepidotrichijiem. Spuras priekšējā mala dažreiz nes sevišķi spēcīgu kaula staru, kam, kā skrimšķu ganoidiem, ir spuras balsta funkcija.

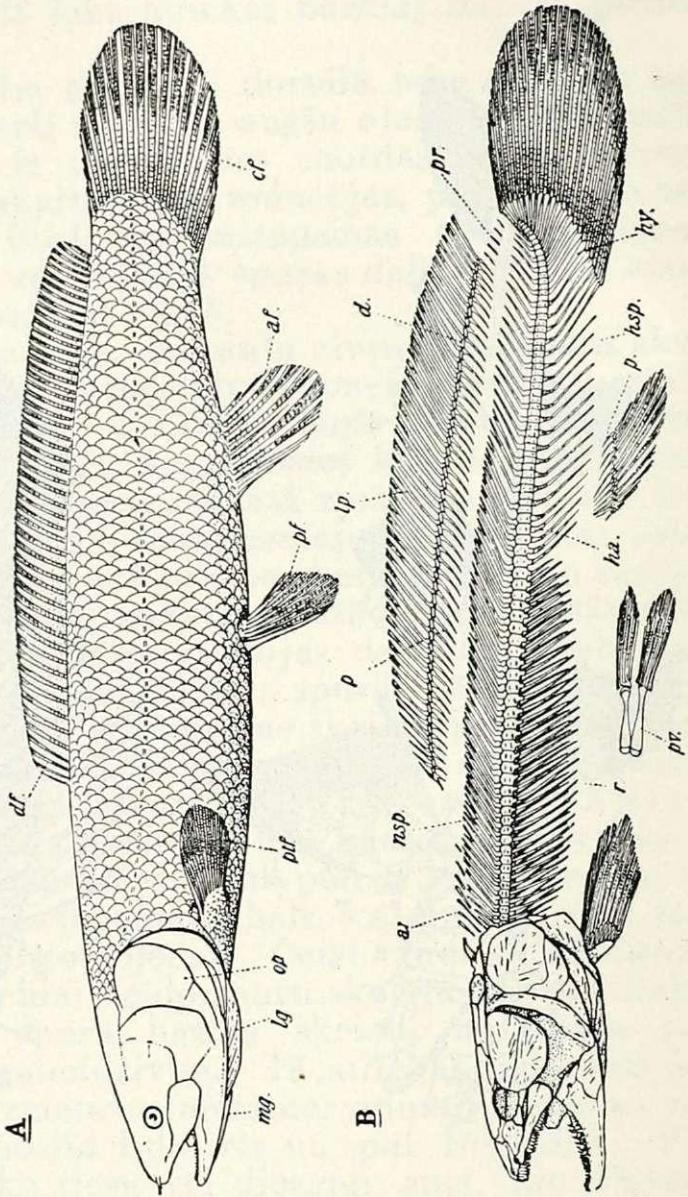
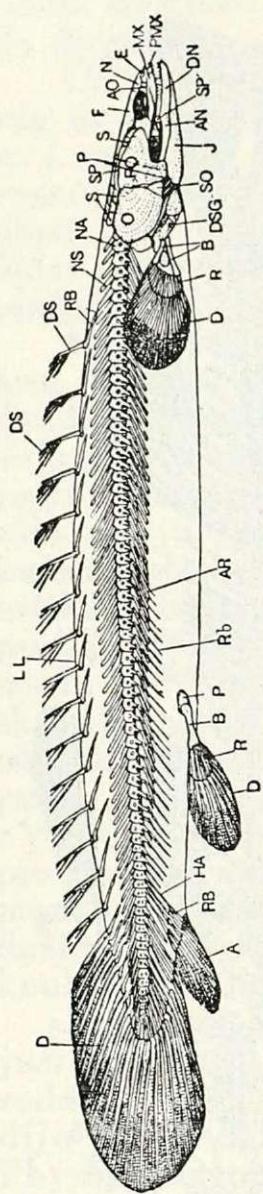
Teleosteju brīvās vēdera spuras skelets atgādina krūšu spuras skeletu, bet vēl vienkāršāki būvēts. Brīvie prīmārie radiji, izņemot mazas atliekas dažiem Physostomi, pilnīgi izzuduši.

Ganoidiem un Teleosteji ir skrimšķaini aizmetusies, vairāk vai mazāk pārkaulojusies *plecu josla*. Tai pievienojas vēl daži ādas pārkaulojumi. Tā atšķir pirmatnējo jeb prīmāro joslu no sekundārās. Pirmā spēlē pieaugušiem dzīv-



Zīm. 205. *Cestracion galeatus* (Selachii). A — analā spura, B — spuru skeleta basalia, C — heterocerkā astes spura, Cl — pterygopodium, D' — ceratotrichia, Fs — spuru dzelonji, Pg — bloda, PQ — palatoquadratum, R — radiale, R' — dorsālās ribas, SG — plecu josla, SG' — pars scapularis. (Pēc Graf'a, no Goodrich'a.)

Zīm. 206. *Perca fluviatilis*, asaris. A — analā spura, B+R — radialia, BS — hiodloka radii branchiostegi, C — homocerkā astes spura, D' — lepidotrichia, HS — hemālie loki un proc. spin. dorsales, O, PO, SO — žaunu vāki (opercularie kauli), PS' — dorsālās ribas, R — ventrālās ribas, SOR — suborbitālais gredzens, V — vēdera spura. (Pēc Zittel'a, no Goodrich'a.)

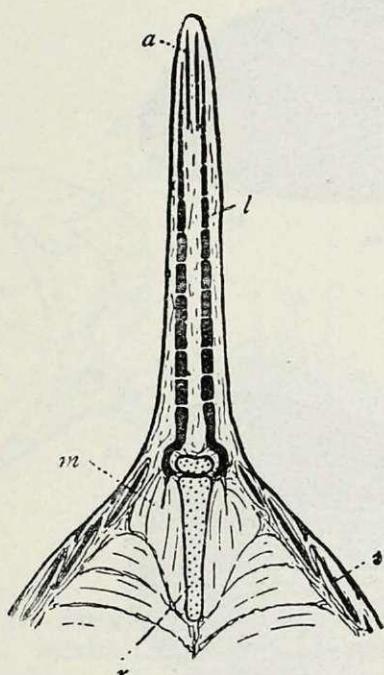


Zīm. 204. *Polypterus bichir* (kaulu ganoidzivs) ar dificerku astes spuru. AR — dorsālās ribas, B — pāru spuru bazālie elementi, D un DS — lepidotrichia, DSG — cleithrum, HA — hemālie loki, NA — neutrālie loki, NS — proc. spinosus dorsalis, P — gurnu josla, R — pāru spuru radialia, Rb — pleurālās ribas, RB — dorsālās spuras radialia. (Pēc Dean'a, no Goodrich'a.)

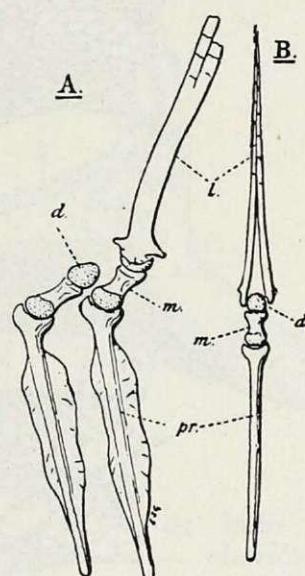
Zīm. 205. *Amia calva* (kaulu ganoidzivs). af — anālā spura, ar — dorsālās spuras priekšējais radiale, cf — homocerkā astes spura, d — distālais radiale segments, ha — hemālais loks, hsp — proc. spinosus ventralis, hy — hypuralia, lp — lepidotrichia, nsp — pr. spin. dorsalis, op — operculum, p — proksimālais radiale segments, pf — vēdera spura, ptf — krūšu spura, pv — blodas kauls, r — pleurālās ribas. (A — pēc Brown Goode'a, B — pēc Franque's, abi Goodrich'a pārveidojumā.)

niekiem pakārtotu lomu, kaut gan tā veido locītavas izcilni spurai. Skrimšļu ganoidiem pīmārā plecu josla ir vēl liela un skrimšlaina; dorsāli no tās atdalīts mazs gabals. Citām zivīm parasti piemīt divi šīs pīmārās joslas pārkaulojumi: zem locītavas izciļņa korakoids un virs šīs vietas skapula. Skrimšļu ganoidu sekundārā josla guļ vēl pilnīgi ādā un atbilst citiem šīs zivju nodalas spēcīgiem ādas kauliem un bruņām. Viņas atsevišķie elementi izplešas tālāk nekā zem viņas atrodošās pīmārās joslas daļas, ar ko sevišķi krīt acīs tās patstāvīgā daba. Citās zivju grupās sekundārā plecu josla parasti atrodas daudz dziļāk, zem ādas, ķermeņa sienā. Zivju sekundārā josla veidota no vairākiem elementiem. Clavica jeb atslēgas kauls guļ apakšā un dod mediāno savienojumu abām plecu joslas pusēm. T. s. cleithrum balsta to pīmārās joslas daļu, ar kuļu savienota spurā. Dorsāli no tā pievienojas daži elementi (supracleithralia), kas piesaista plecu joslu galvas kausam. Augstāk stāvošiem Te-

207



208

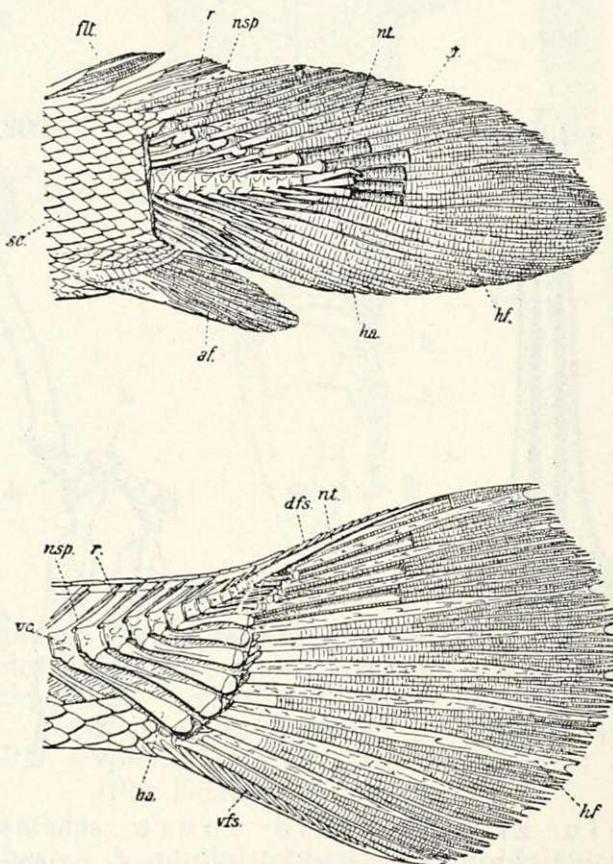


Zīm. 207. Kaulu zivs dorsālā spurā, schēmatiskā šķērsgriezumā. a — actinotrichium, l — lepidotrichium, r — radiale, s — zvīņa. (Pēc Goodrich'a.)

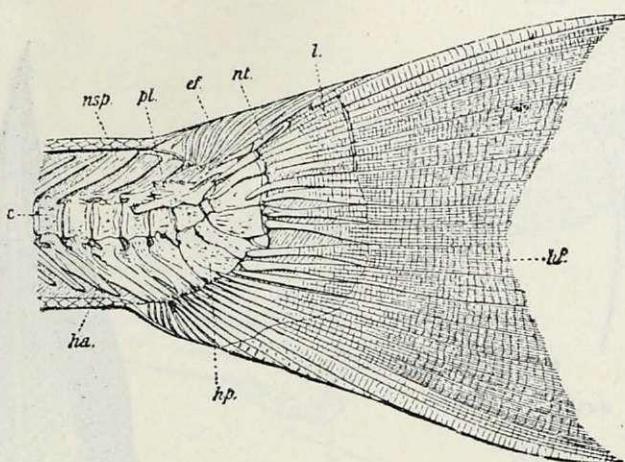
Zīm. 208. *Esox lucius*, līdaka. A — divi dorsālās spuras radialia, laterāli. B — radiale un lepidotrichia, krāniali, d — distālais skrimslis, m — distālā radiale daļa, pr — tā proksimālā daļa, l — lepidotrichia. (Pēc Goodrich'a.)

leosteis sekundārā plecu josla iegūst arvien lielāku nozīmi kā ekstrēmitāšu pievienošanās vieta, kamēr pīmārā josla klūst par kleitruma piedēkli. Tas stiepjās tālāk mediānā virzienā un izspiež klavikulu, kas bieži var pat pilnīgi izstūst.

Ganoidu un teleosteju pakaļējā ekstrēmitāšu josla, *błoda*, katrā pusē sastāv no t. s. pamatgabala, kam reizēm pievienojas daži mazi skrimšļa gabali. Agrāk šo pamatgabalu, kas lielāko tiesu pārkaulojies, uzskatīja par īstā spuru skeleta daļu, lai gan tas atrodas viduklī. Bet pēdējā laikā šai pamatgabalā saskata īstu gurnu joslas reprezentantu, kas esot homologs selachiju un tetrapodu bļodaī. Pie Teleosteji abi gabali savienojas mediāni savā starpā un izveido viengabalainu bļodas plātni, kas guļ starp vēdera spurām.



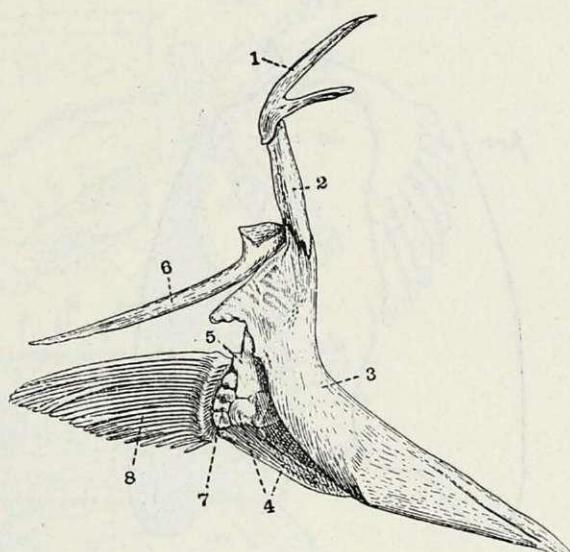
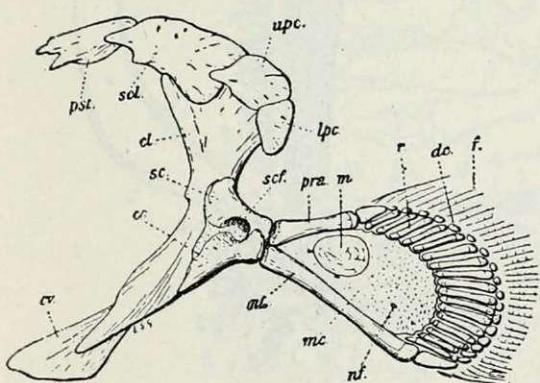
Zīm. 209. Kaulu ganoidzivis *Polypterus* un *Lepidosteus*. Dif cērka un hetero-homocērka astes spura. af — analā spura, ha — hemālie loki, ef — spuras epichordālā daļa, hf — spuras hipochordālā daļa, np — proc. spinosus dorsalis, nt — chordas gals, r — ķermeņa skeleta radiale, sc — zviņas. (Pēc Kölliker'a, no Goodrich'a.)



Zīm. 210. Kaulu zivs (*Salmo*) homocerkā astes spura. hp — paplašinātie hemālie loki (hypuralia), pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā attēlā. (Pēc Kölliker'a, no Goodrich'a.)

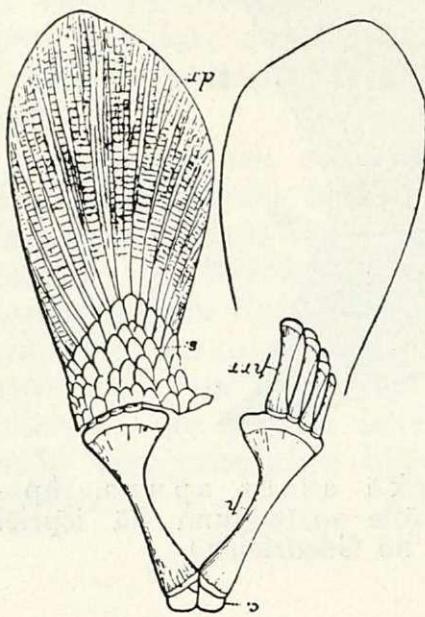
212

211

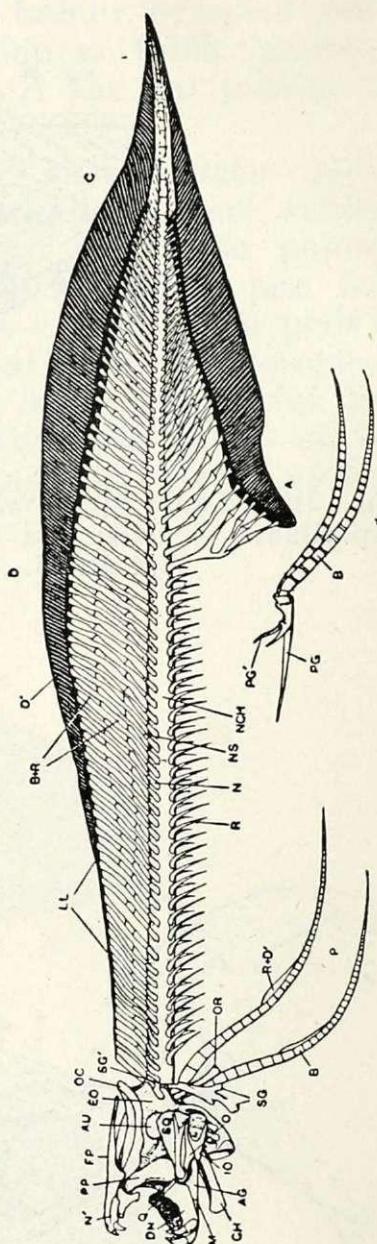
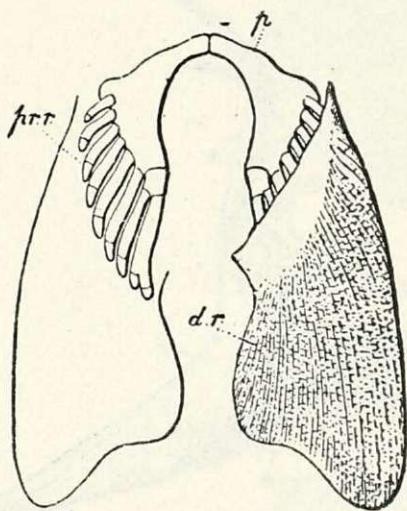


Zīm. 211. *Polypterus bichir*. Labā plecu josla ar labo krūšu spuru, mediāli. cl — cleithrum, co — korakoids, cv — clavicula, f — lepidotrichia, lpc — apakšējais postcleithrum, m — mesopterygium, mc — mezopterigiālā skrimšļa plātnē, mt — metapterygium, pra — propterygium, ps.t — posttemporale, r — radialia ar distāliem radiālskrimšļiem (dc), sc — scapula, scl — supracleithrum, upc — apakšējais postcleithrum. (Pēc Goodrich'a.)

Zīm. 212. *Gadus morrhua*, menca jeb dorša. Labā krūšu (plecu) joslas puse un labā krūšu spura. 1 — posttemporale, 2 — supracleithrale, 3 — cleithrum, 4 — coracoideum, 5 — scapula, 6 — postclavicular, 7 — radialia, 8 — kaula spuru starci. (Pēc Reynolds'a.)



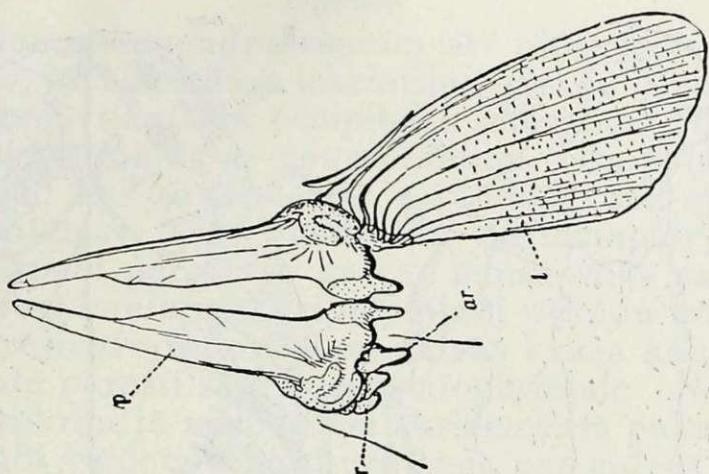
215



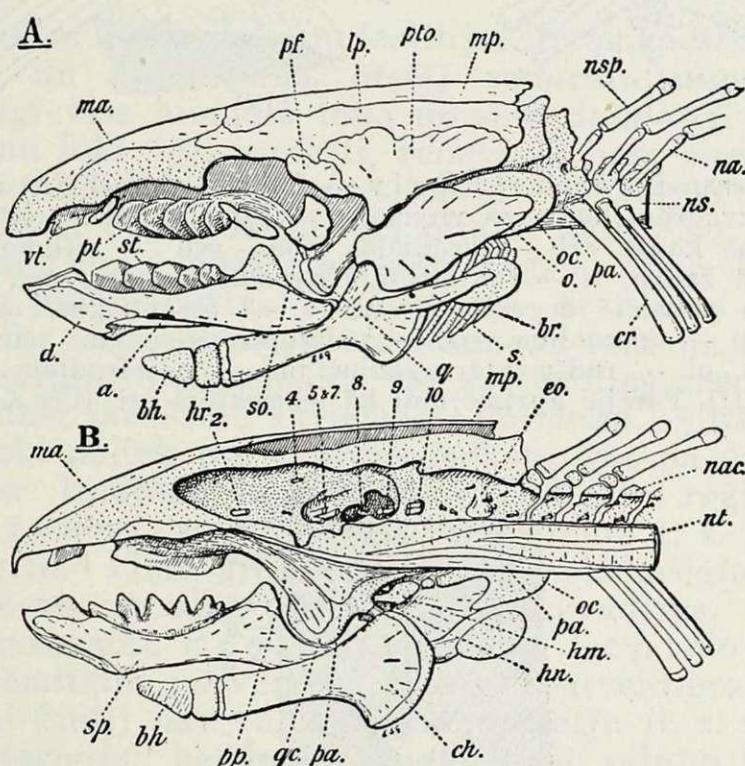
Zīm. 213. *Polypterus bichir*. Gurnu josla ar vēdera spurām, ventrāli. c — blōdas rudiments, p — basipterygium, prr — radialia, dr — lepidotrichia, s — zvīņas. (Pēc Goodrich'a.)

Zīm. 215. *Acipenser*, store. Gurnu josla (blōda) ar vēdera spurām, ventrāli. Apzīmējumi kā pie *Polypterus*. (Pēc Goodrich'a.)

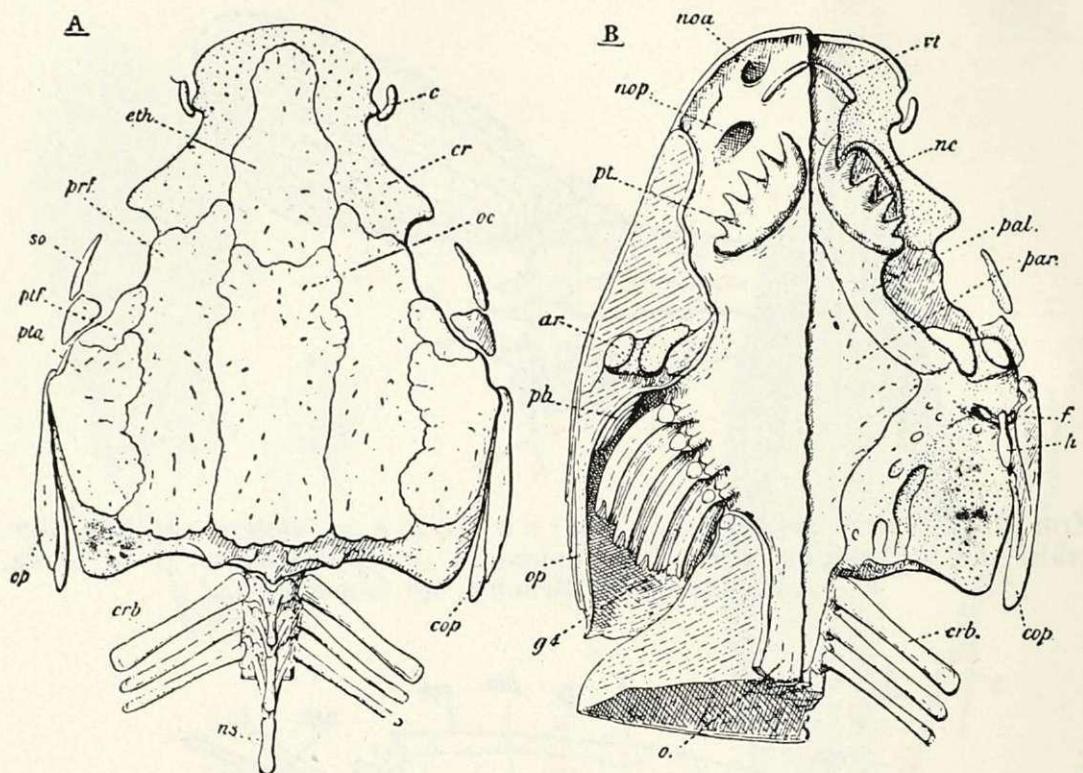
Zīm. 216. *Protopterus annectens* (Dipneusta). A — anālās spuras reģions, B — spuras skrimšlāinā ass, B+R — muguras spuras basale un radiale, C — dificerkā astes spura, D' — raga spuras stari, N — neurālais loks, NS — proc. spinosus dorsalis, P — krūšu spuras, PG — gurnu josla, R — ribas, SG — plecu josla, V — vēdera spuras. Pēc Dean'a, no Goodrich'a.)



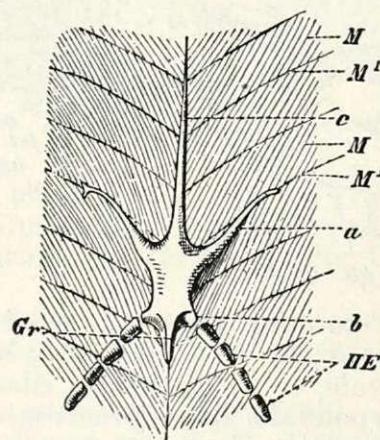
Zīm. 214. *Salmo salar*, lasis. Gurnu josla ar vēdera spurām, ventrāli. ar — basipterygium (rudīments), l — lepidotrichia, p — bloda, r — radialia. (Pēc Bruch'a, no Goodrich'a.)



Zīm. 217. Plaušu zivs *Ceratodus Forsteri*. Galvas kauss laterāli (A) un mediānā garģriezumā (B). a — angulare, bh — basihale, br — žaunu loki, ch — ceratohale, cr — «krāniālās ribas», d — dentale, hm — hyomandibulare, hr — hypohale, lp — praefrontale (?), ma — ethmoidum (?), mp un oc — occipitale (?), na un nac — neurālais toks, nsp — proc. spinosus dorsalis, nt — chorda, o — operculum, pa — paraspheenoideum, pf — postfrontale, pp — pterygo-palatinum, pt — palatinumzobi, pto — pteroticum (?), q — quadratum, s — suboperculum, so — orbitale, vt — vomera zobi. (Pēc Goodrich'a.)



Zīm. 218. *Ceratodus Forsteri*. Galvas kauss dorsāli (A) un ventrāli (B). ar — kvadrāta locītavas virsma, c — lūpu skrimslis, cr — skrimšlāinās galvas kauss, crb — krāniālās ribas, eth — ethmoideum (?), g⁴ — ceturtā žauna, h — rudimentārs hyomandibulare, noa un nop — priekšējā un pakalējā deguna atvera, o — oesophagus, oc — occipitale (?), op — operculum, pal — palatoptygoideum, par — parasphenoideum, pl — rudimentāra žauna, prf — praefrontale (?), ptf — postfrontale (?). Pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā att. (Pēc Goodrich'a.)



Zīm. 219. *Propterus (Dipnoi)*. Gurnu josla jeb bloda, ventrāli. a — proc. praepubicus, c — proc. epipubicus, HE — spuru skelets, M — miotomi, M¹ — mioseptas. (Pēc Wiedersheim'a.)

Dipnoi.

Skrimšlaina chondrocranium arī pieaugušiem vēl ļoti labi attīstīts. Chondrālos (skrimšla) pārkaulojumus patiesībā reprezentē tikai abi occipitalia lateralia. Palatoquadratum pilnīgi saplūdis ar neurocranium. Uz palatinum un pterygoideum, kas savā starpā saplūduši, sēd savdabīgas lielas zobi plātnes. Nav quadratum un metapterygoideum. Tagadējo Dipnoi pārstāvju galvas kausa vāks sastāv tikai no nedaudziem kauliem, kuri nepielauj nekādu homologizējumu ar pārējo zivju dorsāliem galvas kausa kauliem. Lielāko elementu parasti sauc par frontoparietale. No trīm pēdējiem neurokrānijā uzņemtiem skriemeļiem pakalējais nes vēl vienu labi veidotu ribu, kuru sauc par galvas ribu. Ceratodus apakšējā žokļa dentale ir mazs un bez zobiem, citiem pārstāvjiem tā nemaz nav. Turpretim spleniale stipri attīstīts, ar lielu zobi plātni. Bez tam izveidojas vēl angulare, kamēr Mekela skrimslis, mandibulare, paliek nepārkaulojies.

Pateicoties žokļu loka autostilijai, hyomandibulare paliek mazs un skrimšlains, atstāj reducētu iespaidu, kā arī vispārīgi visa hiodālā loka dorsālā daļa vāji attīstīta. Tāpat žaunu loki vāji attīstīti, reizēm tie nav posmaini un viņiem nav kōpulas. Dipnoi pakauša reģions artikulē ar mugurkaulu ar divu condyli occipitales palīdzību.

Lai gan Dipnoi dažā ziņā stāv augstāk par Teleosteī, tomēr tiem ļoti primitīvs *mugurkauls*, ar ko tie atgādina Holocephali. Izņemot priekšējo ķermeņa reģionu, kur divi vai trīs neuralia un haemalia var savienoties gredzenā ap chordu, trūkst izveidotu skriemeļu ķermenū. Citās vietās neurālie loki paliek pie chordas maksts, kas pa daļai pārkalķojusies. Intercalaria sastopami tikai astes reģionā.

Ceratodus *spuru skelets* reprezentē t. s. biseriālo archipterigiju. Lieta grozās ap spēcīgu skrimšlainu stumbru, kas kā ass nes abās pusēs īsus balsta radijs. Stumbrs un radiji posmaini. Protopterus un Lepidosireus pāru ekstrēmitātes pārvērstas šauros lentveidīgos ķermenos. Pirmai ģintij nav vairs pakaļējo radiju (t. s. ūniseriālais archipterigijs), bet lepidoziriem radiji pilnīgi izzuduši, tā ka sastopams vienīgi stumbrs, kas sastāv no vairākiem skrimšla gabaliem. Dipnoi ekstrēmitātes piedzīvojušas funkciju maiņu, jo tās vairs netiek pielietātas kā spuras, bet kā balstu un dzirdes organi. Dipnoi prīmārā skrimšlainā plecu josla labi attīstīta un sastāv no divām pusēm, kas mediāni pieskaņas viena otrai. Sekundāri zem ādas gulošā joslā var izšķirt kleitrumu un klavikulu. Bloda ir nepāru mediāna plātnē. Uz priekšu tā izstiepta gaŗā mediānā zarā.

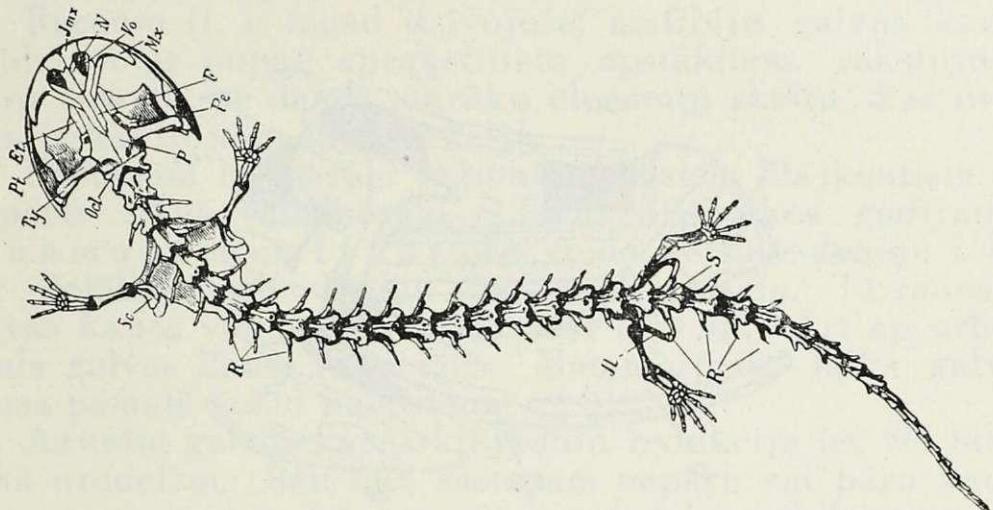
3. Amphibia.

Amfibiju *galvas kauss* ir autostils, jo žokļu loks cieši saaudzis ar neurokrāniju. Hyomandibulare, kā visiem tetrapodiem, reducēts un pārnēmis jaunu funkciju kā dzīrdes aparāta kauls. Primordiālā galvas kausa regio occipitalis ir mazs un sastāv no trim, filoģenetiski apskatot, ļoti agri galvas kausā uzņemtiem skriemeliem. Tādēļ arī N. vagus, tā tad desmitais augstāko mugurkaulnieku galvas smadzeņu nervs, ir palicis par amfibiju pēdējo galvas nervu. Galvas kausa dobums stiepjas uz priekšu līdz pat deguna dobumiem, tā ka gandrīz nekad nav orbitālās starpsienas (septum interorbitale). Tāpēc šādu galvas kausu apzīmē par platibazisku. Dorsāli skrimšlaina primordiālais galvas kausss lielāko tiesu nav attīstīts, bet arī no apakšas skrimšlainā galvas kausa kapsula nereti tikai nepilnīgi izveidota. Šais vietās smadzeņu aizsargāšanas funkcija pilnīgi pārgājusi uz klājkauliem.

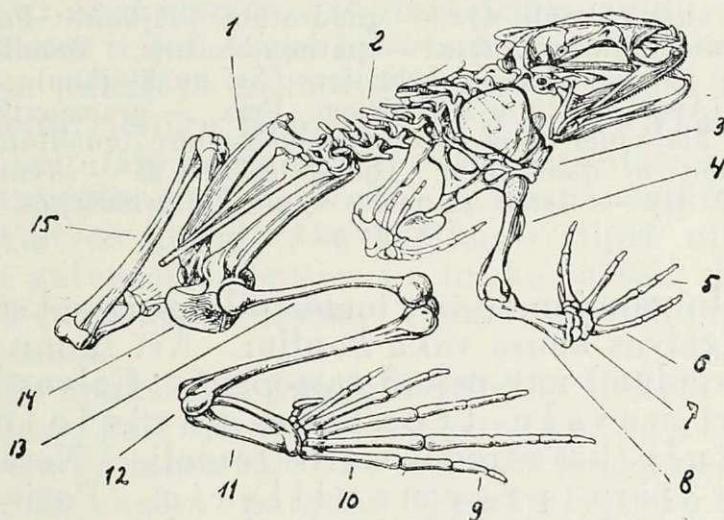
Amfibiju galvas kausss nav bagāts vietniekkauliem. Pakauša reģionā attīstīti tikai abi occipitalia lateralia ar vienu condylus occipitalis ikkuļam. Šie condylus occipitalis veido locītavu ar pirmo skriemeli. Occipitalia padalai iestiepjas labirinta reģionā, bet tie nav jāsamaina ar opisthoticum. Šis elements sastopams tikai ārkārtīgi retos gadījumos, bet izmirušiem Stegocephala tas ir ļoti bieži atrodams. Priekšējā skrimšlainās labirinta kapsulas daļa (auss kapsula) pārkaulojas par prototicum. Basisphenoideum bij sastopams tikai dažiem Stegocephala. Auss kapsulas ārejai sienai ir ūvāla atvera, fenestra ovalis, kurā iekļaujas dzīrdes kauliņš, columella auris. Urodelām orbito-temporālā reģionā parādās orbithosphenoideum, bet anurām vairāk uz priekšu rodas lielāks elements, t. s. spheneethmoidale, kas iešķir priekšējo galvas kausa dobuma daļu. Regio ethmoidalis paliek skrimšlains un tam ir divas atveras, t. s. primārās choānas, kas savieno mutes dobumu ar deguna kapsulām. Primitīviem Urodela un Anura palatokvadrāts uzglabājas visā savā izplatībā arī priekšā, kur tas saplūst ar regio ethmoidalis. Bet pārējiem Urodela un Gymnophiona palatokvadrāta pars palatina (palatīna daļa) reducēta par kvadrāta daļas processus pterygoideus. Pars quadrata tipiski trijās vietās savienota ar neurocranium un to vēl atbalsta galvas kausa vāks, kas no ārienes piegūl šim elementam. Palatokvadrātā rodas tikai viens vienīgs pārkaulojums, quadratum. Pie Stegocephala un Gymnophiona visa pars quadrata izrādās pārkaulojusies, kamēr pie

Urodela un Anura pārkaulojas tikai šīs daļas ventrālā puse līdz ar apakšējā žokļa locītavas virsmu.

Svarīgu lomu amfibiju galvas kausa veidošanā spēlē klājkauli. No apakšas, pret mutes dobumu, primordiālo galvas kausu pārklāj *parabasale* (*parasphenoides*), kas, tāpat kā zivīm, uzskatāms par galvas kausa pamata galveno balstu. Vomer ir pāru. Pie palatokvadrāta rodas *pterygoideum* un lielāko tiesu arī *palati-*

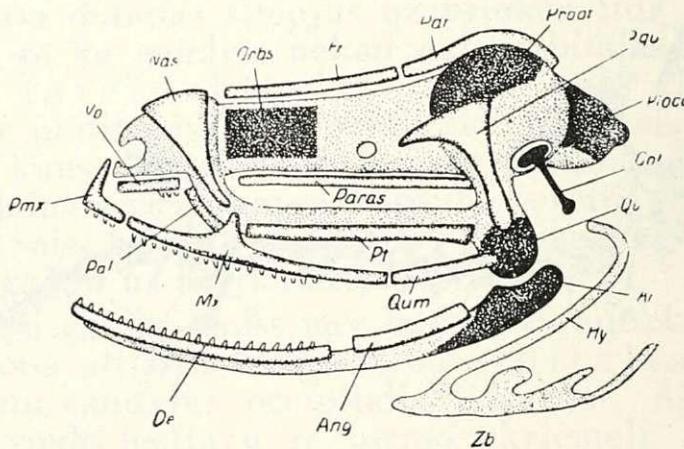


Zīm. 220. *Cryptobranchus (Menopoma) alleghensis*. Urodelu skeleta piemērs, dorsāli. Sc — scapula; II — ilium; S — vienīgais sakrālais skriemelis; R — ribas. (Pēc Claus-Grobben'a.)



Zīm. 221. Vārdes skelets. 1 — ilium; 2 — mugurkauls; 3 — plecu josla; 4 — humerus; 5 — rokas pirksti; 6 — metacarpalia; 7 — carpus; 8 — apakšdelma kauli (radius+ulna); 9 — kājas pirksti; 10 — metatarsalia; 11 — tarsus; 12, 15 — apakšstilba kauli (tibia+fibula); 13 — fe- mur; 14 — ischium. (Pēc Chun-Leuckart'a, no Hempelmann'a.)

n u m. Pterygoideum kā kaula mantija ietver kvadrāta daļas processus pterygoideus skrimslī; tas atbilst zivju entopterigoidam. Augšzoklis sastāv no praemaxilla-re (intermaxillare) un maxilla-re. Kaula galvas kausa vāks var būt ļoti nepilnīgi izveidots, bet tas var būt arī slēgtu bruņu veidā. Tad viņā ir atveras acīm, degunam un t. s. parietālam organam. Tāds stāvoklis raksturīgs stegocephāliem. Stegocephala galvas kausa vāka kaulu skaits ļoti liels. Kaut arī šīnā ziņā pastāv diezgan liela līdzība ar



Zīm. 222. Amfibijas (vardes) galvas kausa schēma. Primordiālais galvas kauss vienmērīgi punktēts, vietniekkauli tumši, klājkauli gaiši. Neurokrānija vietniekkauli: Orbs — orbitosphenoidale; Proot — prooticum; Plocc — pleurooccipitale. Neurokrānija klājkauli: Nas — nasale; Fr — frontale; Par — parietale; Vo — vomer; Paras — parasphenoidale. Palatoquadratum saaudzis ar deguna un ausu reģionu; uz tā vietniekkauli: Qu — quadratum, klājkauli: Pal — palatinum, Pt — pterygoideum, Pqu — paraquadratum. Mandibulare (Mekela skrimslis) ar vietniekkaulu articulare (Ar) un klājkaulu dentale (De) un angulare (Ang). Uz lūpu skrimšļiem: Pmx — praemaxillare, Mx — maxillare, ar klājkaula Qum — quadratomaxillare (quadratojugale) palīdzību savienoti ar quadratum. Hiālais loks: Col — hyomandibulare (= columella), Hy — hyale (= mēles kaula Zb priekšējais rags). (Pēc Kühn'a.)

dažām kaulu ganoidu zivīm, tomēr pilnīgi iztrūkst daži mazāki zivju galvas kausa vāka kauliņi. Arī žaunu vāka elementi (operculum) nav nekad sastopami. Galvas kausa vāka kauli ir: nasale, frontale, parietale un interfrontale, kas atrodas starp frontalia. Nasalia priekšā atrodas pāru praemaxillaria. Parietalia pakalpusē pievienojas divi klājkauli, t. s. dermoccipitalia jeb postparietalia, kas nav jāsamaina ar sākumā skrimšlāini veidotiem supraoccipitalia. Bez tam jāmin stegocephālu intraorbitalia, kas novietoti ap orbitu, tālāk praē- un postfrontalia, postorbitale un asaru

kauls, lacrimale. Regio labyrinthica jeb otica sastopamies ar quadratojugale, squamosum, supra temporale un t. s. tabulare. Pirmie divi elementi pārklāj palatokvadrātu laterāli. Tie autori, kas apstrīd amfibiju un zīdītāju squamosum homoloģiju, nosauc attiecīgo amfibiju elementu par paracaudratūm. Deguna bedrišu dibenā un ventrālā malā gul mazs klājkauls, septomaxillare jeb nariale. Šis kauls bez augstākām zīvīm sastopams arī amniotiem.

Recento (t. i. tagad dzīvojošo) amfibiju galvas kauss, salīdzinot ar nupat aprakstītiem apstākļiem, raksturojas starp citu arī ar daudz mazāku elementu skaītu, kas droši vien izskaidrojams ar redukciju.

Uodelām temporālā reģionā no visiem klājkauliem sastopams tikai squamosum. Tikai atsevišķos gadījumos squamosum un frontale veido dorsālo deniņu loku, bet lielāko tiesu deniņu bedre ir nesegta. Tā radusies galvas kausa vākam attiecīgā vietā izzūdot. Arī ap orbitu kaula galvas kauss reducējas. Metamorfozas laikā galvas kausa pamatā izzūd palatinum.

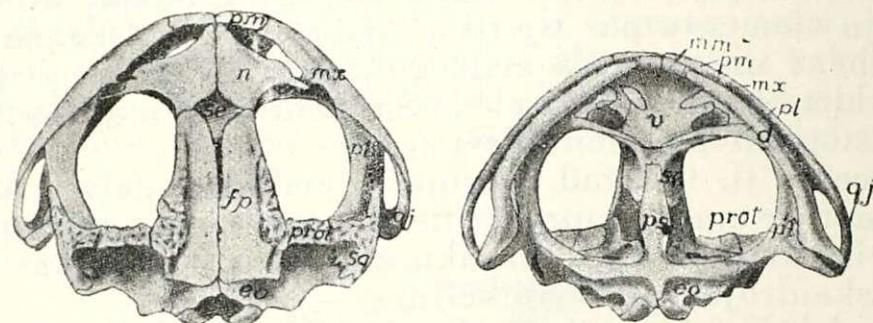
Anurām galvas kausa klājkaulu redukcija iet vēl tālāk nekā uodelām. Šeit mēs sastopam nepāru vai pāru kaulu frontoparietalē, kas pēc savas dabas atbilst citu amfibiju frontalia un parietalia. Tālāk tipisks ir pāru nasale, septomaxillare un squamosum. Starp quadratum un maxillare atrodas deniņu loks, kas veidots no quadratojugale vai jugale. Reti kad nav palatinum.

Sakarā ar apakšzemes, urbjošos dzīves veidu, gimnofionu galvas kauss ir ļoti stipri būvēts un zaudējis saplacināto formu. Visa pakaļējā primordiālā galvas kausa puse kluvusi par vienu vienīgu pāru kaulu: os basale. Tas aptver visu okcipitālo reģionu un ausu kapsulas un stiepjas līdz pat acu reģionam. Ar šo kaulu reizēm saplūst arī parabasale. Galvas kausa vāka klājkauli stipri attīstīti un apklāj visu galvu, neraugoties uz to, ka to šeit skaita zinā mazāk nekā pie stegocefaļiem. Temporālo reģionu pārklāj liels squamosum.

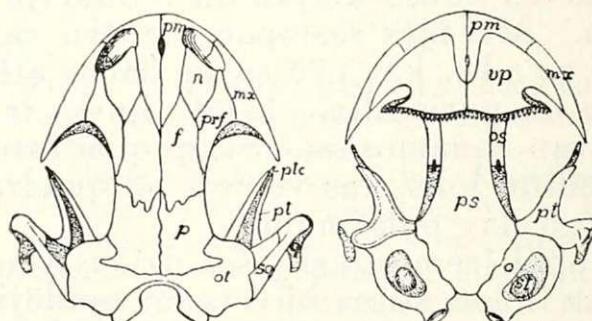
Amfibiju apakšzoklī ļoti labi attīstīts Mekela skrimslis. Tā pakaļējais gals pārkaulojas par articulare, bet priekšējais veido mazo mentomandibulare. Kā klājkauli recentām sugām parādās dentale, dermarticulare, bet gimnofioniem un uodelu kāpuriem nāk klāt vēl viens apakšzokla īekšējās malas klājelements. Stegocefaļu apakšzoklī sastopami līdz astoņi kauli.

Zobiem klāti var būt šādi amfibiju galvas kausa kauli: parasphenoideum (parabasale), palatinum, vomer, prae-

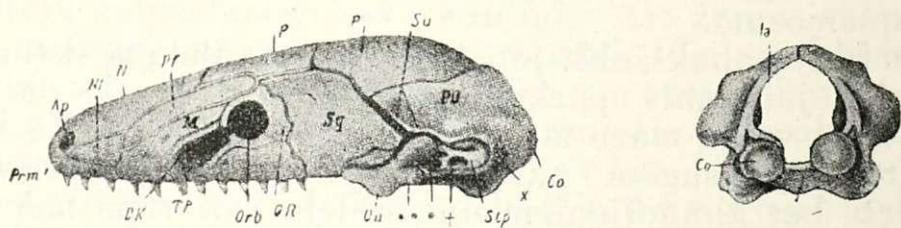
maxillare, maxillare, dentale, spleniale un coronoideum. Anurām zobi parasti atrodas tikai uz vomer, praemaxillare un maxillare, apakšžoklis lielāko tiesu bez zobiem.



Zīm. 223. Krupis *Bufo americanus*. Galvas kauss dorsāli un ventrāli. d — dentale, eo — exoccipit., fp — fronto-parietale, mm — mentomandibulare, mx — maxill., n — nasale, pl — palatin., pm — praemaxill., prot — prooticum, ps — parasphenoid, pt — pterygoideum, qj — quadratojug., se — sphenethmoideum, sq — squamosum, v — vomer. (Pēc Kingsley'a.)



Zīm. 224. *Ambystoma punctatum* (Urodea). Galvas kauss, dorsāli un ventrāli. f — frontale, mx — maxillare, n — nasale, os — orbitosphenoidale, ot — otica, p — parietale, prf — praefront., ps — parasphenoidale, pt — pterygoid, q — quadratum, sq — squamosum, st — stapes, vp — vomer+palatum. (Pēc Wiedersheim'a, no Kingsley'a.)



Zīm. 225. Divu dažādu gimnophionu (jeb apodu) pārstāvju galvas kausi, laterāli un kaudāli, la — occipitale laterale (exoccipitale), Co — condylus occipitalis (pakauša locītavas paugurs, pāru), Orb — orbita, Ap — deguna atvera. (Pēc Wiedersheim'a, no Werner'a.)

Recento amfibiju *mugurkauls* labi attīstīts un pārkauļojies. Blōda piestiprināta vienam vai diviem skriemeļiem, kurus mēdz dēvēt par sakrāliem jeb krusta kaula skriemeļiem. Sakarā ar to mugurkaulu var sadalīt vidukļa un astes reģionā. Pirmais skriemelis sevišķi izveidots pakauša piestiprināšanai un reprezentē vienīgo amfibiju kakla skriemeli. Jau šeit to dēvē par atlasu, kaut arī tas nekādā ziņā nevar būt homologs līdzīga nosaukuma skriemelim augstāk stāvošo dzīvnieku grupās (amniota), jo, spriežot no dažādiem faktiem, šo dzīvnieku okcipitālais reģions uzņemis sevī vairāk skriemeļu, nekā tas ir bijis amfibijām.

Recentām amfibijām skrimšlaineie neurālie loki visā savā izplatībā pieslienas chordai. Vēlākās attīstības stadijās tie saplūst vienā kopējā skrimšļa stiegrā. Tikai urodelām reizēm sastopami *intercalaria*. Kas attiecas uz hemāliem lokiem, tad urodelu kaudālā reģionā tie vēl labi izveidoti, kamēr vidukļa reģionā tos reprezentē pāru, šķirti mazi veidojumi. No šāda abpusēja aizmetņa pret neurālā loka bazi aug viens izcilnis un pamazām saplūst ar to. Šīnī vietā vēlāk rodas virsējais šķērszars ribas piestiprināšanai, t. s. *diphizie*. Urodelām perichordālie saistaudi pārkauļojas par plānu amficēlu skriemeļa ķermenī, pie kam pārkauļojas arī loki. Starp skriemeļiem un zem skriemeļu kaula čaulas un ievērojamām intravertebrālām chordas atliekām rodas zināms daudzums skrimšļaudu, kas persistē visu dzīves laiku. Tikai pie *Salamandra* urodelām starp skriemeļu ķermeniem rodas ītas skriemeļu locītavas, pie kam šeit opistocēlais stāvoklis tiek sasniegts ar pakalēju konkāvitāti un priekšēju konveksitāti. Skrimšļa masas šeit sevišķi spēcīgas starp skriemeļiem un pieaugušam dzīvniekam pārvēršas par skriemeļu ķermenī gala locītavu skirmsli. *Gymnophiona* skriemeli primitīvi amficēli. Arī anurām starp skriemeļiem bagātīgi attīstās skriemelis (*intervertebrālais skirmslis*) un šīnīs vietās galīgi izspiež chordu. Kā pie agrāk minētiem *Salamandrina*, arī šeit tas veido skriemeļu locītavu. Tikai šeit skriemeļi ir procēlītā tad priekšā konkāvi, kaudāli konveksi. Chordas atliekas var pavisam izzust, bet ja tās ir, tad tās guļ intravertebrāli.

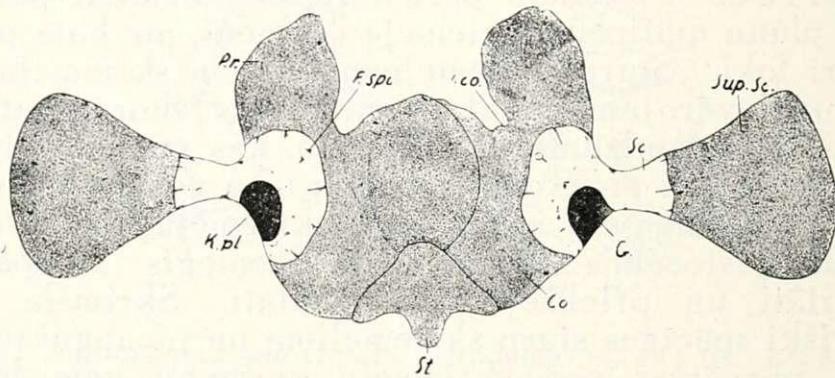
No neurālo loku malām atiet locītavas zari, *prae-* un *postzigapofizes*.

Urodelu vidukļa un priekšējiem astes skriemeļiem ir spēcīgi šķērszari. Vidukļa reģionā tie nesīs *ribas*. Embrioloģiskos pētījumos pierādījies, ka šo zaru materiāls aizmetas pavisam patstāvīgi. Atbilstot ribu proksimālo

galu žuburojumam, arī šķērszari žuburoti. Reizēm tie pat sadalīti augšējos un apakšējos zaros: īstajās diapofizēs un parapofizēs. Sakrālam skriemelim ir specīgi šķērszari ar īsām, bet stiprām ribām, pie kurām piestiprinās blōda.

Anuru šķērszari ir gaņi un lielāko tiesu tiem nav patstāvīgu ribu, tikai vienai vienīgai dzimtai ir ribas, kaut arī tās vāji attīstītas. Citās dzimtās tās vēl var embrionāli aizmesties, bet vēlāk tomēr pilnīgi saplūst ar šķērszariem. Sakrālam skriemelim nav ribu, tā ka blōda tieši piesaistās šķērszariem.

Amfibiju ribas bieži vidū paplašinātas lateromediali saplacinātā kaudāli vērstā atraģī, proc. uncinatus. Tas kalpo, lai sniegtu muskuļiem lielāku piestiprināšanās virsmu. Distāli ribas nobeidzas pavisam brīvi, nesavienojoties ar sternum (*krūšu kaulu*). Amfibiju pamatformām turpretim būs bijušas gaļas ribas, kas krūšu reģionā pilnīgi ieslēdza ķermeņa dobumu. Jo citādi nebūtu lāgā saprotams, kādēļ amfibijām ir sternum. Reptiliem un augstākām klasēm šis skeleta elements rodas no embrionālo ribu aizmetņu ventrālām daļām. Pēc sava stāvokļa, saistības ar plecu joslu

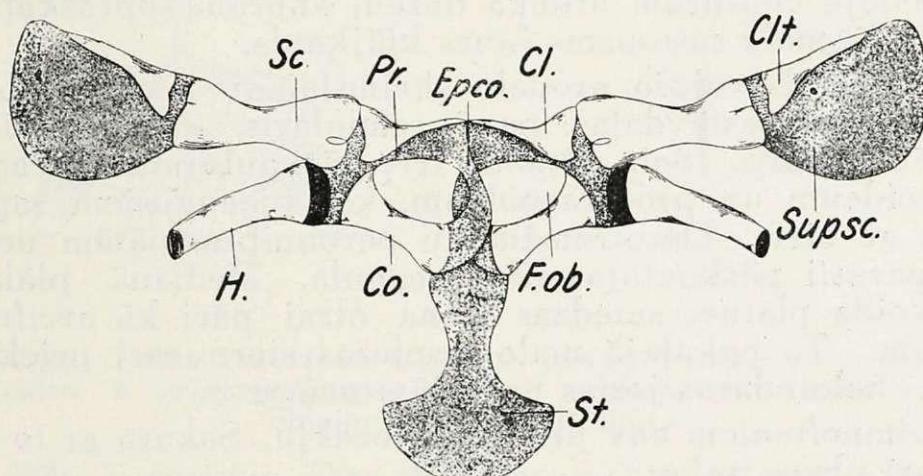


Zīm. 226. *Salamandra atra*. Plecu josla un sternums, ventrāli. Co — korakoids; F. spc. — foramen supracoracoideum; P. r. — prokorakoids; St — sternum; G — locitavas bedrīte; Sc — scapula; Sup. Sc. — suprascapula. (Pēc Engler'a.)

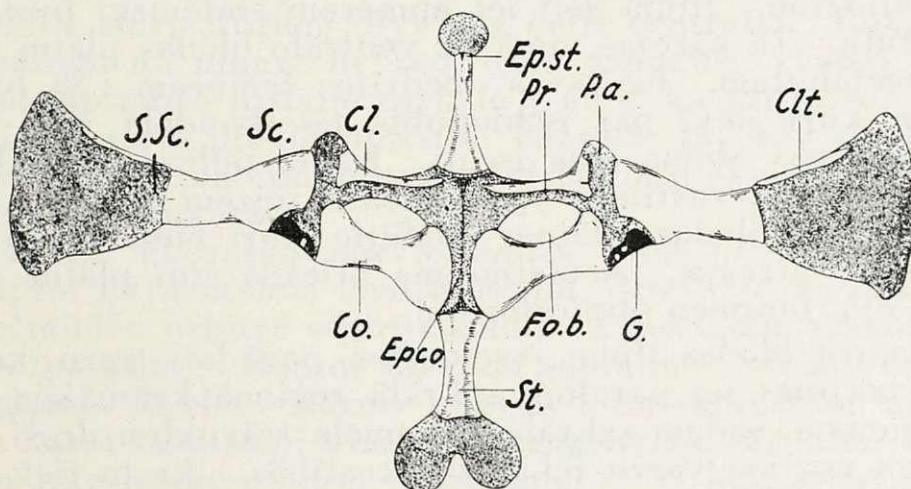
un ar savu pāru izcelšanos amfibiju sternum atgādina reptiliu sternum. Šīs skeleta daļas pirmie aizmetni parādās kā daži pāru skrimšļa gabali vēdera mioseptās (saistaudu muskulātūras šķērssienās). Urodelu sternum ir pavisam skrimšlains un dorsoventrāli saplacināts. Tas guļ kaudāli no plecu joslas un ar to savienots ar saistaudu palīdzību. Arī anurām ir attiecīgais skrimšļa gabals, tikai te tas īsāks, priekšā pārkaulojas par t. s. sternum un tikai pakaļgalā paleiek visu laiku skrimšlains. Šo pakaļējo, parasti paplašināto daļu sauc par xiphisternum. Bez tam anurām krāniāli

no plecu joslas ir vēl viens mediāns skrimšļa gabals, kas arī var būt pārkaulojies. Šo elementu apzīmē par omosternum un tas tāpat rodas ventrālās mioseptās. Gimnofioniem nav krūšu kaula.

Anuru slaido *plecu joslu* tās ventro-mediālā pusē liela eja sadala divās daļās: specīgā kaudālā, kas pārkaulojas par korakoidu un priekšējā, slaidā nodalījumā, kas paliek skrimšlains un kuļu dēvē par pars procoracoidalis. Skrimšļa gabalu, kas abas puses mediāni savieno, sauc par cartilago epicoracoidalnis. Kreisais un labais skrimšļa



Zīm. 227. Krupis *Bufo biporcatus*. Arciferā tipa plecu josla ar sternumu, ventrāli. Epcos. — epikorakoids; Cl. — clavicula; Sc. — scapula; Clt. — cleithrum; Supsc. — suprascapula; Co. — korakoids; St. — sternum; H. — humerus. (Pēc Engler'a.)



Zīm. 228. *Rana esculenta*, ūdens varde. Plecu josla un sternums, ventrāli. Ep. st. — episternum (omosternum); St. — sternum; Epcos. — epikorakoids; Co. — korakoids; Pr. — prokorakoids; Cl. — clavicula; Sc. — scapula; S. Sc. — suprascapula; Clt. — cleithrum. (Pēc Engler'a.)

gabals bieži gul viens virs otra un ar saistaudu masu pālidzību tikai valīgi savienoti. Šo plecu joslas tipu sauc par arcifero. T. s. firmisternam tipam minētie skrimšļa gabali ar savām mediānām malām pieslejas viens otram un savienojas savā starpā ar šuvu. Kāpuru stadijā visām anurām ir vēl arcifera plecu josla. Anuru lielā pars scapularis sastāv no kaula skapulas un distāla skrimšļaina, lielāko tiesu pārkalķota, suprascapulare. Sekundārā plecu josla, kuŗu veido klājkauli, ir tikai vāji attīstīta. Kā slaisds kauls clavicula pārklāj skrimšļaino pars procoracoidalis, tā ka pēdējā izskatās it kā no visām pusēm ietverta kaula maksti. Kā pēdējā cleithrum atlieka dažām anurām supraskapulas priekšējā malā sastopams šaurs klājkauls.

Tagad dzīvojošo urodelu skrimšlainai plecu joslai ir trīs tipiskas sastāvdaļas: pars scapularis, coracoidalis un procoracoidalis. Šeit parādās trīs pārkaulojumi: scapula, coracoideum un procoracoideum, kas pieaugušiem saplūst viens ar otru. Derotremām un perennibrachiātām urodelām parasti pārkaulojas tikai scapula. Mediānā plāksmā korakoida plātnes sniedzas viena otrai pāri kā arciferām anurām. To pakaļējā mala iespiežas sternuma priekšējā malā. Sekundārās joslas urodelām nemaz nav.

Gimnofioniem nav priekšējo locekļu. Sakarā ar to tiem nav arī plecu joslas.

Urodelu *gurnu josla* parasti sastāv no visiem trim tipiskajiem elementiem: ilium, ischium un pubis. Urodelām īsaus ilium pavism pārkaulojies, apmēram cilindriska izskata un piestiprināts pie sakrālās rības ar saites (ligamenta) palīdzību. Ilium šeit iet apmēram stateniski pret mugurkaulu. Tā pārejas vietā uz ventrālo bļodas plātni atrodas acetabulum, locītavas bedrīte femuram. Šī bļodas plātnē, kuŗu dēvē par ischiopubis, tās kaudālā daļā pārkaulojas par abiem ossa ischii. Kaula pubisa nav. Proc. epipubicus jeb cartilago ypseloidea ir reizēm žuburots, dažreiz pāru. Bļodas plātnes malējie stūri bieži veido t. s. praepubis atraģus. Acetabuluma priekšā šīnī plātnē atrodama eja, foramen obturatorium.

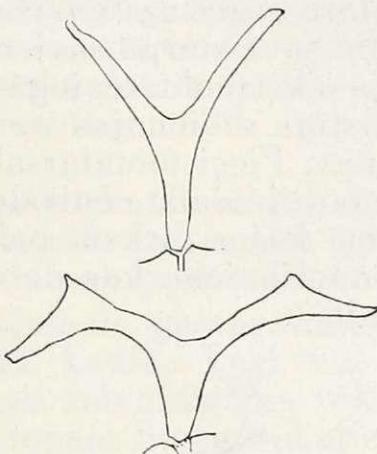
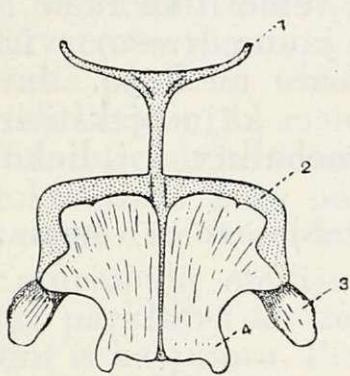
Anuru bļodas ilium izveidojies par loti gaļu kaulu. Pagarinājums iet parallēli sakrālā reģionā krāniālam pārvietojumam. Šādam sakrālā skriemēla stāvoklim droši vien svarīga nozīme varžu lēkājošās kustībās. Ar to tiek pārnesti uz priekšu tas punkts, kas pakaļējo ekstrēmitāšu grūdienu pārraida uz mugurkaulu. Bļodas ventrālā daļa parasti sāniski saspista un izskatās kā apaļa, bieza, vertikāli stāvoša plātnē. Tā pārkaulojas sākot no ilium. Pakaļējo

pusi veido savā starpā saaugušie ilia. Os pubis sastopams tikai reti. Bet parasti pārkaļkojas ventrālās plātnes pars pubica, ar ko sasniedz ventrālās plātnes pietiekošu stingribu.

Gimnofioniem blīdas nav.

229b

229a



Zīm. 229a. *Triton cristatus*. Gurnu josla ventrāli. 1 — cartilago ypseloidea, 2 — skrimšlainais pubis, 3 — ilium, 4 — ischium. (Pēc Shipley'a un Mac Bride'a.)

Zīm. 229b. *T. cristatus*. Divu eksemplāru cartilagine ypseloidae. Parādīta stiprā formu variācija. (Pēc Naudžunas, institūta drabs.)

Urodelu *ekstrēmitāšu skelets* tikpat primitīvi būvēts kā stegocefāliem. Carpus un tarsus sastāv no daudziem elementiem, starp kuļiem divi līdz četri centralia. Rokas intermedium un ulnare lielāko tiesu saauguši. Tāpat savā starpā saplūduši distālie carpale 1 un 2, kā arī tarsale 1 un 2. Rokai nav piektā pirksta, dažreiz tā nav arī kājai. *Proteus*, *Sirea* un *Amphiuma* ekstrēmitāšu skelets stipri reducēts un vienkāršots.

Anuru lēkājošais pārvietošanās veids bijis par iemeslu stiprai kāju skeleta modifikācijai. Priekšējo un pakaļējo ekstrēmitāšu uzbūve stipri dažāda. Priekšējām saskatāmas šādas īpatnības. Radius un ulna saplūduši vienā vienīgā viengabala kaulā. Mazais intermedium saplūst ar ulnare. Tādā kārtā sastopami tikai divi proksimālie carpalia: radiale un intermedio-ulnare. Sastopami četri labi attīstīti metacarpalia un sakarā ar to četri pirksti. Katrs no šiem pirkstiem sākas no viena carpale. Mediālā (radiālā) malā atrodas kauls, kas atbilst urodelu distālam centrale 1. Daži tam pieslējušies skeleta gabali veido t. s. *praepollox* jeb

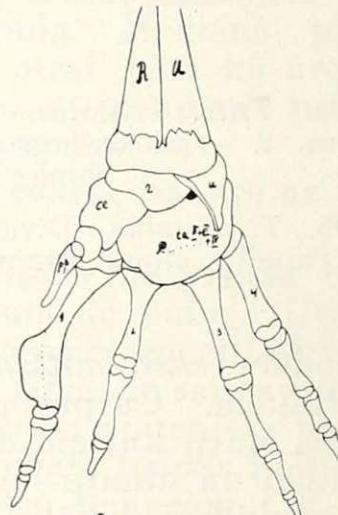
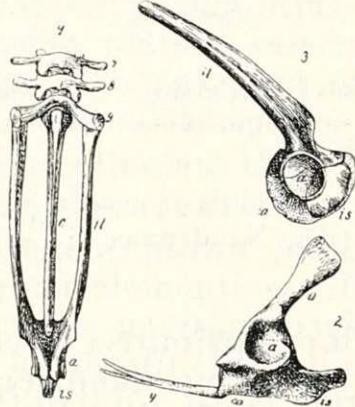
lieko pirkstu, kas atrodas pirmā (lielā) pirksta priekšā. Arī urodelām dažreiz ir praepollox. Tāpat kā urodelām, anuru roka sastāv tikai no četriem pirkstiem, jo piektā nav. Carpale 2, 3 un 4 lielāko tiesu saauguši vienā vienīgā lielā kaulā.

Anuru pakaļējās ekstrēmitātes sakarā ar lēcošām kustībām loti gaļas. Tibia un fibula veido vienu kaulu. Tibiale un fibulare stipri izstiepušies gaļumā un galos, ar skrimšķa palīdzību savā starpā savienojoties, veido it kā rāmi. Ar to pakaļējā ekstrēmitāte iegūst gaļu jaunu (trešo) sviru. Šī daļa kustīgi savienojas ar tibio-fibulu un kāju. Intermediuma nav. Pieci metatarsalia un pieci kāju pirksti ir garī. Mediālais (tibiālais) centrale nes praehallux, t. i. lieko pirkstu pirmā kājas pirksta priekšā.

Gimnofioniem, kas dzīvo un urbjas zemē, nemaz nav ekstrēmitāšu.

231

230



Zīm. 230. A b i n i e k u g u r n u j o s l a s. 2: astaino josla laterāli, 3 un 4 vardes josla laterāli un dorsāli. a — acetabulum, c — os coccygis, ca — skrimšķainais pubis, il — ilium, y — cartilago ypseloidea, 7 un 8 — muguras skriemeļi, 9 — sakrālais skriemelis. (Pēc Boasa.)

Zīm. 231. *Rana esculenta*, ūdens varde, ♂. La bā r o k a. RU radio-ulna; ce — centrale; r — radiale; u — ulnare; ca II+III+IV — carpale distale II + carp. d. III + carp. d. IV; pp — praepollox; 1, 2, 3, 4 — metacarpalia 1, 2, 3 un 4. Pie metacarpale 1 tēviņam pacelas spēcīga liste (apzīmēta ar pārtraukto līniju). (Pēc Ecker-Gaupp'a no Dauvart, institūta darbs.)

4. Reptilia.

Reptiliu skrimšķaina primordiālais *galvas kauss* galīgā stāvoklī lielāko tiesu stipri reducēts, galvenā kārtā galvas kausa vāks un orbito-temporālais reģions. Par vietniek-

kauliem parasti pārkaulojas tikai regio occipitalis un regio otica. Abos priekšējos nodalījumos tā tad primordiālais galvas kauss uz visiem laikiem paliek skrimšlains. Tam labi attīstīts septum interorbitale, tā tad tas ir tropibazisks. Tā svarīga atšķirība no amfibijām, kuŗām platibaziskais galvas kauss. Pakauša reģions labi attīstīts. Šeit aiz N. vagus redzam vēl N. hypoglossus, kas atbilst pirmiem trim mugurkaula nerviem. Tā tad reptīlu galvas kausam ir no jauna pievienoti trīs skriemeļi. Sakarā ar to, reptīliem, tāpat kā visiem amniotiem, mugurkaula okcipitālā locītava aizvirzīta par trim vidukļa segmentiem tālāk uz pakaļgalu, nekā amfibijām.

Palatokvadrāta kaudālā daļa pārkaulojas par kvadrātu. Palatokvadrāta pars palatina vairāk vai mazāk reducēta. Tieš sakars ar etmoidālo reģionu nav pazīstams.

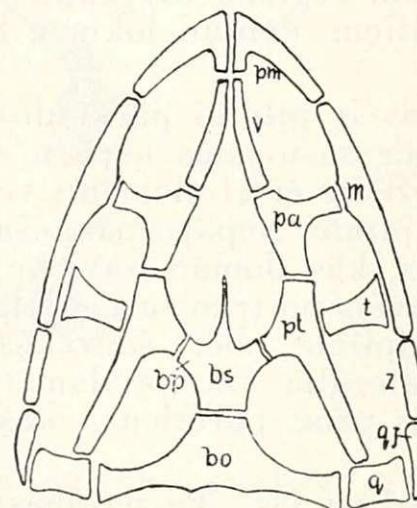
Embrionālo stadiju skrimšlaina galvas kauss pakāpeniski pārklājas ar lielu skaitu kaulu, kuŗi var pār to izveidot it kā jumtu. Pirmatnējais stāvoklis gan raksturojas ar nepārtrauktu segu, kā to sastopam Stegocephaliem. Tomēr orbito-temporālā reģionā klājkauli lielāko tiesu reducēti par dažiem tiltiem, deniņu lokiem, bet arī tie var iztrūkt.

Pakauša reģions ir pilnīgi pārkaulojies. Blakus pāru exoccipitale vienmēr sastopams nepāru supraoccipitale un basioccipitale. Bieži šie četri elementi veido vienu vienīgu lielu kaulu, os occipitale. Nepāru pakauša locītavas izcilnis, condylus occipitalis, kas domāts savienojumam ar mugurkaulu, patiesībā būvēts no trim sastāvdaļām. Tā vidus daļa cēlusies no basioccipitale, bet šaurākās ārējās daļas no abiem occipitalia lateralia. Okcipitālam reģionam ir tipisks gaļais, horizontālais proc. paroticus, kas kalpo kvadrāta piestiprināšanai.

Mutes jumtā uzkrīt tas, ka parabasale (parasphenoid) sastopams tikai reducētā veidā. Tā balsta funkciju šeit pārņem labi attīstītais basisphenoideum un basioccipitale. Parabasale saplūst ar šiem elementiem un veido priekšā basisfenoīda izaugumu, rostrum parabasale jeb sphenoidale.

Katrā basisfenoīda pusē atrodas pa atraģim, proc. basipterygoideus, kas izveido savienojumu ar palatokvadrāta loku. Bez tam reptīlu galvas kausam tipiska t. s. mutes jumta jeb aukslēju izveidošanās. Šī procesa pirmsais solis izpaužas tā, ka kaula pterigodi kļūst platāki un mediālā virzienā tuvojas viens otram. Sakarā ar to telpa starp tiem, fenestra palatalis, stipri sašaurinās

un kļūst spraugveidīga. Šīs spraugas vidū gul septum interorbitale apakšmala un rostrum sphenoidale. Priekšā pterigoidi pieslienas pāru vomeram, kas šķir abas choānas vienu no otras. Laterāli no pterigoidiem atrodas tipiskie reptīlu galvas kausa kauli, pāru transversum. Tālāk uz priekšu stiepjas abi palatinum elementi, kas bieži ie-spiežas starp pterigoidiem un vomera kauliem. Bez aprakstītā aukslēju tipa sastopami vēl specializētāki tipi. Lai aukslējas būtu stiprākas, pterigoidi nereti sakļaujas mediāni kopā un, bez tam, pieaugot, savienojas ar galvas kausa pamatu. Aukslēju sprauga un bazipterigoida locītavas izzūd. Dažās reptīlu grupās blakus aprakstītām primārām aukslējām sastopamas vēl t. s. sekundārās aukslējās. Tās atrodas ventrāli no primārām un sastāv no praemaxillaria, maxillaria, palatina un pterigoidu iekšējo malu plātnveidīgiem izaugumiem. Šīs plātnes aizklāj pirmatnējās choānas un izsauc deguna dobuma iekšējo atveru pārvietošanos kaudālā virzienā.



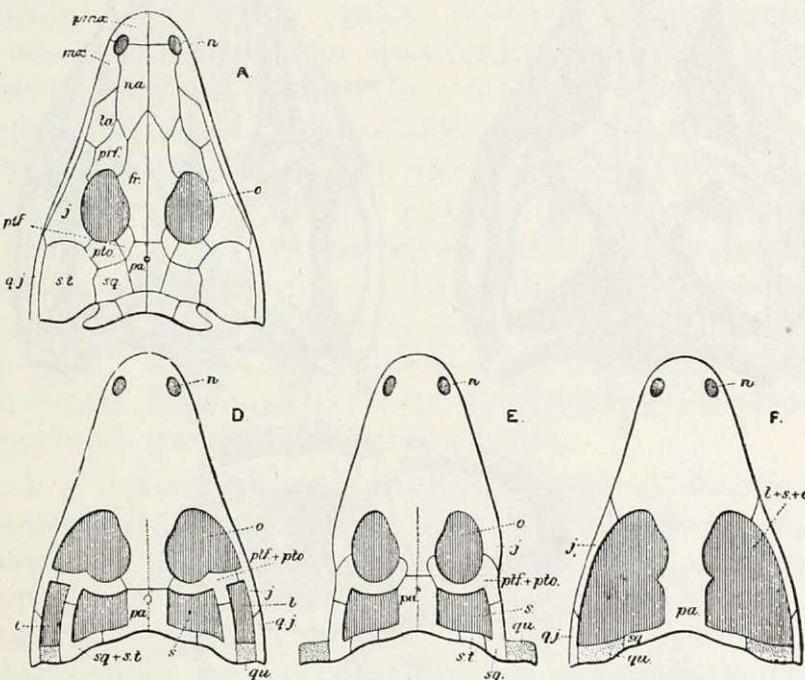
Zīm. 235. Reptīlu galvas kausa aukslēju schēma. bo — basiooccipit., bp — proc. basipterygoideus, bs — basisphenoidale un rostrum, m — maxill., pm — praemaxill., pa — palatinum, pt — pterygoideum, q — quadratum, qj — quadratojugale, t — transversum, v — vomer, z — zygomaticum (= jugale). (Pēc Bütschli.)

Ausu (labirinta) kapsulai pārkaulojoties, rodas opisthoticum un prooticum. Pirmais bieži saplūst ar exoccipitale. Priekšpusē skrimšlāinā galvas kausa kapsula pārkaulojas par orbito- un alisfenoidiem. Abi elementi sastopami Crocodilia kārtai un dažiem Sauria. Etmoidālais reģions vienmēr paliek skrimšlains, deguna kapsulas gul tuvu bla-

kus viena otrai. Tās vienu no otras šķir t. s. septum nāsi (deguna starpsiens).

Pilnīgi noslēgts galvas kausa vāks sastopams starp tagadējiem reptiliem vienīgi dažiem bruņu rupučiem. Bet lielāko tiesu galvas kauss virs temporālā reģiona vairāk vai mazāk reducēts. Tādā kārtā, rodoties vienai vai vairākām temporālām iepļakām (deniņu logiem), izveidojas viens vai vairāki deniņu loki. Beidzot var reducēties arī deniņu loki. Tad izveidojas liela valēja deniņu bedre un no pirmatnējiem klājkauliem paliek pāri tikai nedaudzi. Galvas kausu ar pilnīgi izveidotu deniņu jumtu sauc par stegokrotafu (stegālu) galvas kausu. Galvas kausu ar deniņu lokiem apzīmē par zigokrotafu (zigālu) un proti, par dizigokrotafu (dizigālu), ja ir divi loki, un par monozigokrotafu (monozigālu), ja ir tikai viens loks. Galvas kausu ar valēju deniņu bedri sauc par gimnokrotafu galvas kausu.

Dizigokrotafiem galvas kausiem novērojami viens augšējais un viens apakšējais deniņu loks. Bez tam augšējo deniņu loku kaudāli ierobežo t. s. posttemporālais loks. Tas

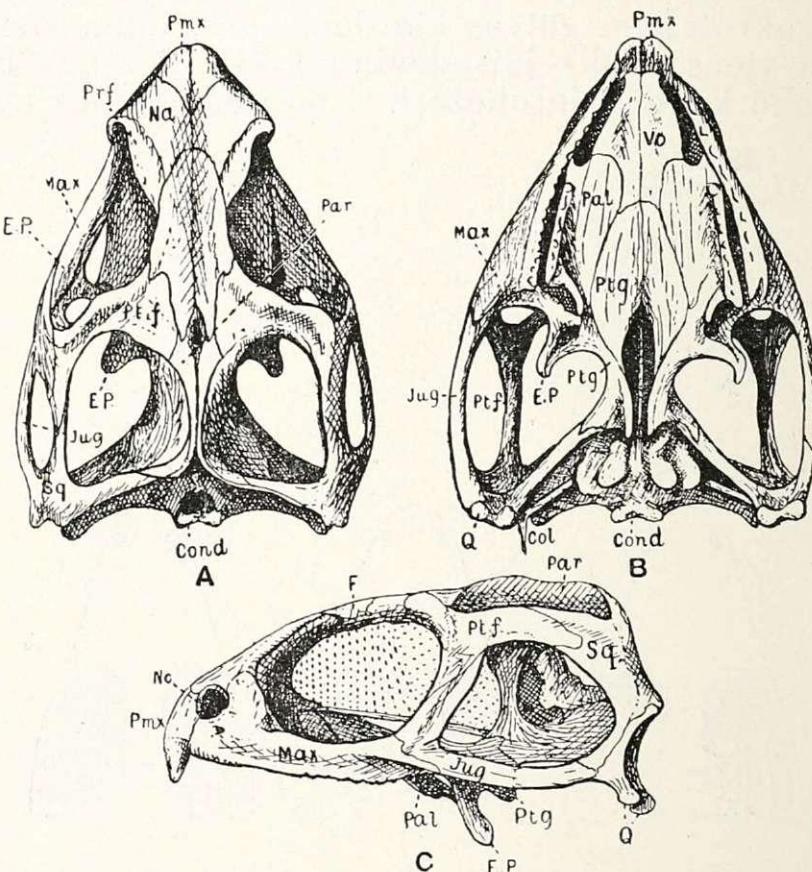


Zīm. 254. Stegocefalu (A), rincchocefalu, dinozauru un krokodīlu (D), ķirzaku (E) un putnu (F) krāniālo ieplaku un deniņu loku schēma. fr — frontale; l — laterālā jeb apakšējā deniņu iepļaka; la — lacrymale; mx — maxillare; n — deguna atvera; na — nasale; o — orbita; pa — parietale; pmx — praemaxillare; prf — praefrontale; ptf — postfrontale; pto — postorbitalie; qj — quadratojugale; qu — quadratum; s — augšējā deniņu iepļaka; st — supratemporale un postsquamosum; sq — squamosum. (Pēc Reynolds'a.)

rodas no parietale un squamosum daļām. Apakšējo denīnu loku veido quadrato-jugale un jugale, dažreiz arī squamosum. Augšējo loku veido postorbitale, vai postfrontale un squamosum. Šādu galvas kausa tipu ar divām denīnu bedrēm apzīmē par d i a p s i d u. Kā šī tipa pārstāvji minami Rhynchocephala un Crocodilia.

Denīnu jumta apakšmalai pakāpeniski ieliecoties un kauliem šai vietā izzūdot, izveidojas ķirzaku (Lacertilia) augšējais loks. Šo sauc par p a r a p s i d o tipu. Augšējam un posttemporālam lokam reducējoties, no šī stāvokļa izveidojas gimnokrotafais Ophidia (čūsku) un Amphisbaenidae ķirzaku galvas kauss.

Chelonia kārtai bieži novērojams, ka galvas kausa vāks augšā pakaļējā malā, kā arī apakšējā malā ir iešķelts. Ja šis divkāršais iešķēlums stiprs, tad paliek pāri tikai viens slaidis loks. Tomēr tipiskais šeit posttemporālā loka iztrū-



Zīm. 235. *Hatteria (Sphenodon) punctata*. Galvas kauss dorsāli (A), ventrāli (B) un laterāli (C). Col — columella auris, Cond — condylus occipit., EP — transversum, F — front., Jug — jugale, Max — maxillare, Na — nasale, No — deguna atveras, Pal — palatinum, Par — pariet., Pmx — praemaxil., Prf — praefront., Ptf — postfrontale + postorbitale, Ptg — pterygoideum, Q — quadratum + quadratojugale, Sq — squamosum, Vo — vomer. (Pēc Gadow'a.)

kums. Dažos gadījumos iešķēlums apakšā attīstās tik spēcīgi, ka sakarā ar to deniņu loks tiek pārbīdīts dorsālā virzienā; tai pašā laikā tas pārvietojas arī kaudālā virzienā. Šim *Chelonia* lokam izzūdot, arī rodas gimnokrotafais tips.

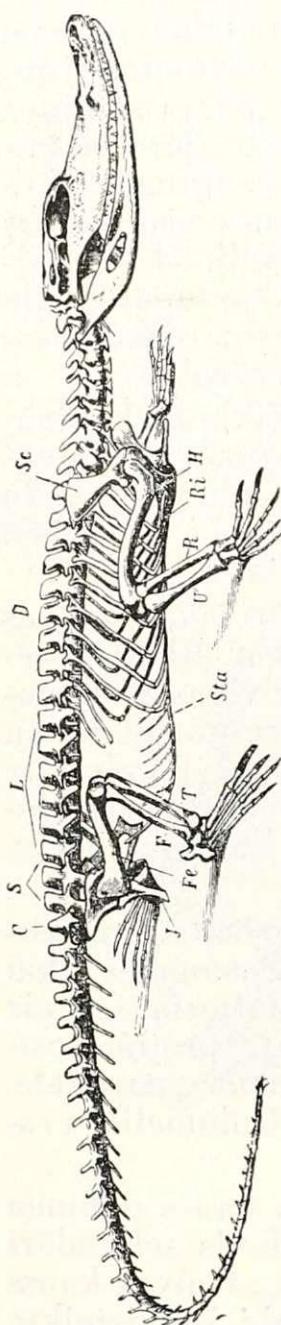
Reptīļu apakšējā žoklī var saskatīt tos pašus septiņus klājkaulus, kā Stegocephaliem. Taču lielāko tiesu sastopami tikai dentale, coronoideum, angulare, supraangulare un spleniale. Mekela skrimslis bieži sastopams visu dzīves laiku un gul kanālī, kuļu izveido minētie kauli. Tā pakalgals pārkaulojas par spēcīgu articulare. Abas apakšžokļa puses parasti priekšā savienotas ar t. s. šuvu. Tikai čūskām ir elastīgs savienojums ar ligāmentu jeb saiti.

Deniņu jumtam reducējoties, apakšējā žokļa piekabinātājs kvadrāts var zaudēt savu ciešo savienojumu ar galvas kausu un piesaistīties tam kustīgi (*Sauria, Ophidia*). Šādu kvadrāta kustīgumu sauc par streptostiliju, pretēji monimostili jeb šī elementa stabilitātei.

No tagad dzīvojošiem reptīliem visprimitīvākais galvas kauss ir Sphenodonam (Jaunzelandes ķirzakai, Rhynchocephala). Tas ir monimostils, dizigokrotafs, ar vienu posttemporalo loku. Augšējais loks sastāv no postorbitalē un squamosum, apakšējais no quadrato-jugale un jugale. Ir arī epipterigoids jeb columella cranii. Parietalia ietver foramen parietale kā t. s. parietālo aci, pa kuļu iet nervs. Viengabalainas aukslējas vēl nav attīstītas.

Lacertilia kvadrāts kustīgi piestiprināts squamosum, tā tad šeit novērojama streptostilija. Sastopams tikai viens vienīgs augšējais loks. Tāpat kā pie *Hatteria*, šeit aiz frontale katrā pusē var redzēt postfrontale, turpretim postorbitalia nav. Šai šķirai tipisks arī foramen parietale, tāpat kā ciešu kaula aukslēju trūkums. Columella cranii šeit savieno pterigoidu ar parietale.

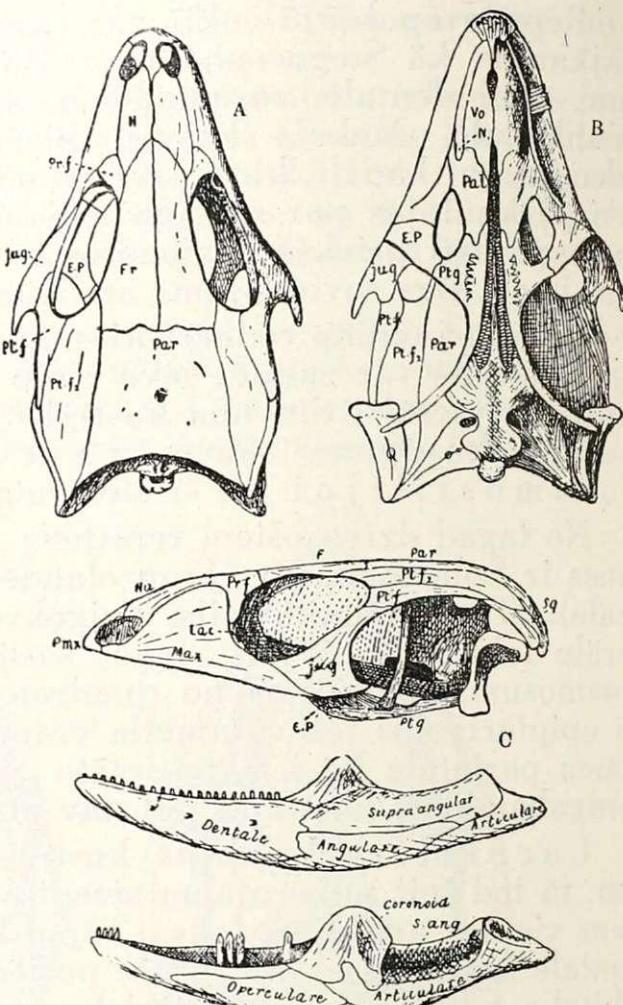
Čūsku galvas kauss, pateicoties galvas kausa dobuma sekundāram paplašinājumam uz priekšu, kļuvis sekundāri platibazisks, tā tad bez septum interorbitale. Galvas kauss gimnokrotafs. Cietu aukslēju nav. Loti labi šeit izteikta streptostilija. Galyas kausam kustīgi piestiprinās ne tikai gaļais quadratum, bet arī slaidais un uzkrītoši gaļais squamosum. Squamosum vērsts kaudāli. Maxillare pakalējais gals savienojas ar transversum, kas savukārt artikulē ar pterygopalatina kauliņu. Bet pēdējais kustīgi savienots ar quadratum. Kad mute aizvērta, quadratum vēršas ventrāli kaudāli. Pateicoties šādam stāvoklim, tas ar minētās kaulu ķēdes palīdzību velk maxillare kaudāli. Maxillare nes indes zobu un kustīgi savienots ar praefrontale.



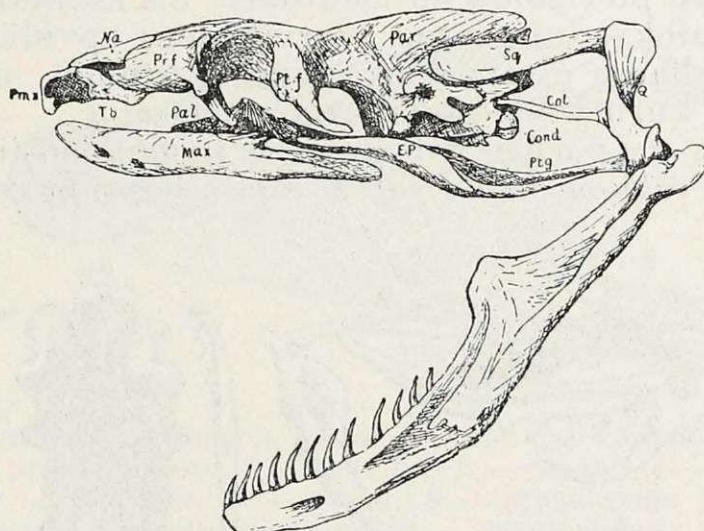
Zīm. 232. Krokodīla skelets, laterāli. D — krūšu reģions; L — lumbālais reģions; S — sakrālais reģions; Ri — ribas; Sc — scapula; H — humerus; R — radius; U — ulna; Sta — sternum abdominale (vēdera ribas); Fe — femur; T — tibia; F — fibula; J — ischium; C — kaudālais skriemelis. (Pēc Claus Grobben'a.)

Zīm. 236. Ķirzaka *Lacerta viridis*. Galvas kauss dorsāli (A), ventrāli (B), laterāli (C) un apakšzoklis ar pleurodontiem zobiem laterāli un mediāli. Lac — lacrymale, Ptf — postorbitale, Ptf₂ — postfrontale, virs pterigoida (Ptg) stiepjas slaidā columella cranii uz parietale (Par).

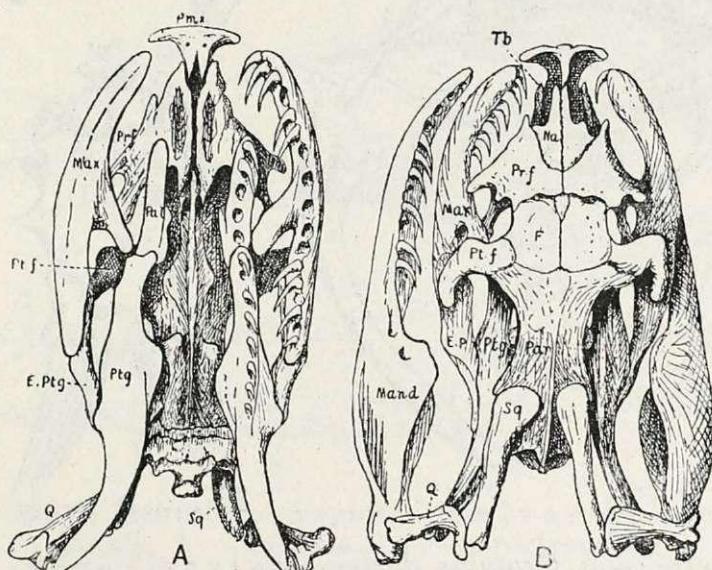
Pārējie apzīmējumi tāpat kā pie *Hatteria*. (Pēc Gadow'a.)



Maxillare apakšējais gals līdz ar indes zobu tagad pieslejas aukslējām. Bet kad sevišķi muskuļi pterigopalatīnu rindu izbīda uz priekšu, tad maxillare ar indes zobu nostājas vertikāli, tā darot iespējamu kodienu. Principā līdzīgas norises ir arī neindīgo čūsku galvas kausā. Lielais kvadrāta un palatinum kustīgums atļauj čūskām ļoti plaši atvērt muti. To sekmē arī elastīgais apakšzokla pušu savienojums. Tādēļ arī čūskas spēj norīt relātīvi ļoti lielus dzīvniekus.



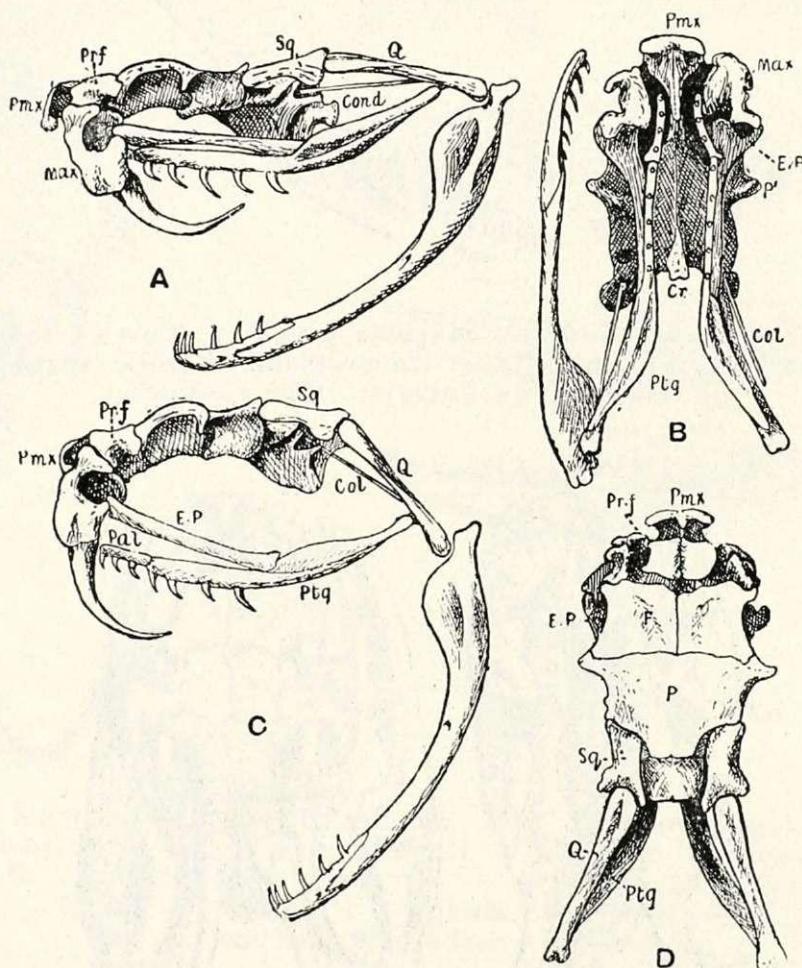
Zīm. 237. Boa-čūskas *Eunectes murinus* galvas kauss, laterāli. Tb — septomaxillare, EP un EPtg — transversum. Pārējie apzīmējumi kā pie Hatteria un Lacerta. (Pēc Gadow'a.)



Zīm. 238. *Eunectes marinus*. Galvas kauss ventrāli (A) un dorsāli (B). Zobi uz maxillare, palatinum un pterygoideum nav iezīmēti. Apzīmējumi kā iepriekšējā attēlā. (Pēc Gadow'a.)

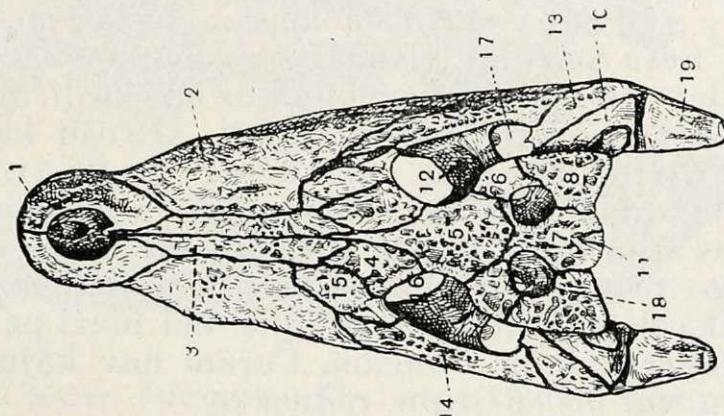
Krokodili ir monimostili. Pterigoidi un palatina mediāni savienojušies un tālu kaudāli apklāj galvas kausa pamatu. Ar sevišķām plātnēm tie izveido sekundārās aukslējas. Tādēļ sekundāro choānu atveras gul tālu kaudāli, basisfenoida augstumā, starp pterigoidiem. Galvas kauss ir diapsids. Augšējais deniņu loks sastāv no postfrontale un squamosum izauguma. Orbitas priekšā gul labi attīstīti lacrymalia, tāpat kā ķirzakām. Pāru os transversum, kas sastopams arī Hatteria ķirzakām un čūskām, iet šķībā virzienā starp pterigoīdu un maxillare. Šis klājkauls aizmetas t. s. palatokvadrāta proc. pterygoideus apvidū. Kroko dīlu galvas kausa gīmja daļa stipri izstiepta un pāriet gaŗā purnā, kuļu veido maxillaria un nasalia.

Brunurupuču galvas kauss ir monimostils. Orbītotemporālā reģionā kaula galvas kapsula gul aiz pri-

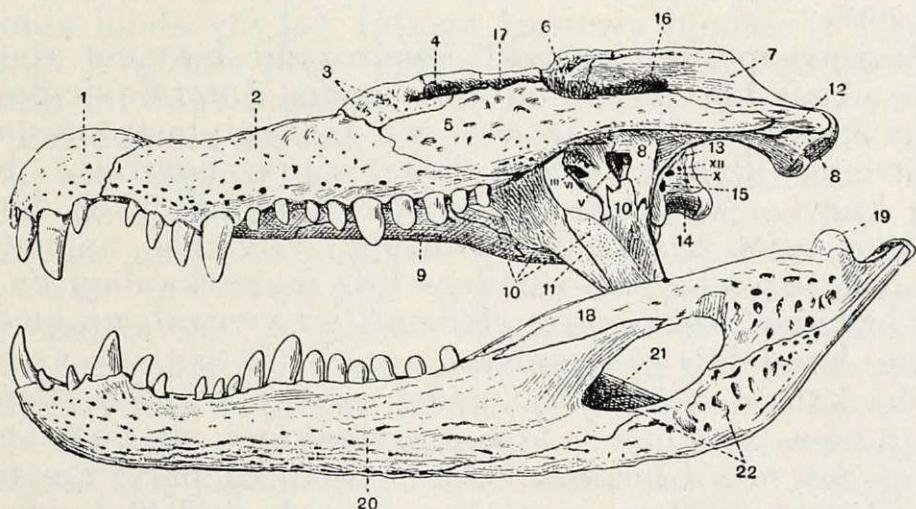


Zīm. 239. Klaburčūskas *Crotalus durissus* galvas kauss: A — laterāli, B — ventrāli, C — laterāli ar atvāztu apakšzokli, D — dorsāli. Col — columella auris, Cond — condylus occipitalis, EP — transversum. (Pēc Gadow'a.)

mordiālā krānija pirmatnējās sienas. Tā sastāv no uzkāpjošas pterigoida plāksnītes un nokāpjošas parietale lapas. Nasalia un lacrymalia nav. Deguna atveras gandrīz vienmēr saplūdušas vienā nepāru ejā. Quadratum izveido piltuveidīgu gredzenu bungplēvītes uzstiepšanai. Kaula aukslējas labi attīstītas, kaut arī vājāk nekā krokodiliem. Choānām apkārt atrodas palatina.



Zīm. 240. *Crocodilus palustris*, jauns. Galvas kauss no dorsālās pusēs. 1 — praemaxillare; 2 — maxill.; 3 — nasale; 4 — praefront., 5 — front.; 6 — postfront.; 7 — pariet.; 8 — squamosum; 10 — quadr.; 11 — supraoccip.; 12 — transversum; 13 — quadratojug.; 14 — jugale; 15 — lacrym.; 16 — orbita; 17 — apakšējais deniņu ieliekums; 19 — articulare. (Pēc Reynolds'a.)



Zīm. 241. *Caiman latirostris*, aligators. Galvas kauss. 1 — praemaxillare, 2 — maxil., 3 — lacrym., 4 — praefront., 5 — jugale, 6 — postfront., 7 — squam., 8 — quadrat., 9 — palatin., 10 — pteryg., 11 — transversum, 12 — quadratojug., 13 — exoccip., 14 — basioccip., 16 — ārējais dzirdes kanālis, 17 — front., 18 — supraangul., 19 — articul., 20 — dent., 21 — coronoideum, 22 — angulare. (Pēc Reynolds'a.)

Reptīļu *plecu joslu* vislietderīgāk apskatīt atsevišķi pēc kārtām. *Sauria* josla relātīvi viegli būvēta. Pars *coracoidalis*, sakarā ar lielāku atveras (loga) izveidošanos, bieži reducējusies par plakaniem tiltiem, kuŗus savā starpā saista membrāna. Katrā puse ir tikai viens kaula korakoids, kas liekas būt homologs citu dzīvnieku prokorakoidam. Mediāni plecu josla paliek kā *cartilago epiconoracoidalis* skrimšlaina un priekšā pāriet *cartilago prococoracoidalis* skrimšla masā. Joslas medialās daļas lielāko tiesu pārklāj viena otru, tāpat kā arciferām anurām. Bet reizēm epikorakoidālie skrimšli ar sternum palīdzību viens no otra pilnīgi šķirti. Krūšu kaula klājkauls, t. s. *episternum* jeb *interclavica* ar savām laterālām daļām savieno abas plecu joslas puses un tā palielina tās stiprumu. Clavicula gaļa un slaida un pieslejas *cartilago prococoracoidalis*. Kaula scapula maza, šī elementa lielākā daļa paliek skrimšlaina, bet bieži pārkalķojas un veido supraskapulu. Sugām, kuŗām nav kāju, nav arī plecu joslas, vai arī tā stipri reducēta.

Hatteria plecu josla stipri līdzīga tikko aprakstītai, tikai šeit logu izveidošanās nav vēl gājusi tik tālu kā ķirzakām.

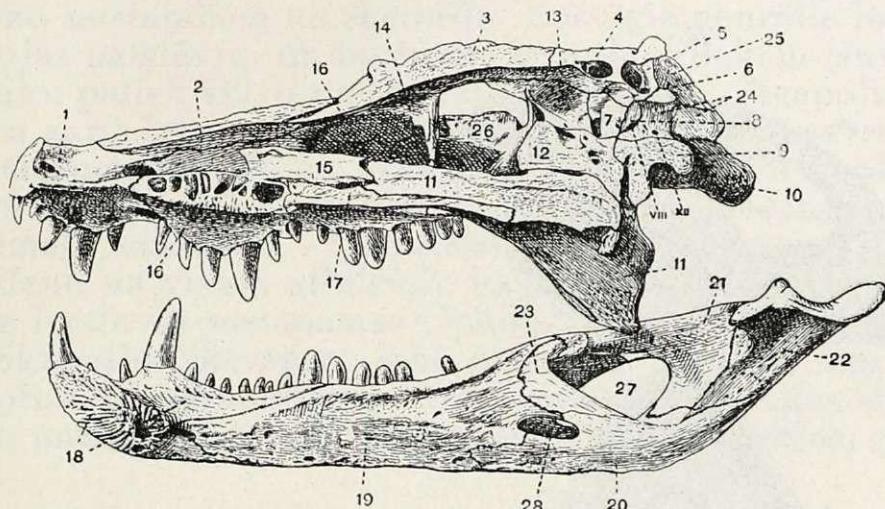
Krokodīlu plecu josla stingra un mēdz būt stipri pārkaulota. Scapula un coracoideum (*prococoracoideum?*) labi attīstīti. Sternum pilnīgi šķir korakoidus vienu no otra. Uz sternum guļ ūaura, dunčveidīga interclavica. Klavikulas nav.

Pavisam īpatnēji apstākļi novērojami brūnurrupučiem. Abas klavikulas un episternum (*interclavica*) uzņemtas ādas bruņās un izveido šeit t. s. epiplastronu un entoplastronu. Prīmārā plecu josla stipri novirzīta lejup krūšu kurvī. No locītavas bedrītes apvidus, kas domāta humeram, atiet trīs kauli. Dorsālā virzienā un mediāli vērstais scapula, kas sniedzas līdz mugurkaulam un muguras bruņām. Abi pārējie elementi iet ventrāli un mediāli. No tiem kaudālais coracoideum, pareizāk *prococoracoides* um, kamēr krāniālais veido spēcīgi attīstīto skapulas zaru, *proc. acromialis*, jeb vienkārši akromionu.

Tas, ka mēs *Chelonia* kārtai, tāpat kā pārējiem tagad dzīvojošiem reptīliem, vienmēr sastopam prokorakoidu, nevis īsto korakoidu, secināms no tā, ka šeit ir foramen *supracoracoideum*, kas primitīviem, izmirušiem reptīliem vienmēr apzīmē prokorakoidu.

Reptīļu *błoda*, salīdzinot ar amfibiju blodu, raksturojas ar šādām iezīmēm. Pubis ievērojami vairāk diferencēts,

pārkaulojies un iet krāniālā virzienā. Ilium ir stiprāk attīstīts un reizēm savā dorsālā daļā paplašināts. Visa bļoda ievērojami spēcīgāk būvēta nekā amfibijām.



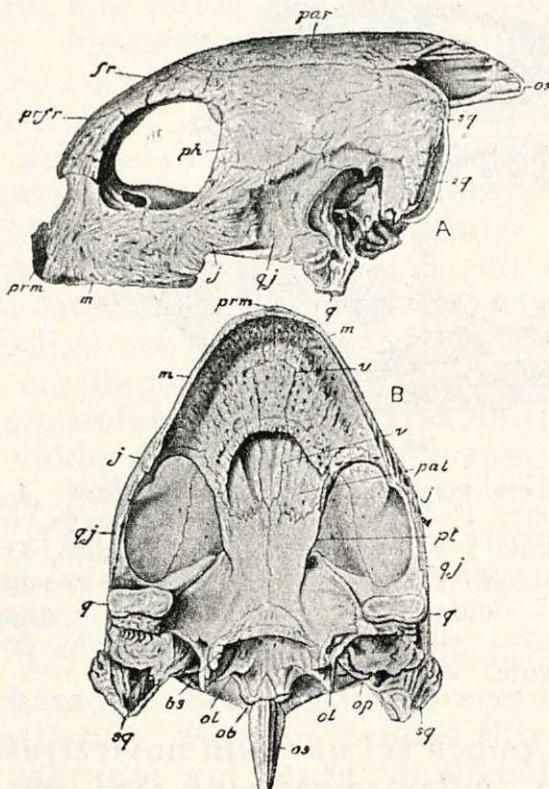
Zīm. 242. *Caiman latirostris*. Galvas kauss gaigriezumā. 1 — praemaxill., 2 — nasale, 3 — front., 4 — pariet., 5 — supraoccip., 6 — epioticum, 7 — proot., 8 — opisthot., 9 — basioccip., 10 — quadr., 11 — pteryg., 12 — basisphen., 15 — alisphen., 14 — praefront., 15 — vomer, 16 — maxill., 17 — palatin., 18 — dentale, 19 — spleniale, 20 — angul., 21 — supraangul., 22 — articul., 23 — coronoideum, 24 — exoccip., 25 — squam., 26 — jugale. (Pēc Reynolds'a.)

Hatteria ģintij ossa pubes vēl nav tālu novirzījušies no ischia un tāpēc foramen pubo-ischiadicum vēl mazs. Chelonia bļoda vēl ļoti līdzīga Hatteria bļodai. Kā tur, tā šeit labi izveidots proc. epipubicus un proc. praepubicus. Hatteria un Sauria pubisā ir foramen obturatorium, turpretim pie Chelonia šī eja saplūst ar foramen pubo-ischiadicum. Kirzak u slaidajā bļodā for. pubo-ischiadicum ļoti plašs. Šeit bļodas mediānā plāksmā iet saistaudu stiegra (ligamentum medianum pelvis), kas uz priekšu turpinās patstāvīgā epipubis skrimslī, bet kaudāli hipoischiumā. Krokodīlu pubis vērstīs pavisam stāvus uz priekšu un tā izveido ļoti plašu foramen pubo-ischiadicum. Tas ieslēdz sevī arī for. obturatorium. Abas foramina pubo-ischiadica šķir ligamentum medianum pelvis. Pubis nēm dalību acetabulum (locītavas bedrītes) veidošanā, bet no tās šķirts ar skrimšļa masu, kas pārkaulojas ļoti vēlu, sākot no ischium. Šo skrimšļa masu sauc par pars acetabularis. Pubis ar šo daļu kustīgi savienots. Tas gan nevar reprezentēt visu tipisko reptīlu pubis, bet tikai tā distālo daļu. Krokodīlu ilium pēc mugurkaula sasniegšanas tik stipri izplešas

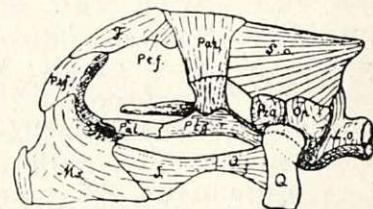
krānio-kaudālā virzienā, kā tas vēl nav novērots nevienai citai tagad dzīvojošo reptīļu kārtai.

Čūskām parasti blodas nemaz nav, dažreiz sastopamas tikai tās pēdas. Čūskveidīgiem Sauria bloda stipri reducēta.

243



244



Zīm. 243. Bruņurupuča *Chelone mydas* galvas kauss, laterāli (A) un ventrāli (B). bs — basisphen., fr — front., j — jugale, m — maxill., ob — basioccip., ol — exoccip., op — opisthoticum, os — supraoccip., pal — palat., par — pariet., ph — postfront., prfr — praefront., pt — pteryg., prm — praemaxill., q — quadr., qj — quadratojug., sq — squamos., v — vomer. (Pēc Hoffmann'a, no Goodrich'a.)

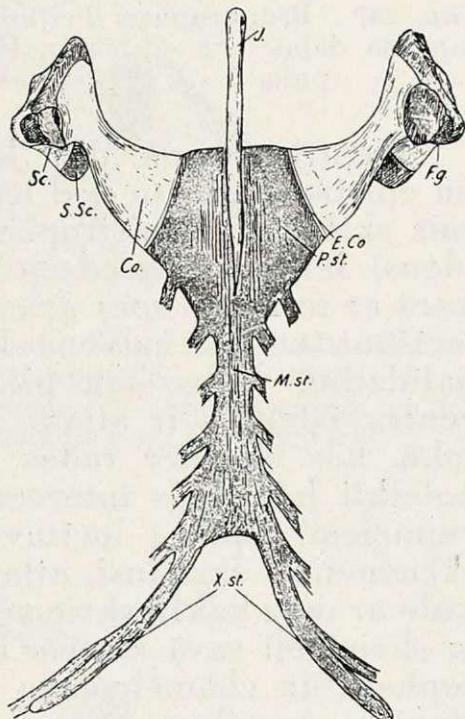
Zīm. 244. *Chelone mydas* galvas kauss pēc postfrontale (Ptf) un squamosum noņemšanas. Zīmējot samazināta arī jugale, quadratojugale (Qj), parietale (Par) un quadratum izplatība. L. o — occipitale laterale, Op — opisthoticum, Pro — prooticum, So — supraoccipitale. (Pēc Gadow'a.)

Reptīļu *mugurkauls* gandrīz pilnīgi pārkaulojies, chorda gandrīz vienmēr stipri reducēta. Hatteria un dažām Sauria dzimtām skriemeli vēl amficēli, ar chordas masām skriemeļu starpās. Bet kā tipisks skriemeļu savienojums visiem citiem reptīliem ir skriemeļu savienojums ar locītavu palīdzību (diarthrose). Tāpat kā amfibijām, šāda veida savienojums rodas embrionāli attīstoties intervertebrālām skrimšķā plātnēm. Tanīs rodas šķērssprauga un tā sašķeltā

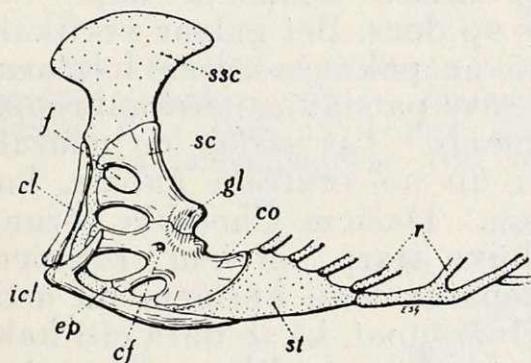
skrimšļa masa saplūst ar skrimšļu ķermeņiem. Tie tad ir parasti procēli. Bet Chelonia priekšējie kakla skriemeļi ir epistocēli. Krokodīlu procēlo skriemelū ķermeņu savienojumā piedalās intervertebrāla plātne, t. s. menisks, kas sastāv no saistaudiem un skrimšļa. Specīgie neurālie loki pārkaulojas patstāvīgi un bieži ar skrimšļa atliekām (šuvas) visu laiku paliek šķirti no skrimšļa ķermeņa. Zigapofizes (locītavu zari) labi attīstītas. Vēl ciešāku skrimšļu savstarpēju savienojumu panāk ar to, ka dorsāli no muguraula smadzeņu kanāļa rodas mediāni izaugumi, kas iekļaujas tuvākā skriemeļa iedobumā. Uz priekšu vērsto izaugumu sauc par zigosfenu un viņam atbilstošo locītavas bedrīti par zigantru. Šādas locītavas sastopamas Ophidia un dažiem Sauria.

Skrimšļu šķērszari labi attīstīti. Te bieži var izšķirt diapofizi un parapofizi, jo ribu proksimālās daļas dākšveidīgas un savienojas ar skriemeļiem divos punktos: ar neu-

246



245



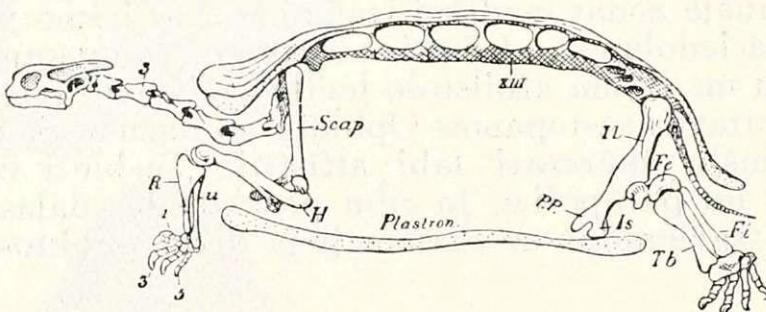
Zīm. 245. Kirzaka *Iguana tuberculata*. Plecu josla, laterāli. Skrimslis punktēts. cf — foramen supracoracoideum, cl — clavicula, co — korakoids, ep — cartilago epicoracoidalis, gl — locītavas bedrīte humerām, icl — interclavica (episternum), r — ventrālie ribu gali, sc — scapula, ssc — suprascapula, st — sternum. (Pēc Goodrich'a.)

Zīm. 246. Jauna aligatora plecu josla, ventrāli. Skrimšļainās daļas tumšākas. SSc — suprascapula, Sc — scapula, Co — korakoids, Eco — epikorak., I — interclavica (jeb episternum), Fg — fossa gleinalis, Pst, Mst, Xst — sternum. (Pēc Kālin'a.)

199

rālo loku šķērszariem (diapofizēm) un vaīrāk apakšā ar skriemeļa ķermeņa zariem (parapofizēm). Ribas žuburojumā atrodas foramen intertransversarium, pa kuŗu iet arteria vertebralis.

Daudziem reptiliem mugurkaula apakšpusē un proti, starp skriemeļu ķermeņiem sastopami nepāru patstāvīgi kaula elementi, t. s. intercentra. Mugurkaula astes daļā tie pāriet hemālos lokos.



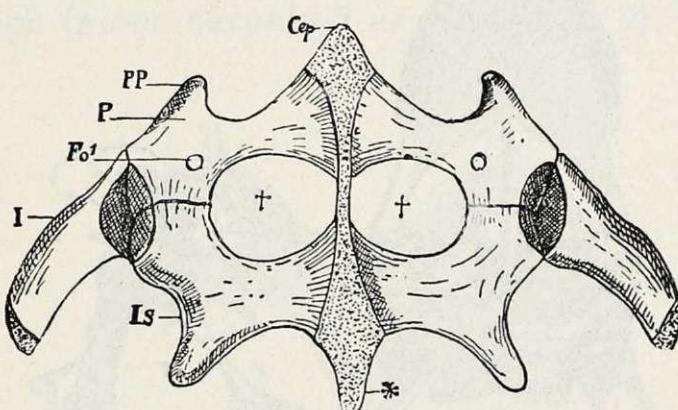
Zīm. 247. Bruñurupucis *Testudo elephantopus*. Skelets bez kreisās karapaksa daļas. Fe — femur, H — humerus, PP — pubis, Scap — scapula, 3 — trešais kakla skriemelis. (Pēc Gadow'a.)

Reptiliu pirmie divi kakla skriemeļi izveidoti kā atlas un epistropheus un dod iespēju galvai brīvāk kustēties. Otrais skriemelis, epistropheus, ar savu zobam līdzīgo izcilni (dens) iekļaujas gredzenveida atlasa apakšējā daļā. Sa karā ar to atlass spēj griezties ap dens. Bet galvas vertikālā locīšana notiek galvenā kārtā ar pakauša-atlasa locītavas palīdzību. Dens, kam piemīt siks patstāvīgs pārkaulošanās centrs, īstenībā ir atlasa ķermenis. Tas sastāv no neurālā loka, kas vienmēr rodas pāri un no ventrālā gabala, kas noteikti homologs intercentrum. Dažiem Chelonia (bruņu rupučiem) tipiskā locītavas būve stāp diviem pirmiem skriemeļiem izzudusi, atlas piepatur savu ķermenī un artikulē ar otro kakla skriemeli gluži tāpat, kā to dara citi kakla skriemeļi savā starpā. Ķirzakām, krokodīliem, Rhynchocephala un chamēleonam stāp galvas kausu un atlasu sastopams proatlass. Tas nav nekas cits, kā kāda, reiz uz priekšu no atlasa bijušā, skriemeļa reducēts neurālais loks.

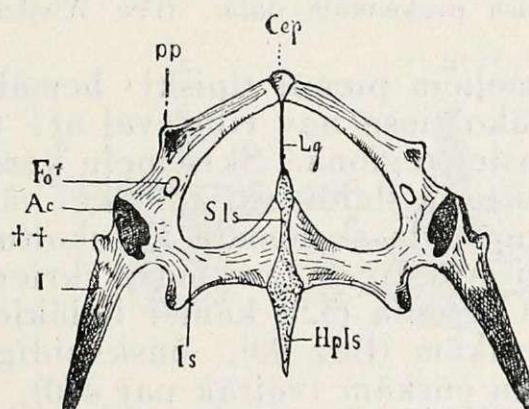
Lielākai daļai ķirzaku un Hatteria astes skriemeļos atrodama sevišķi veidota lūzuma vieta. Tā dod iespēju dzīvniekiem briesmās pēkšņi nolauzt astes pakaļējo daļu.

Salīdzinot ar amfibijām, reptiliu mugurkaula reģioni augstāk speciālizēti. Kakla daļa ievērojami garāka, parasti ar 8 skriemeļiem, kas lielāko tiesu īsi un plati. Ribas stipri reducētas un bieži saaug ar skriemeļiem, izveidojot foramen

intertransversarium. Robežu starp kakla un krūšu reģionu noteic tādā kārtā, ka pirmo, ar ribu sternumam piesaistīto, skriemeli apzīmē par pirmo vidukļa skriemeli. Loti spēcīgi būvētie krūšu skriemeli mazliet gaŗāki par kakla skriemeļiem un tiem piemīt gaři un spēcīgi processus transversi. Ribas šeit sevišķi labi attīstītas. Daži no pēdējiem vidukļa skriemeļiem, zaudējot rudimentācijas ceļā vai kā citādi ribas un saaugot ar processus transversi, var klūt par jostas skriemeļiem. Šāda ribu redukcija kāpina vidukļa kustīgumu attiecībā pret blōdu. Dažādām reptīlu nodaļām presakrālo (uz priekšu no sacrum gulošo) skriemeļu skaits dažāds. Primitīviem, izmirušiem pārstāvjiem tas svārstījās starp divdesmitrīs un divdesmitpieci. Tagadējiem zauriem lielāko tiesu divdesmitseši un vairāk presakrālo skriemeļu.

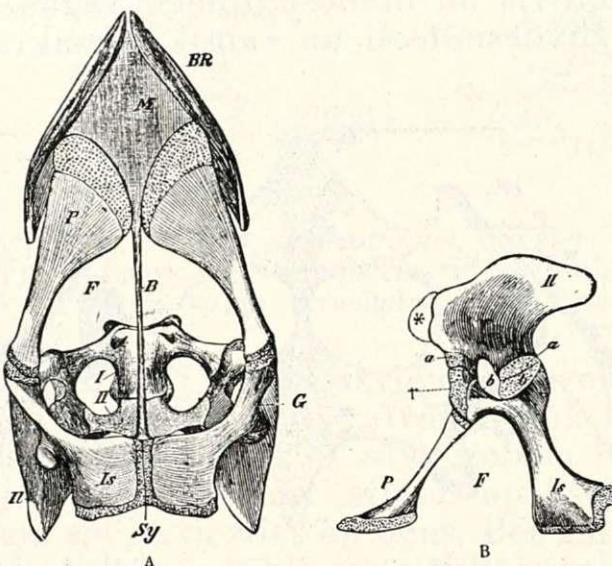


Zīm. 248. *Sphenodon (Hatteria) punctatum*. Blōda, ventrāli. Cep — cartilago epipubica, Fо† — foramen obturatorium, I — ilium, Is — ischium, P — pubis, PP — proc. praepubicus, * — hypoischium, + — fo. ischio-pubicum. (Pēc Wiedersheim'a no Goodrich'a.)



Zīm. 249. Ķirzakas *Lacerta vivipara* blōda, ventrāli. Ac — acetabulum, Hpls — hypoischium, Lg — ligamentum medianum pelvis; pārējie apzīmējumi kā Sphenodon'a blōdai. (Pēc Wiedersheim'a, no Goodrich'a.)

Błodas skriemeļi, kuļus kopā apzīmē par sacrum, sastāv no ļoti spēcīgiem skriemeļu ķermeņiem, kas savienojoties ar ilium zaudējuši savu kustīgumu. Tie kļuvuši bīplāni, tā tad kā krāniāli tā kaudāli nobeidzas truli, un savienojas savā starpā ar skrimšla masu palīdzību, vai arī tieši saaugot. Savienojums ar blōdu gandrīz vienmēr notiek ar īsu, spēcīgu sakrālo ribu palīdzību. Processus transversi še var arī līdzdarboties. Sauria ir zaudējuši sakrālās ribas. Tagad dzīvojošo pārstāvju normālais sakrālo skriemeļu skaits ir divi.



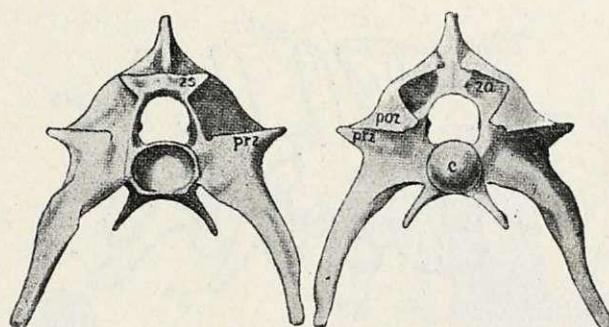
Zīm. 250. *Alligator lucius*, jauns. Blōda ventrāli (A) un laterāli (B). B — ligamentum medianum pelvis, F — foramen ischiopubicum, II — ilium, Is — ischium, M — ligaments starp skrimšlāniem pubisa galiem un pēdējo vēdera ribu pāri (BR), P — pubis, Sy — symphysis ischiadica, + — pubisa proksimālā daļa. (Pēc Wiedersheim'a.)

Astes skriemeļiem piemīt tipiski hemālie loki. Turpretī tiem lielāko tiesu nav ribu, vai arī tās sastopamas tikai priekšējā astes reģionā. Skriemeļu ķermeņi gaři, neutrālie loki lielāko tiesu slaidi, vai arī tikai vāji attīstīti. Kas attiecas uz mugurkaula skriemeļu kopskaitu, tad tas dažādās grupās stipri svārstīgs. ļoti mazu skriemeļu skaitu sastopam dažiem Chelonia (32), kamēr lielākie skaitli pieder garastainām ķirzakām (līdz 90), čūskveidīgām ķirzakām (apm. līdz 160) un čūskām (vairāk par 430).

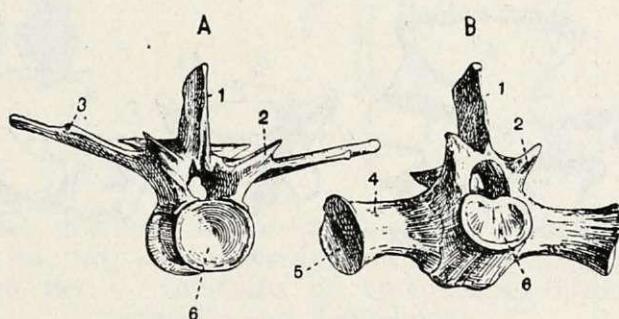
Reptīlu ekstrēmitāšu skelets. Spēcīgam, lielāko tiesu īsam humeram ir parasti labi attīstīts tuberculum radiale un ulnare, kādēļ tā augšgals izskatās trīsstūrains. Hatteria, Sauria un Chelonia humera radiālā malā, tā stipri attīstītā

epicondylus radialis, atrodas foramen ectepicondyloideum, kurā ietverts nervus radialis. Gintij Hatteria bez tam vēl ir foramen entepicondyloideum humerus ulnārā malā. Tas domāts nervus medianus un arteria brachialis caurejai un atrodas epicondylus ulnaris iekšienē. Tā kā tas bieži sastopams arī zīdītājiem, tad tas filoģenetiskā ziņā ir sevišķi interesanti. Reptīļu ulna spēcīgāka par radiusu un tai pie Sauria un Chelonia parasti stipri izteikts izcilnis olecranon.

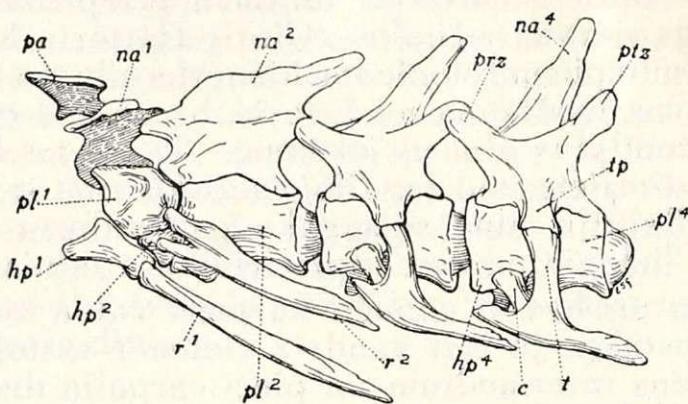
Hatteria un bruņu rupuču karpusā valda vēl diezgan primitīvi apstākļi, jo šeit gandrīz vienmēr sastopams viens centrale, viens intermedium un pieci carpalia distalia. Dažreiz pat uzglabājušies vēl divi centralia, lielāko tiesu gan saauguši vienā elementā, vai arī centrale saplūst ar radiale. Bruņu rupuču carpus var vienkāršoties, pie kam centrale (c. ulnare) saaug ar radiale, kā arī carpalia saplūst kopā (piem. carpale 5 ar 4, vai 1 ar 2).



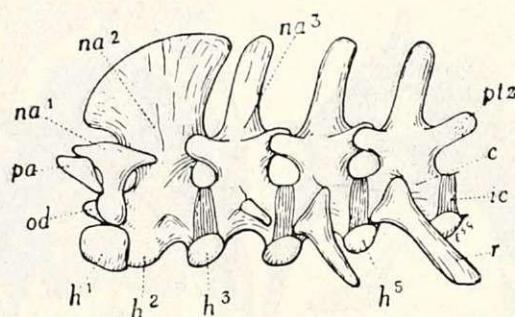
Zīm. 251. Boa, *Python*. Skriemelis krāniāli un kaudāli. c — centrs (= skriemeļa ķermenis), poz — postzygapophysis, prz — praezygapophysis, za — zygantrum, zs — zygospaena. (Pēc Kingsley'a).



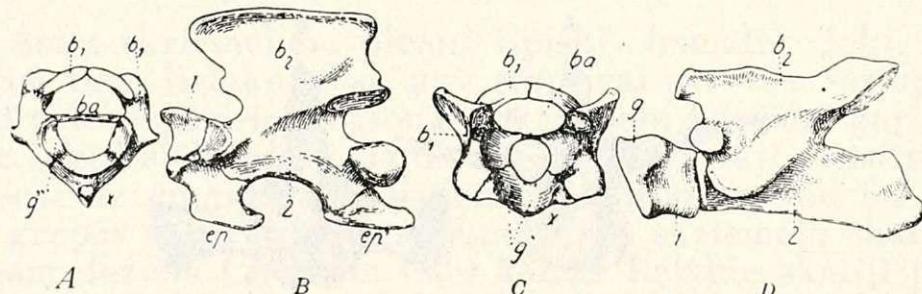
Zīm. 252. Jauns *Crocodilus palustris*. A — pēdējais krūšu un B — pirmais gurnu skriemelis krāniāli. 1 — proc. spinosus dorsalis, 2 — praezygapophysis, 3 — locitavas bedrīte ribas galviņai, 4 — sakrālā riba, 5 — savienošanās vieta ar ilium, 6 — skriemeļa ķermeņa konkāvā priekšējā virsma. (Pēc Reynolds'a.)



Zīm. 253. *Crocodilus niloticus*. Priekšējie četri kakla skriemeli, laterāli. c — capitulum, hp — hemapofize, na — neurapofize (neurālais loks), pa — proatlas, pl — skriemela kermenis, Prz — prezigapofize, ptz — postzigapofize, r — riba, t — tuberculum, tp — proc. transversus (= diapofize), pl¹ — proc. odontoideus jeb dens epistrophei. (Pēc Goodrich'a.)



Zīm. 254. *Hatteria (Sphenodon)*. Kakla skriemeli. c — skriemela kermenis, h — hemapofize, ic — saistaudu starpskriemelu disks, na — neurālie loki, od — epistrofeja proc. odontoideus (dens epistrophei) = atlasa skriemela kermenis, pa — proatlas, ptz — postzigapofize, r — riba. (Pēc Goodrich'a.)



Zīm. 255. Ķirzaka *Varanus*. A — atlas krāniāli, B — epistropheus laterāli. Bruņrupucis *Testudo*. C — atlas krāniāli, D — epistropheus laterāli. b₁ — atlasa loks, ba — saite atlasā, kas palīdz izveidot atveru epistrofeja zobam (1), Ep. Ep₁ — nepārū pārkaulojumi (epifize), x — kaula gabals, kas palīdz izveidot atlasu no apakšas. (Pēc Boas'a.)

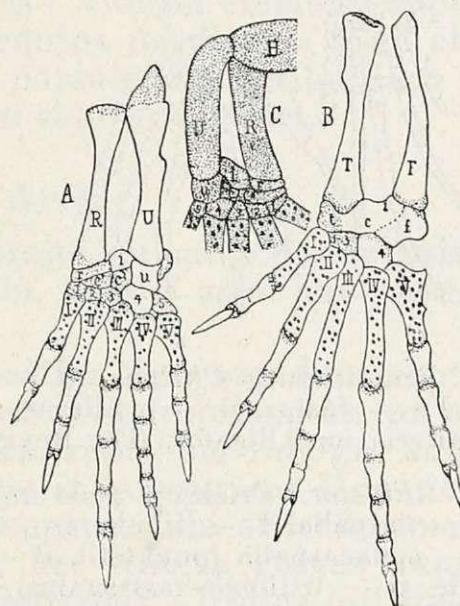
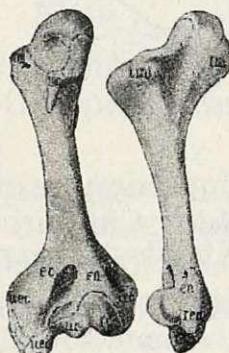
Ķirzaku karpusā pieaugušā stadijā parasti nav intermedium, vai arī tas tikai vāji attīstīts. Lielāko tiesu sastopams tikai viens centrale, toties bieži atrodami vēl visi pieci carpalia.

Krokodiliem stipri modificēts carpus. Proksimālā rindā šeit atrodas tikai divi spēcīgi iegareni kauli: radiale, kas sevī droši vien uzņemis arī intermedium, un mazliet tievākais ulnare. Distāli no tiem atrodas saplūdušie carpalia 3, 4 un 5, un bez tam vēl viens kauls, kas radies no pārējiem carpus elementiem. Carpale 2 liekas būt saplūdis ar metacarpale 1.

Reptīļu pakaļkājā vispirms uzkrīt tas, ka tibijas (kas daudz spēcīgāka par fibulu) augšgals stipri paplašinās un tādā kārtā artikulē ne tikai ar epicondylus tibialis, bet arī ar ep. fibularis. Tādējādi fibula spiesta savienoties tikai ar fibulārās locītavas galviņas ārejo daļu. Dažu ķirzaku cela locītavas priekšējā pusē apakšstilba lielā stiepēja muskuļa cīplā sastopams skrimšķa vai kaula skeleta veidojums, cela plātnē jeb patella.

257

256

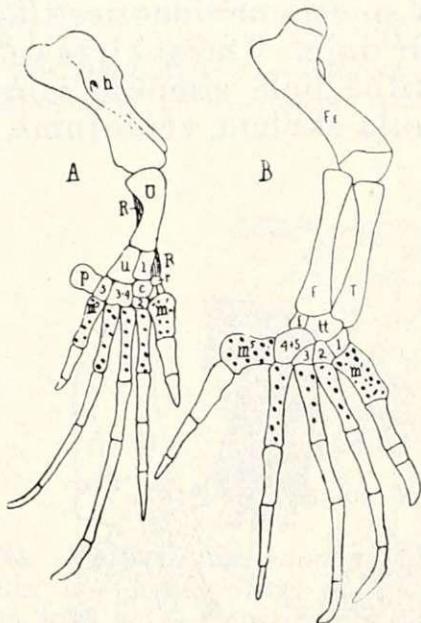


Zīm. 256. *Hatteria*. Kreisais humeruss. ec, en — foramen ect- un entepicondyloideus; tm, tmj — tuberculum minus un majus; rc — epicondylus radialis; uc, uec — condylus un epicondylus ulnaris. (Pēc Fürbringer'a, no Kingsley'a).

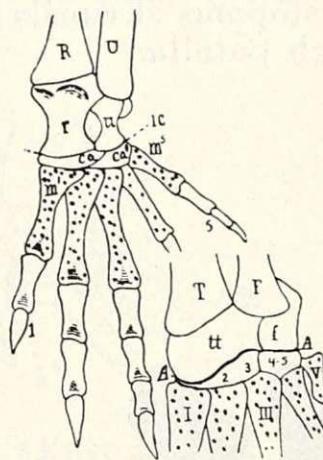
Zīm. 257. *Hatteria*. A — priekškāja, B — pakaļkāja, C — embrionālais carpus. c — centralia, F — fibula, f — fibulare, H — humerus, i — intermedium, R — radius, r — radiale, T — tibia, t — tibiale, U — ulna, u — ulnare, I—V — metacarpalia vai metatarsalia, 1—5 — carpalia vai tarsalia. (Pēc Osborn'a un pēc Schauinsland'a, no Kingsley'a, pārgrozīts.)

Tarsus speciālizācija novērojama jau Chelonia kārtā. Šeit tibiale, intermedium un centrale vietā stājas liels viengaļala veidojums, t. s. astragalus, kas pēc daudzu autoru domām rodas no minēto triju elementu saplūšanas. Bet spriežot pēc dažiem palaiontoloģiskiem faktiem, tagadējiem reptiliem tibiale vispāri gājis zudumā: Fibulare ļoti cieši piesaistās pie astragalus, vai arī saaug ar to. Viens, retāk divi centralia embrionāli aizmetas haterijām, Sauria un dažiem Chelonia. Bruņu rupuču tarsalia distālā rinda sastāv no četriem kauliem, no kuriem ceturtais atbilstu vai nu ceurtam tarsale, vai arī saplūdušiem 4 un 5.

258



259



Zīm. 258. Bruņurupucis *Chelone*. A — priekšķāja, B — pakaļķāja. h — humerus, Fe — femur, p — pisiforme, tt — tritibiale. Citi apzīmējumi kā pie Hatteria un Alligator. (Pēc Reynolds'a, no Kingsley'a, pārgrozīts.)

Zīm. 259. *Alligator*. Priekšējā pēda un tarsus. AA — intertarsālā locītava. c — carpalia, F — fibula, f — fibulare, ic — interkarpālā locītava, m — metacarpalia (punktēti), R — radius, r — radiale, T — tibia, t — tibiale, tt — tritibiale (astragalus), U — ulna, u — ulnare, 2—5 — tarsalia, I—V — metatarsalia (punktēti). (Pēc Gegenbaur'a, no Kingsley'a, pārgrozīts.)

Hatteria un Sauria tarsus vienkāršošanās iet vēl tālāk. Fibulare aizvien saaug ar astragalus un tā radies kauls relatīvi cieši un maz kustīgi piekļaujas apakšstilbam. Hatteria tarsalia distalia rinda sastāv no 2., 3. un 4. elementa, bet ķirzakām tā sastāv tikai no 3. un 4. elementa. Tarsale 1 un ķirzakām arī 2 saplūst ar attiecīgiem metatarsalia. Tāda uzbūve ir par iemeslu tam, ka ķirzakām kājas locītava pār-

vietojas starp abām tarsālo kaulu rindām. Šādu locītavu sauc par intertarsālo locītavu.

Krokodīlu tarsus attīstījies mazliet citā virzienā. Ievērojami lielais astragalus cieši sakļaujas ar tibia. Fibulare ir stipri izstiepts uz pakaļgalu un kalpo šeit galvenās cīplas piestiprināšanai. Tā kā fibulare (saukts calcaneus), kā arī stipri reducētie tarsalia distalia pieslienas metatarsusam, tad krokodīlu intertarsālā locītava iet starp astragalus un pārējiem tarsus elementiem.

Mēs noslēdzam reptīļu skeleta aprakstu ar dažiem vārdiem par *vēdera ribām*, jeb vēdera sternumu. Sie kaula elementi atbalsta vēdera sienu. Tie atrodas ventrālās muskulātūras ārējā kārtā un izrādās par saistaudu kauliem. Jau šī pēdējā iemesla dēļ mēs nedrīkstam sajaukt tos ar īstām ribām, jo tās veidojas skrimšlāini. Šķērsām ķermenī guļot, šīs vēdera ribas ciešā rindā seko viena otrai, no sternuma līdz pubis. *Krokodīliem* mēs atrodam prāvākus kaula gabalus, kas savā sakārtojumā atbilst ribu pāru skaitlim. Mediānā plāksmā tie nesaistās, bet katrā pusē izveido divas daļas, jo sānos atsevišķi gabali savienojas cieši viens otram piekļaujoties. *Haterijas* vidējie elementi saplūduši. Šiem pa labi un kreisi pievienojas pa vienam sānu elementam. Šeit vēdera ribu skaits pārsniedz īsto ribu pāru skaitu (tā tad arī ķermeņa segmentu skaitu) divkārt.

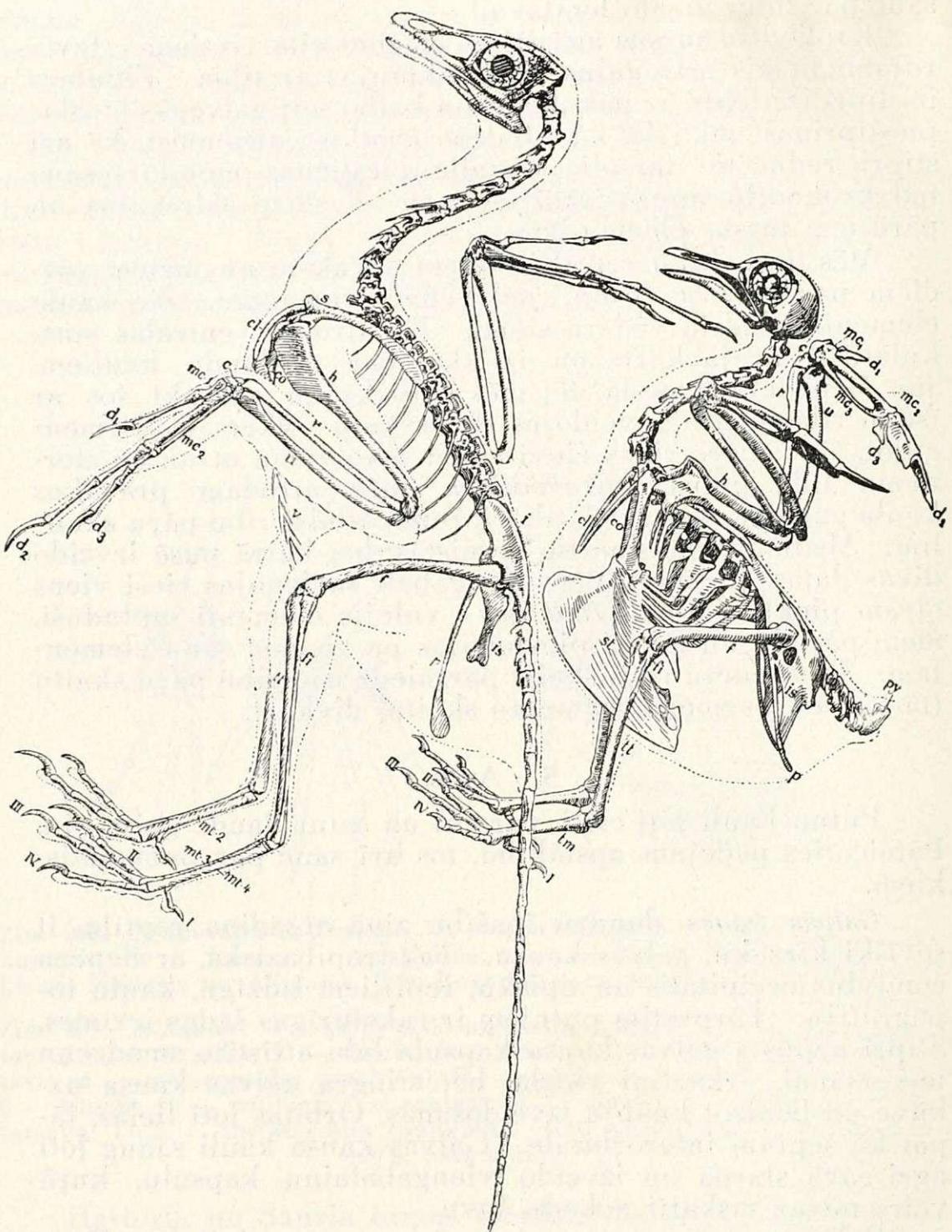
5. Aves.

Putnu kauli ļoti cieti, poraini un satur daudz gaisa eju. Pateicoties pēdējam apstāklim, tos arī sauc par pneumatiskiem.

Galvas kauss daudzu īpašību ziņā atgādina reptīļu, it sevišķi ķirzaku, galvas kausu. Tas tropibazisks, ar nepāru condylus occipitalis un tipisku, reptīļiem līdzīgu, kaulu topografiju. Turpretim putniem ir raksturīgas šādas iezīmes. Stipri uzpūsta galvas kausa kapsula labi attīstīto smadzeņu ietveršanai, ārkārtīgi viegla, bet stingra galvas kausa uzbūve un beidzot knābja izveidošanās. Orbitas ļoti lielas, tāpat kā septum interorbitale. Galvas kausa kauli saaug ļoti agri savā starpā un izveido viengabalainu kapsulu, kurā vairs nevar saskatīt nekādu šuvu.

Pakauša reģionā aizmetas pāru supraoccipitale. Gandrīz vienmēr trūkst proc. paroticus.

Galvas kausa pamatā parabasale (parasphenoid) stipri reducēts. Tas veido īsu rostrum sphenoidale un kaudāli uz basisfenoida sāniski paplašināts. Šī viņa daļa aizmetas pāru skaitā un vēl nesen to uzskatīja par putnu galvas kausa pat-



Zīm. 260. Restaurēts archaiopteriķa skelets, salīdzinot ar baloža skeletu (kas uzzīmēts vairāk pamazināts). cl — clavicula; co — korakoids; f — femur; fi — fibula; h — humerus; i — ilium; is — ischium; mt — metatarsalia; p — pubis; py — pigostils; s — scapula; st — sternum; tm — tarsometatarsus; tt — tibiotarsus; v — abdominālās ribas; I—IV — pirmais līdz ceturtam kājas pirksti. (No Heilmann'a.)

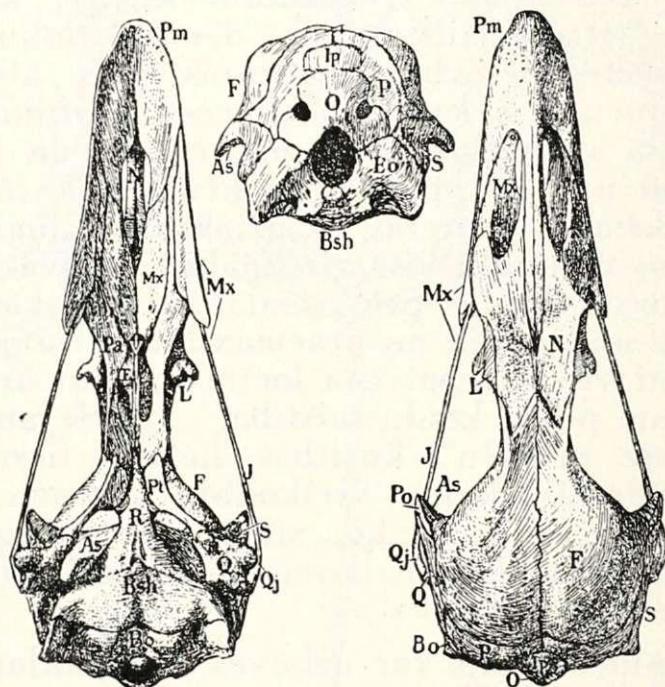
stāvīgu elementu un aprakstīja kā basitemporale. Galvas kausa sānu sienā sastopami orbito- un alisfenoidi. Squamosum liels un tas redzams arī galvas kausa kapsulas iekšpusē.

No primitīvo reptīļu galvas kausa abiem deniņu lokiem šeit uzglabājas tikai apakšējais, kas veidots no quadratojugale un jugale. Nav arī posttemporālā loka. Virsknābis sastāv no nasalia, praemaxillaria un maziem maxillaria. Ārējās kaula deguna atveras parasti lielas. Un tā kā arī fenestrae antorbitales stiepjas tālu uz priekšu, tad virsknābis izrādās loti viegli būvēts. Citādi skrimšķainā deguna šķērssienu pakaļējā daļa var pārkauloties kā ethmoideum. Virsknābis tikai augšā, pie galvas kausa vāka savienots ar neu-rocranium. Deguna šķērssienna nesavienojas ar interorbitālo šķērssienu. Starp virsknābja apakšmalu un kvadrātu, ārpusē, iet deniņu loks un vairāk mediāli palatinum un pterygoid. Pieaugušā stadijā nepāru vomers mediāni savienots ar palatīna kauliem un slīd brīvi gar septum interorbitale apakšmalu. Quadratum kustīgi savienots ar squamosum (streptostilija), ar deniņu loku un pterigoidu. Muskulim orbito-quadratus, kas atrodas starp orbitālo sienu u. t. s. kvadrāta processus orbitalis, savelkoties, kvadrāta apakšgals virzās uz priekšu un pārraida šo savu kustību uz palat.-pterigoida kēdi. Sakarā ar to virsknābja apakšmala pavirzās uz priekšu un augšu un tādā kārtā pacelas uz augšu viss virsknābis. Galvas kausa vāks pie tam ieliecas orbitas priekšmalā, galvenā kārtā tur, kur vāks veidots no nasalia un praemaxillaria izaugumiem. Pagaļiem šai vietā ir pat īsta locītava, kaut arī vēl uzglabājas pavisam plāna kaulu saistība. Apakšējam deniņu lokam šais „uz priekšu“ kustībās lielāko tiesu pakārtota loma. Tas drīzāk kalpo virsknābja pārvietošanai atpakaļ normālā stāvoklī, uz ko, starp citu, diezgan skaidri norāda tā ievērojamais smalkums un lokanība. (A. Dauvart, vēl nepublicētā darbā.)

Putnu mutes jumts var uzbūves ziņā pakļauties diviem dažādiem tipiem. Tā sauktā palaiognatā tipa galvas kausa pamatam ir labi attīstīti proc. basipterygoidei. Tiem streptostilijas mēchanisma darbības laikā piekļaujas palatinum-pterigoida kēde. Bet neognatam tipam rodas vēl otrs atbalsta punkts, kas pakāpeniski pārņem galveno lomu: un proti, pie vomera, kas, kā teikts, spēj brīvi slīdēt gar septum interorbitale. Šim tipam neizveidojas vis locītava starp palatinum un pterigoidu, bet pterigoids vēl sadalās divās daļās, pie kam mazākā priekšējā daļa saplūst ar palatinum.

Putnu apakšzoklis parasti viegli būvēts. Tas sastāv no tiem pašiem elementiem kā reptīļu apakšzoklis. Mekela skrimšla priekšgals pārkaulojas par mentomandibulare. Embrionālās attīstības laikā putnu, kā arī ķirzaku un čušku Mekela skrimslis iegūst pavism dīvainas formas, kas gan beidzot tomēr izdzīvē un skrimslis iet atkal taisnā līnijā. Šīs dīvainības izpaužas skrimšla dažādos izliekumos, kas novietoti vai nu embrionālā apakšzokļa horizontālā plāksnē, vai arī iet spirāliski, vilķa veidā. Šo izliekumu nozīme vēl nav noskaidrota.

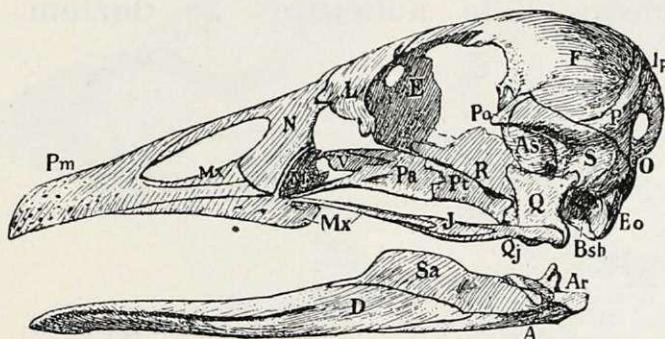
Pēc embrionālās attīstības putnu *mugurkaulā* chorda galīgi izdzīvē. Bikonkāvi, amficēli skriemeļi sastopami tikai fosīlam *Archaeopteryx* no juras formācijas un kripta formācijā pazīstamā *Ichthyornis*. Putnu mugurkaulā var izšķirt visus tipiskos reģionus. Gaļajā, slaidajā un ļoti kustīgajā kakla reģionā raksturīgs tas, ka skriemeļu ķermenī savā starpā artikulē ar t. s. sedlu locītavu palīdzību. Ribu rudimentiem saplūstot ar augšējiem un apakšējiem šķērszariem, rodas mums jau no reptīļiem pa-



Zīm. 261. *Anser anser*, zoss. Jauna putna galvas kauuss. A — angulare; Ar — articulare; As — alisphenoidale; Bo — basioccipitale; Bsh — basitemporale; D — dentale; E — mesethmoidale; Eo — exoccipitale; F — frontale; Ip — „interparietale“; J — jugale; L — praefrontale; Mx — maxillare; N — nasale; O — supraoccipitale; P — parietale; Pa — palatinum; Pm — praemaxillare; Po — postfrontale; Pt — pterygoideum; Qu — quadratum; Qj — quadratojugale; R — rostrum parasphe- noidale; S — squamosum; Sa — supraangulare; V — vomer. (Pēc Schiöler'a.)

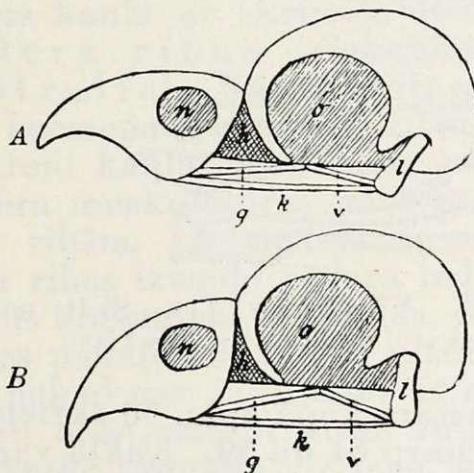
zīstamās foramina intertransversaria. Abi hemālie loki un apakšējais atlasa gabals saaug vienā vienībā, kuļā bieži var pārkauloties pat epistropheus zobveidīgo (dens) izaugumu fiksējošā šķērssaite, tā ka tam iznāk rotēt it kā kausā.

Torakālā reģionā skriemeļi savā starpā savienojas par mazkustīgu veidojumu. Starp tiem atrodas šķiedrainā skrimšļa saites diskī. Skriemeļiem un to processus spinosi tieši saaugot, šeit rodas t. s. notarium. Tāpat kā recentiem reptiliem sakrālais reģions sastāv no diviem skriemeļiem, tā arī putnu embrijiem sastopami tikai divi sakrālie skriemeļi, kas savienoti ar ilium ar ribu rudimentu palī-



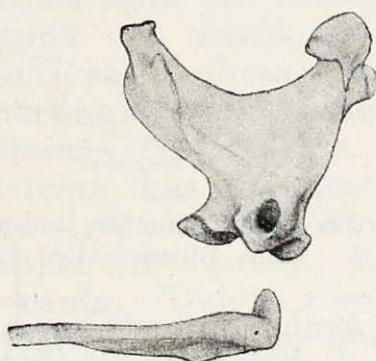
Zīm. 262. *Anser anser*, zoss. Jauna putna galvas kauss profilā. Burtu izskaidrojumu skat. iepriekšējā zīmējumā. (Pēc Schiöler'a).

263



Zīm. 263. Putnu streptostilijs mēchanisms, schēmatiski. A — paceltā, B — nolaistā knābī, g — palatinum, k — apakšējais denīju loks, l — quadratum, F — pterygoideum, o — orbita. (Pēc Boasa).

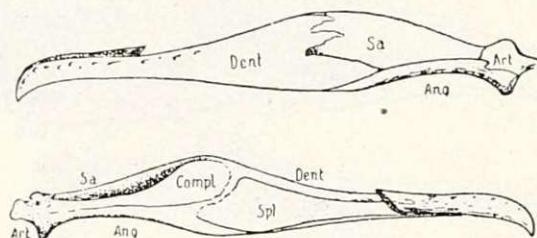
264



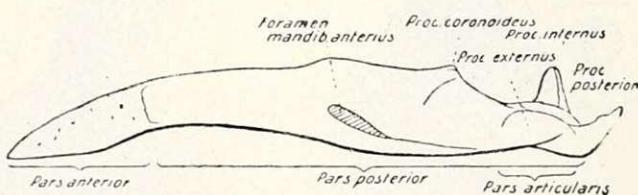
Zīm. 264. *Phoenicopterus*, flamingo. Kreisais kvadrāts un denīja loks, laterāli. Jāievēro denīju loka locītavas izcilnis un kvadrāta locītavas bedrīte. (Pēc Dauvart, institūta darbs.)

dzību. Vēlāk te nāk klāt arvien vairāk skriemeļu un ribu, no lumbālā un pat no torakālā reģiona, kā arī no astes. Sakarā ar tādu pievienošanu rodas t. s. putnu saliktais sakrumms jeb synsacrum. Tā mēs varam izšķirt sinsakro-torakālos, sinsakro-lumbālos, sinsakro-sakrālos un, beidzot, sinsakro-kaudālos skriemeļus.

Tagad dzīvojošo putnu mugurkaula astes daļai vairāk vai mazāk rudimentārs raksturs. Lidotāju sugām (*Cari-nata*) pēdējie skriemeļi saplūst sagitāli, reizēm sānos paplašinātā plātnē. Šis t. s. *p i g o s t i l s* jeb *u r o s t i l s* kalpo astes jeb stūres spalvu piestiprināšanai. Dažiem Ratitae (skrejputniem jeb strausveidīgiem) urostila nav, bet viņu mugurkaula astes daļa nobeidzas ar dažiem reducētiem skriemeļiem.



Zīm. 265. *Oceanodroma leucorrhoea* (Vētras putni). Jauna putna kreisais apakšokļa zars. Augšā laterāli, apakšā mediāli. Ang — angulare; Art — articulare; Compl — complementare; Dent — dentale; Sa — supraangulare; Spl — operculare. (Pēc Pycraft'a no Lebedinsky, institūta darbs.)

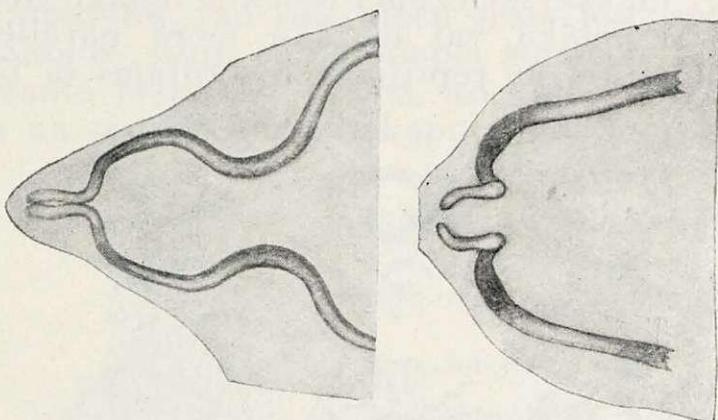


Zīm. 266. *Crax alector* (hoko putni). Apakšoklis. Skats no laterālās puses. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

Archaeopteryx'am bij pavisam kopā apm. 50 skriemeļu. Tagad skriemeļu skaits variē starp 64 un 39. Kaklā var būt 13 līdz 25 skriemeļi, krūšu reģionam 6 līdz 10. Sakrumms aptvej 9 līdz 22 kopā saaugušus skriemeļus, starp sakrumu un pigostilu atrodas 8 līdz 6 brīvi skriemeļi.

Reptiliem, putniem un zīdītājiem *ribas*, mugurkauls un krūšu kauls izveido stipru krūšu kurvi. Sakarā ar to plecu josla var labāk atbalstīties un, no otras puses, ievērojamī palielinās elpojamā mēchanisma darbības spēja. Ar krūšu

kurvja kustību palīdzību amnioti aktīvi ievelk gaisu plaušās. Pie tam ribas sevišķi izveidotas, proti, div- un trīsdaļīgas. Vienmēr pārkaulojies dorsālais gabals tiek devēts par *costa vertebralis*, kaula vai arī kalķaskrimšķaino ventrālo gabalu sauc par *costa sternalis*. Starp tiem var atrasties vēl viens gabals, *costa intermedia*. Tā ir kaula vai skrimšķaina. Starp visiem šiem gabaliem priekšā atrodas valējs leņķis. Tam izstiepjoties, sternum attālinās no mugurkaula, tā ka krūšu kurvis var paplašināties.

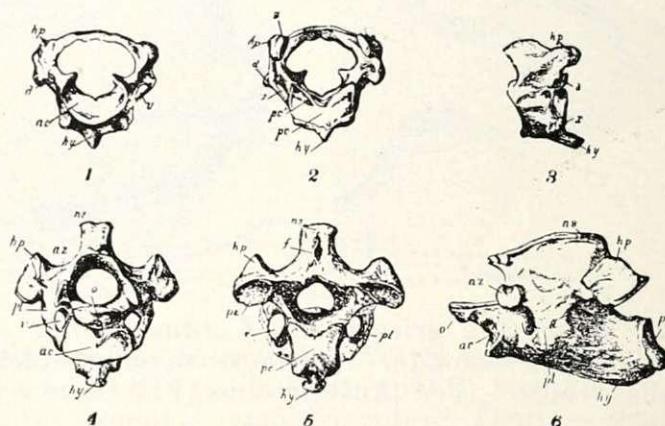


Zīm. 267. Putnu *Muscicapa grisola* un *Corvus cornix* caurspīdinātie embrionālie apakšzokļi. Jāievēro savādais Mekela skrimšļu izliekšanās veids. (Pēc Anšmit, institūta darbīs.)

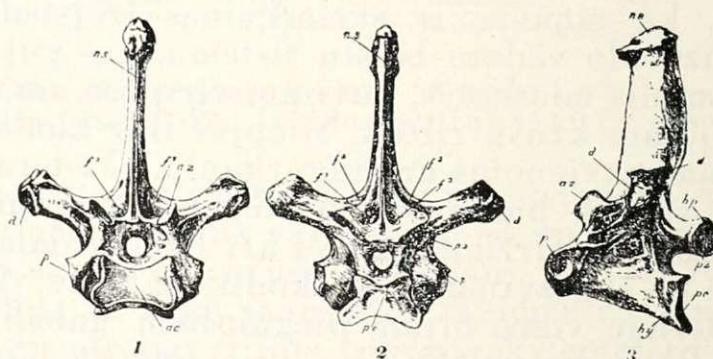
Beidzot, dažu reptīļu skeletā bez visiem līdz šim apskatītiem kaula un skrimšļa elementiem sastopamas arī t. s. vēdera ribas (abdominālās ribas, parasternum, gastralia). Kā jau pats nosaukums rāda, šie veidojumi guļ ķermeņa vēderpusē. Tie ir vairāk vai mazāk smalki, iegareni kaula gabali, kas rodas ādas saistaudiem (vai arī vēdera muskulātūras mioseptām) pārkaulojoties, kamēr īstām ribām, kā zināms, ir skrimšķainas izejstadijas. Vēdera ribas izveido vēdera balstu sistēmu, kas guļ *musculus rectus abdominis* mioseptās, pavism virspusē, un, pievienojoties pakaļējām krūšu ribām, stiepjas līdz bļodai. Šīs ribas nekad nav savienotas ar mugurkaulu. Vēdera ribu elementi abās vēdera pusēs līdzīgi stegocefaļu kaula zvīņām konverģē krāniālā virzienā, kādēļ arī lielākā daļa pētnieku tās atvasina no šīm zvīņām. Krokodiliem katram vēdera riba sastāv no diviem viens otram piegulošiem gabaliem. Turpretim pie Rhynchocephala (*Hatteria*) abi mediānie gabali saauguši vienā vienīgā nepāru gabalā. Pie Archaeopteryx nepāru vidējā gabala nebija, tā ka katrā vēdera pusē tam bija tikai vienkārša kaula gabalu rinda.

Putnu ribas sastāv tikai no diviem nodalījumiem, no kuļiem augšējais parasti attīsta t. s. kāšveida atraģi, proc. uncinatus. Šis atraģis aizķer turpmāko ribu un tā pavairo vispārējo krūšu kurvja stiprumu. Ribu augšējie nodalījumi bieži ļoti plati, kas arī mēchaniskā ziņā ļoti svarīgi. Proc. uncinatus esība liecina par putnu tuvo radniecību ar *Hatteria* un *Krokodilia*, kam arī ir līdzīgi veidojumi. *Archaeopteryx*'a ribas bij vēl plānas un apaliskas, līdzīgas ķirzaku ribām.

Putnu *sternums* vienmēr labi pārkaulojies. Tas plākšņveidīgs, gaŗ- un šķērsgriezumā izliekts, lielāko tiesu gaŗāks, nekā plats, ar lielākā vai mazākā mērā parallēlām sānu malām. Salīdzinot ar reptiliem, ievērojams tā lielums, kā



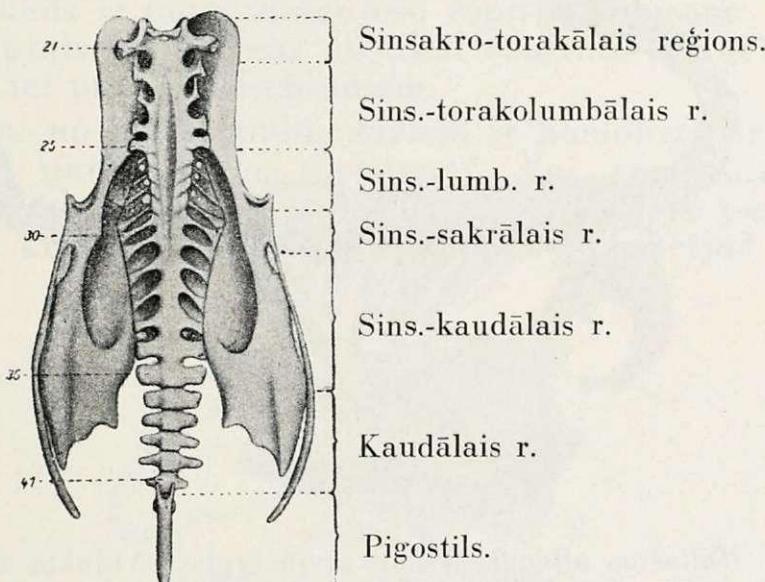
Zīm. 268. *Struthio camelus*, strauss. 1, 2, 3, atlās; 4, 5, 6 epistropheus. Pa kreisi skats no krāniālās pusēs, pa labi no sāniem, vidū no kaudālās pusēs. ac — skriemēla ķermēna priekšējā locītavas virsma; az — prezigapofize; ns — processus spinosus; p — diapofize; pc — skriemēla ķermēna kaudālā locītavas virsma; ps — parapofize; pz — postzigapofize; v — foramen transversum; z — postzigapofize. (Pēc Mivart'a)



Zīm. 269. *Struthio camelus*, strauss. Pēdējais brīvais krūšu skriemelis. 1. krāniāli; 2. kaudāli; 3. laterāli. ac, az, ns, pc, pz, kā iepriekšējā attēlā. d — diapofize; p — iedobums ribas galviņai (capitulum). (Pēc Mivart'a.)

arī tas, ka tā pakaļējā mala ir vai nu stipri izrobota, vai pat apgādāta logiem (spraugām). Visu lidotāju putnu sternumam spēcīga mediāla ventrāla šķautne, t. s. krūšu kīlis jeb *crista (carina) sterni* spēcīgās lidmuskulātūras piestiprināšanai. Strausveidīgiem putniem šā kīla nav. Sternuma priekšējai malai ir sevišķas locītavu bedrītes spēcīgo korakoidu piestiprināšanai. Episternuma putnu sternumam nemaz nav.

Putnu *plecu josla*, piemērojoties lidošanai, stipri spēcializējusies. Tā kā lidojot visu ķermeņa svaru nes priekšējās ekstrēmitātes, tad šeit plecu josla ļoti spēcīgi attīstīta. Korakoids stiprs un izstiepts gaļumā, kādēļ arī humeram domātā locītavas virsma, ko veido korakoida distālais gals un tam pieaugusi skapula, guļ augstāk nekā ci-



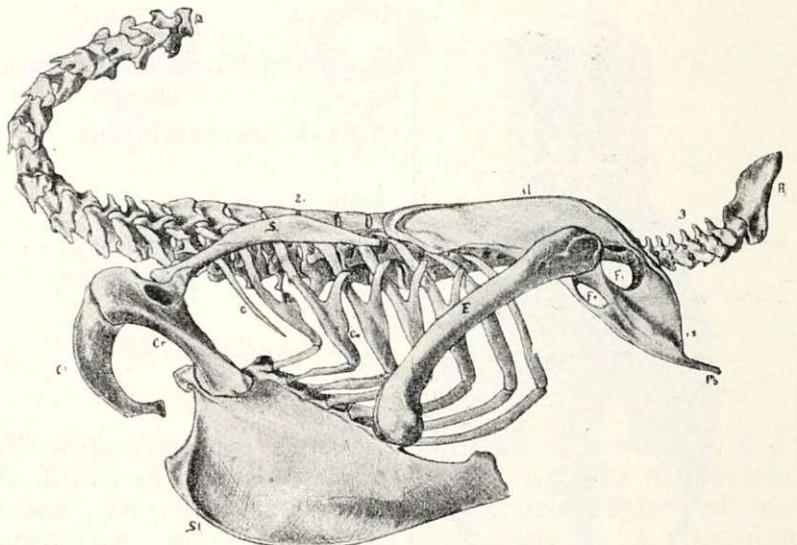
Zīm. 270. *Gallus domesticus*, vista. Bloda, synsacrum un astes mugurkauls, ventrāli. (Pēc du Toit.)

tiem dzīvniekiem. Sakarā ar to lidojošā putna smaguma punkts pārlikts uz apakšu. Zobenveidīgā scapula stiepjās kaudāli līdz pat sakrālam reģionam. Episternuma (interklavikulas) nav. Abas klavikulas ventrāli mediāni savā starpā saaug un veido t. s. putnu skeleta dakšinu jeb furkulu. Šai saauguma punktā furcula bieži pāriet nepāru atraģi, kas ar ligāmenta palīdzību, vai arī tieši saauget, savienots ar carina sterni.

Strausveidīgiem putniem plecu josla manāmi reducējusies. Korakoids un scapula mazāki nekā labiem lidotājiem, furkula rudimentāra (*Dromaeus*) vai arī tās pavisam nav.

Juras laikmeta Archaeopteryx, kas citādi pilnīgi putnveidīgs, bij ar plecu joslu, kūrāi īss, četrstūrains koraikoids.

Pieaugušiem putniem visi *błodas* elementi izrādās saplūduši par vienu vienīgu kaulu. Ilium ļoti stipri izplešas uz priekšu un pakaļgalu, tā ka var izšķirt tā prae- un postacetabulāro daļu. Gaļais lentveidīgais pubis un plākšņveidīgais, distāli paplašinātais ischium lielākā vai mazākā mērā vērsti kaudāli. Pretēji tipiskai reptīļu *błodai*, putnu *błodai* ventrāli nav simfizes, tā tad valēja. Tikai strausveidīgiem tā dažreiz izveidojas, bet tad tā cēlusies sekundāri. Tālāk putnu *błodai* tipisks ilia saaugums preacetabulārā reģionā, strausveidīgiem arī postacetabulārā reģionā. Pubisam un ischiumam saplūstot netālu no acetabulum



Zīm. 271. *Haliaëtus albicilla*, lielais zivju ērglis. Vidukļa skelets un femurs. 1 — kakla skriemeļi; 5 — astes skriemeļi; 1a — atlas; Cl — clavica; Cr — korakoids; c — brīvā riba; Co — īstā riba; F — femur; Fi — foramen ischiadicum; Fo — foramen obturatorium; il — ilium; is — ischium; Pb — pubis; Pg — pigostils; Pu — processus uncinatus; S — scapula; St — sternum. (Pēc Schiöler'a.)

daudziem putniem rodas eja, kuru nepareizi dēvē par foramen obturatorium, lai gan tas, kā mēs to jau redzējām, var būt sastopams tikai pubisā. Ischiuma distālajam galam ar pubis savienojoties, var bez tam vēl izveidoties gaļāks logs, t. s. *foramen oblongum*. Starp ischium un postacetabulāro ilium liešlēgts lielāks *foramen ischiadicum*. Dziļais acetabulum femura galvai ir arī mediāli atvērts, tā tad patiesībā tas ir piltuvjveidīga bedrīte.

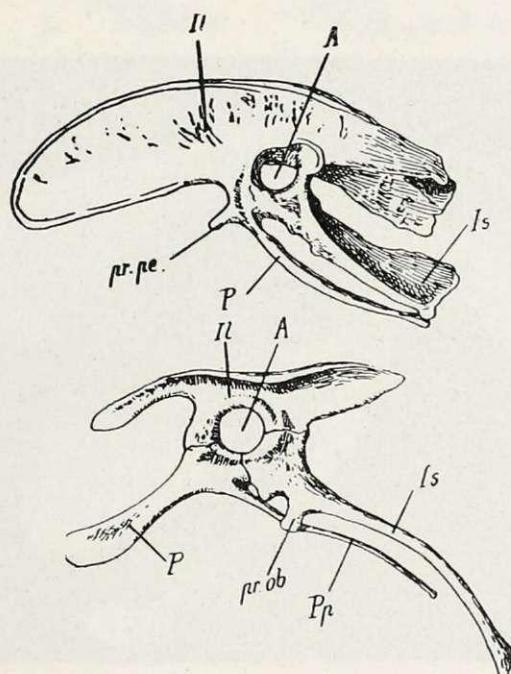
Tai vietā, kur preacetabulārais ileum savienojas ar pubis, dažiem putniem acetabuluma priekšējā malā rodas mazs

krāniāli vērsts atraģis, proc. pectinealis jeb spina iliaca. Kā rāda embrioloģija, tas karinātiem (lidotājputniem) noteikti rodas no ilium. Strausveidīgiem putniem (Ratitae) turpretim tā izveidošanā nēm dalību abi elementi, ilium un pubis, kas šeit sastopas viens ar otru. Šī topografiskā līdzība ar to prepubisa atraģi, kas dinozauriem rodas no pubis acetabulārā gala, bieži bijusi par pamatu ieskatom, ka šie divi veidojumi homologi.

Vispāri t. s. Ornithischia dinozauru atklāšana ienesa lielu sajukumu līdz tam laikam par tipisku putnu pubis uzskatītā elementa homoloģizējumā. Īsi sakot, lieta grozās ap šādu problēmu.

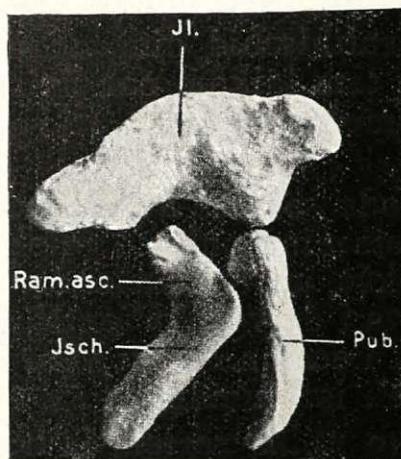
Ornithischia bloda sevišķi atšķiras no visiem reptiliem ar to, ka tai ir divstarains pubis. Priekšējais stars vērsts ventrāli un uz priekšu un tā tad ieņem apmēram tādu pat stāvokli, kāds ir tagad dzīvojošo reptiliu pubisam. Turpretim pakaļējais stars liecas ne tikai ventrāli, bet arī kaudāli un tā tad iet parallēli ischiumam.

Kuŗam no abiem pubis zariem ir homologs priekšējais apakšējais putnu blodas elements? Vai var putnu proc. pectinealis atvasināt no Ornithischia priekšējā pubis zara, pieņemot, ka šeit notikuusi pakāpeniska redukcija?

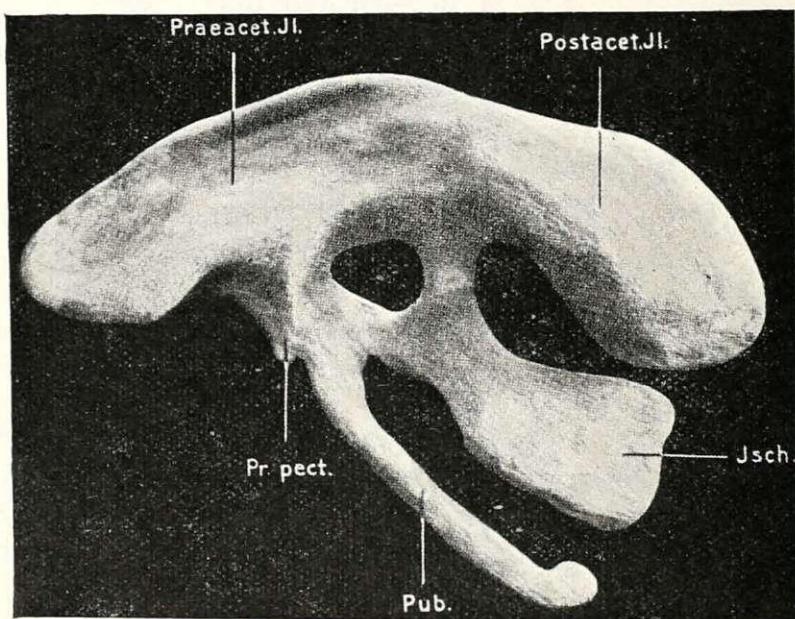


Zīm. 272. Strausveidīgā *Apteryx*'a un dinozaura *Iguanodon*'a blodas, laterāli. A — acetabulum, II — ilium, Is — ischium, P — pubis, prpe — processus pectinealis, Pp — postpubis. (Pēc Marsh'a un pēc Dollo, no Abel'a.)

Tā kā processus pectinealis rodas no iliuma, un putnu bļodas priekšējais apakšējais elements (pubis) embrionāli stāv pret ilium tuvināti vertikāli, tad kā īstu reptīļu pubisa homologu var uzskatīt tikai šo priekšējo apakšējo gabalu, vēl jo vairāk tādēļ, ka proc. pectinealis pirmās attīstības stadijās vispāri vēl iztrūkst.

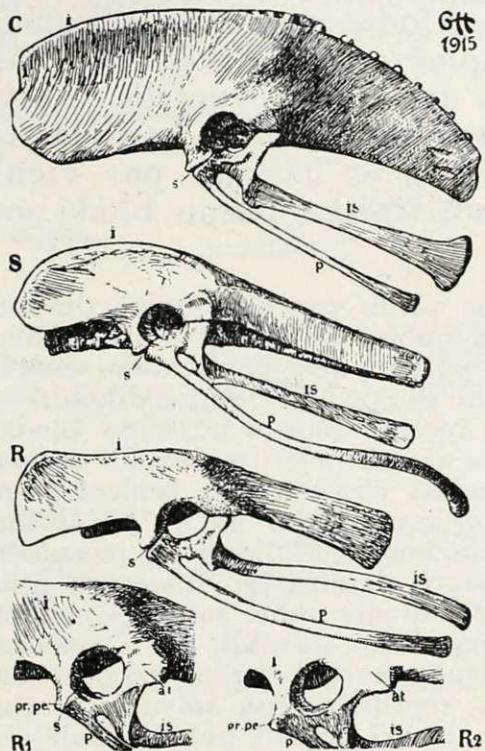


Zīm. 273. *Larus ridibundus*, kaija. Embrionālās bļodas modelis. Labā puse, laterāli. Jāievēro vertikālais, reptīlveidīgais pubis stāvoklis. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

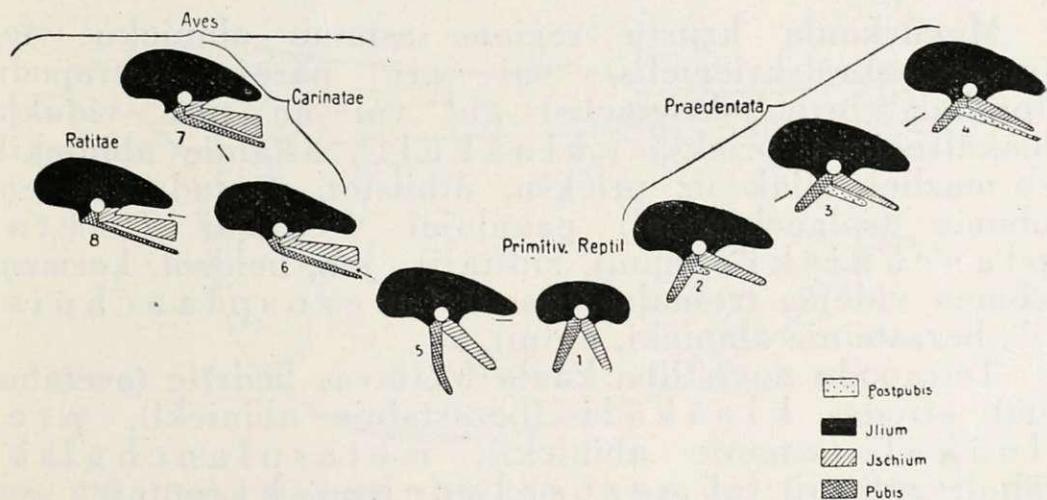


Zīm. 274. *Gallus domesticus*, vista. Embrionālās bļodas modelis. Kreisā puse, laterāli. Pubis (Pub.) jau mazliet pagriezies kaudālā virzienā. Pr. ect. — processus pectinealis; Praeacet. II — preacetabulārais (acetabuluma locītavas bedrītes priekšā novietotais) ilium. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

Šis processus pie Carinatae pēc savas izcelšanās ir iliuma izaugums. Tādēļ arī to nevar vest nekādā ģenetiskā sakarībā ar divstaraino Ornithischia pubīsu, bet tas drīzāk jāuzskata kā iliuma atraģis muskuļu piestiprināšanai. Pie



Zīm. 275. Trīs jaunu strausveidīgo putnu bļodas. C — kazuārs; S — strauss; R — *Rhea americana* (nandu); R₁ — jauna, tomēr jau pieauguša nandu (*Rhea*) acetabulārā daļa; R₂ — tas pats, tikai vecākam putnam. Jāievēro saauguma līnijas (s) stāvoklis starp ilium (i) un pubis (p) pie processus pectinealis (pr. pe). (Pēc Heilmann'a.)



Zīm. 276. Putni un *Dinosauria praedentata*. Bļodas filoģenetiskās attīstības schēma. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

Ratitae (*Casuarius* un *Apteryx*), kam pēc Baura un Parkera pusi no processus pectinealis izveido ilium, bet otru pusi — pubis, nav nekādas pamatotas vajadzības šī atraģa apakšējo, pubisam piederošo daļu uzskatīt par *Ornithischia* pubisa priekšējā zara rudimentu, jo arī šiem putniem priekšējais apakšējais bļodas elements sākumā ieņem stāvokli, kas pret ilium apmēram vertikāls un tāpēc noteikti atbilst *Carinat*'u kā arī recento reptīlu embrionālam pubisam.

Turpretim proc. pectinealis, kaut tā izveidošanā būtu piedalījies arī pubis, es uzskatu par vienkāršu izaugumu, kas izveidojies jau tipiskā putnu bļodā muskuļu piestiprināšanai.

Beidzot vēl pāris vārdu par divstarainā dinozauru pubisa, kā arī citu reptīlu vienkāršā pubisa homoloģijas attiecībām.

Ir pierādīts, ka putnu pubis un ischium visagrākās skrimšļa stadijās ir ilium gareniskai asij gandrīz perpendikulārs un tādā kārtā ieņem stāvokli, kas tuvojas recentu reptīlu attiecīgo bļodas elementu stāvoklim. Vēlākās stadijās abi skrimšļi šo stāvokli maina. To distālās daļas pamazām griežas kaudālā virzienā, līdz beidzot pubis, ischium un ilium gul viens otram gandrīz parallēli. Ja nu no abiem *Ornithischia* pubis zariem pakalējais būtu homologs putnu un recento reptīlu pubisam, tad varētu sagaidīt, ka starp daudzajām dinozauru atliekām vajadzētu atrast arī tādas, kur pakalējais pubis zars vēl nebūtu sasniedzis parasto, ischiumam gandrīz parallēlo, stāvokli, bet izveidotu ar šo bļodas daļu lielāku vai mazāku leņķi, ko tad varētu uzskatīt kā jau konstatētā, sākumā preacetabulārā, reptīlu pubisa stāvokļa reminiscenci. Bet tas tā tomēr nav. — Cik mazs arī nebūtu pubis pakalējais zars un, no otras puses, cik stipri, pat ļoti stipri, tas arī nebūtu izveidots, vienmēr tas iet ischiumam pilnīgi parallēli. No tā mēs taisam slēdzenu, ka pakalējam pubis zaram rodoties, kā arī tā filoģenetiskās attīstības laikā, jau no pasaša sākuma tiek ieturēts tas virziens, kāds šai bļodas daļai konstatēts līdz šim pazīstamajos dinozauru skeletos. Tādēļ arī pakalējam zaram ar pilnu tiesību pienākas postpubis nosaukums, kamēr priekšējais pubis-zars reprezentē īsto pubis.

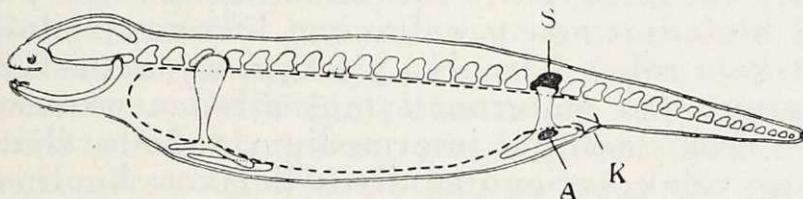
Mugurkaula krustu reģions (astaino abinieku vienīgais sakrālskriemelis, vai arī pārējo tetrapodu stiprākais pīmārskriemelis) gul vai nu tieši vidukļa kloākālreģiona priekšā („*k l o ā k ā l i*”, astainie abinieki), jeb mazliet tālāk uz priekšu, atbilstot, tā tad, ķermen-dobuma (*splanchnocoel*) pakalējai trešdaļai („*m e t a - s p l a n c h n i s k i*”, rāpuļi, zīdītāji), jeb, beidzot, ķermen-dobuma vidējās trešdaļas līmenī („*m e z o s p l a n c h n i s k i*”, bezastainie abinieki, putni).

Tetrapodu augšstilba kaula locītavas bedrīte (acetabulum) atrodas *k l o ā k ā l i* (bezastainie abinieki), *p r e - k l o ā k ā l i* (astainie abinieki), *m e t a s p l a n c h n i s k i* (rāpuļi, zīdītāji) vai *m e z o s p l a n c h n i s k i* (putni).

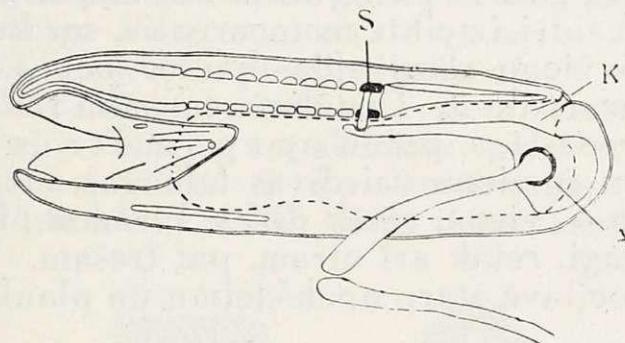
Acetabulums var atrasties (sk. 1. tezi) pīmāro krustu skriemeļu priekšpusē (presakrāli, ķirzakas), jeb to līmenī

(s a k r ā l i, astainie abinieki, krokodīli, bruņu rupuči, putni), jeb aiz šiem skriemeļiem (p o s t s a k r ā l i, bezastainie abinieki, zīdītāji).

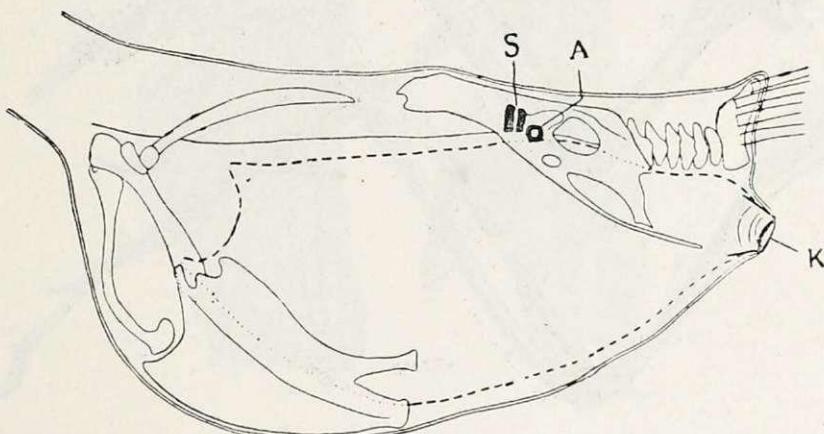
Putnu *prieķējā ekstrēmitāte*, sakarā ar tās pārveidošanos spārnā, ir pārdzīvojusi lielas pārmaiņas, sevišķi plaukstā. Roka parasti ļoti gaļa, lielāko tiesu visos trijos nodalī-



Zīm. 277. Astaina abinieka (*Salamandra*) skeleta topografijas schēma. A — acetabulum; K — kloāka; S — sakrālais skriemelis. Pārtrauktā līnija apzīmē ķermeņa dobuma izplatību. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

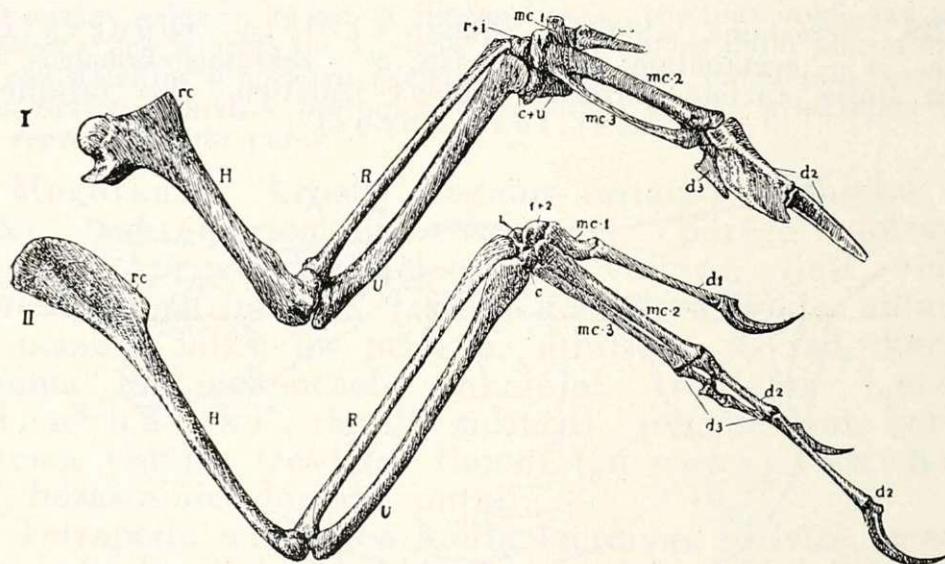


Zīm. 278. Bezastaina abinieka (*Rana*) skeleta topografijas schēma. A — acetabulum; K — kloāka; S — sakrālais skriemelis. Pārtrauktā līnija apzīmē ķermeņa dobuma izplatību. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)



Zīm. 279. Putna (*Corvus*) skeleta topografijas schēma. A — acetabulum; K — kloāka; S — sakrālais skriemelis. Pārtrauktā līnija apzīmē ķermeņa dobuma izplatību. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

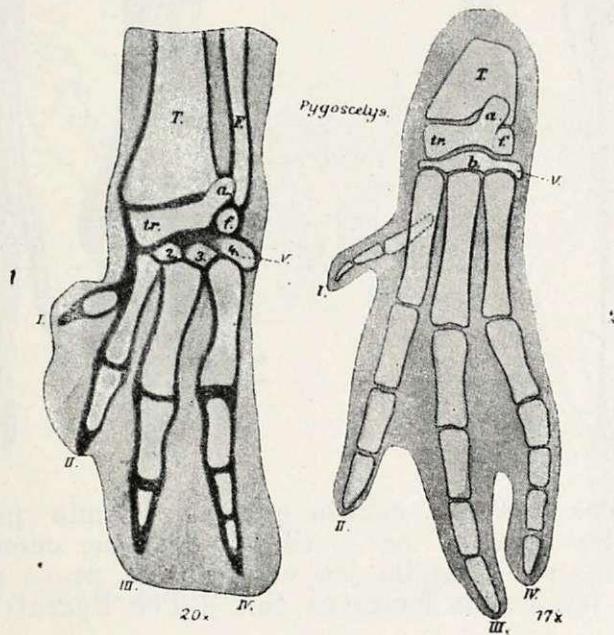
jumos. Ja spārni labi attīstīti, tad proksimālais humerus locītavas gals parasti mēdz būt stipri paplašināts ar lielu radiālu un ulnāru tuberculum. Pie tuberculum ulnare atrodas atvera gaisa māsa īeejai. (Par putnu ķermenē gaisa maisu sistēmu vēl runāsim vēlāk). Apakšdelma kauli ir slaiki, ulna lielāko tiesu īevērojami spēcīgāka par radiusu, ar tikai niecīgi attīstītu olecranon atraži. Uz pakaļējās malas tai bieži ir rinda uzkalniņiem līdzīgu izcilnīšu, kas kalpo labākam rokas līdspalvu piestiprinājumam. Kas zīmējas uz carpus, tad embrionāli tanī atrodas vismaz septiņi elementi. Proksimāli guļ intermedium, radiale, centrale un ulnare, kas vēlāk savienojas divos lielākos kauliņos: intermediate or radiale un centro-ulnare. Arī distālā rindā kādu laiku sastopami divi brīvi elementi, no kuļiem viens atbilst carpale 1 un 2, otrs carpale 3. Šī rinda jau agri saplūst ar metacarpalia, kas vēlākās attīstības stadijās ar saviem galiem paši vairāk vai mazāk saplūst kopā. Aizmetas 4 skaidri izteikti metacarpalia, no kuļiem 1, 2, 3 vēlāk izveido vienu rāmjveida kaulu, bet 4. pilnīgi saplūst ar metacarpale 3. Distāliem carpalia savienojoties ar metacarpus, rodas t. s. putnu carpometacarpus. Pirmam pirkstam ir viena vai divas falangas, otram divas falangas, trešam — viena, retāk divas. Pirmam pirkstam bieži novērojami nagi, retāk arī otram, pat trešam. Elkoņa locītavā, kā arī locītavā starp apakšdelmu un plaukstu kustības



Zīm. 280. I — baloža un II — archaiopteriksa labā spārna skelets. H — humerus; R — radius; U — ulna; c — centrale; d₁, d₂, d₃ — pirmais, otrais, trešais pirksts; i — intermedium; mc — metacarpalia; r — radiale; u — ulnare; 1+2 — saplūdušie carpalia distalia 1 un 2; c+u — centroulnare; r+i — intermedio-radiale. (Pēc Heilmann'a.)

spējas ļoti plašas. Tas vajadzīgs ļoti gaļo spārnu sākļaušanai. Falangu locītavas turpretim tikai mazliet lokanas, kas plaukstai piedod zināmu elasticitāti.

Putnu *pakaļējā ekstrēmitāte*, tuvāk apskatot, izrādās būvēta pēc tā paša plāna, kā reptīlu pakaļējā ekstrēmitāte. Vispārīgi runājot, tā labi attīstīta, kas vedams sakarā ar to, ka putni staigā uz divām kājām. Femurs tomēr aizvien paliek relātīvi īss, īsāks par stilbu un gul paslēpts zem ādas un muskulātūras, tā ka kāja tikai ceļa locītavā brīvi iznāk ārā no ķermeņa. Peldētāju putniem pat stilbs, mazākais padaļai, ievilkts viduklī (piem., pingvīniem). Femura locītavas galviņa vērsta uz iekšu, stipri padodas uz priekšu un stāv stateniski pret kaula galveno asi. Fibula ļoti vāji attīstīta, savā apakšējā daļā pat saķukusi. Šī kaula proksimālā puse, proti, tā locītavas daļa, bieži cieši saaug ar tibiju. Tādā kārtā fibula vienmēr piedalās ceļa locītavas veidošanā. Tibijas proksimālais gals priekšā paceļas vairāk vai mazāk spēcīga izauguma, p. r. *c n e m i a l i s*, veidā, kas kalpo kājas muskuļu piestiprināšanai. Ceļa locītavas priekšā gandrīz vienmēr atrodas lielā kaula ceļa plātnē (*p a t e l l a*). Tibijas apakšējais gals aizvien saaug ar proksimāliem tarsalia, tā ka tie izveido tibijas locītavas galu. Tādā kārtā radies kauls tā tad sastāv no tibijas,



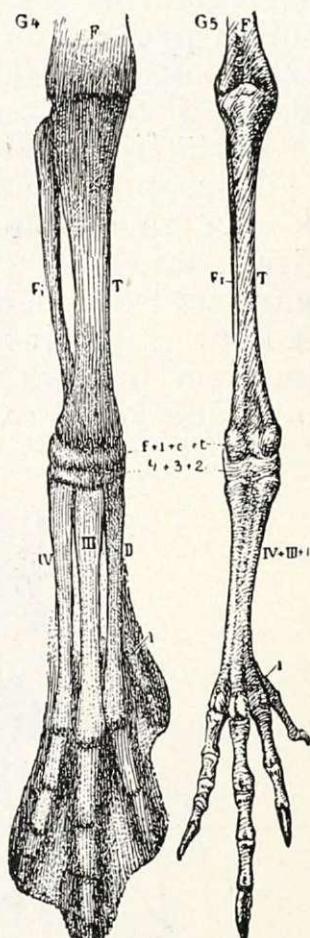
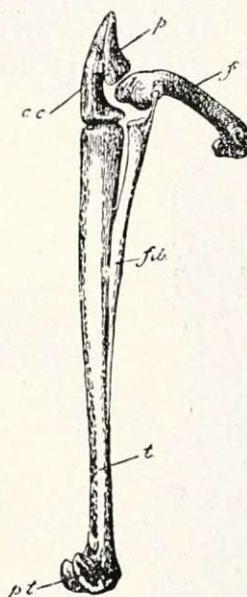
Zīm. 282. Pingvīns *Pygoscelis*. Divas kreisās kājas attīstības stadijas. I—V — attiecīgie starī. 2, 3 un 4 — tarsalia distalia, b — tarsale commune, kas cēlies no tarsalia 2, 3 un 4, f — fibulare, F — fibula, T — tibia, tr — tritibiale (no tibiale, centrale un intermedium). (Pēc Siegelbaur'a, no Stresemann'a.)

fibulas un proksimālās tarsālās rindas. Tas saucas par **tibiotarsus**.

Tarsus distālā rindā arī ontogenetiski lielāko tiesu pārādās tikai viens vienīgs elements (pingvīniem trīs līdz četri), kas izplešas pāri metatarsalia II—IV un beidzot ar tiem saaug. Tā kā piektais kājas pirksts visiem pazīstamajiem putniem pilnīgi izzudis, tad nav arī metatarsale V. metatarsalia II—IV gandrīz vienmēr ievērojami pagarināti, pa daļai ļoti stipri, un jau agri saaug cieši kopā (visskaid-

283

281



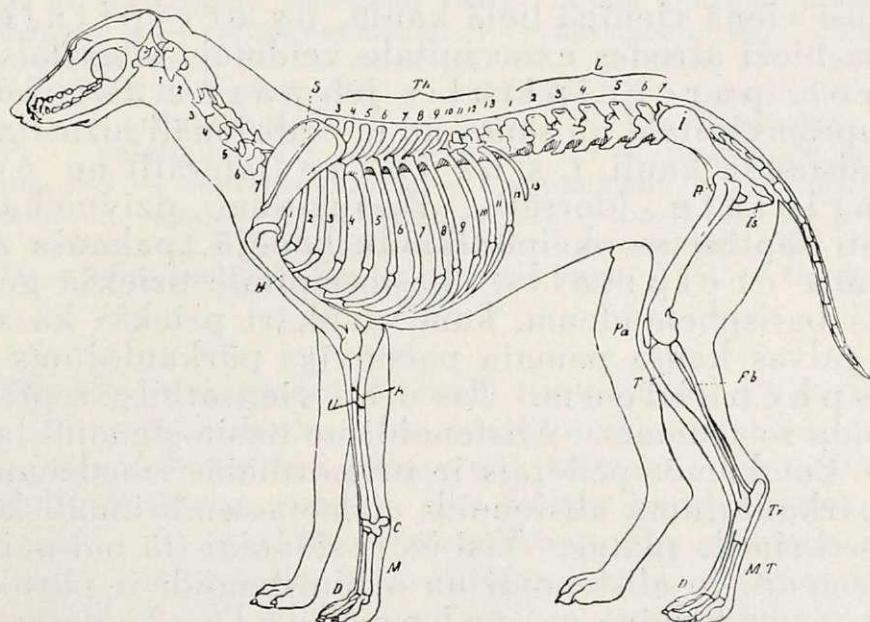
Zīm. 281. *Podiceps cristatus*, cekulu garlaka. Jauna putna femurs un apakšstilbs laterāli. cc — tibijas (t) proc. cnemialis; f — femur; fib — fibula; p — patella jeb ceļa plātnē; pt — proksimālo tarsalia izveidotais locītavas gals. (Pēc Pycraft'a.)

Zīm. 283. *Gallus domesticus*, mājas vista. Labā kāja. G₄: deviņas dienas vecs embrijs. f+i+c+t saplūdušie fibulare, intermedium, centrale un tibiale; 4+3+2 saplūdušie attiecīgie tarsalia distalia; IV, III, II, I vēl patstāvīgie metatarsalia. (Pēc Gegenbaur'a.) G₅: puspieaudzis cālēns. Dažādo kājas daļu tipiskie, tekstā izskaidrotie saaugumi jau notikuši. (Pēc Heilmann'a.)

rāk šķirti un diezgan īsi tie paliek pingvīniem). Tā rādes viengabalainais skrejkauls (tarsometatarsus) distāli nobeidzas ar trīm locītavas galviņām (condyli) II—IV pirkstiem. Kaudāli un drusku uz iekšu putniem, kuļiem uzglabājies I pirksts — skrejkaulam brīvi pievienots mazais metatarsus I. Lielākai tiesai Ratitae un atsevišķiem Carinatae (piem. *Otis*) pieaugušiem tomēr I pirksta nemaz nav. Afrikas strausam nav arī II pirksta, tā ka paliek tikai III un IV pirksts. Pirmais pirksts parasti vērsts atpakaļ un vairāk vai mazāk reducējas, tā ka tas bieži vairs nemaz neskaļ zemi.

6. Mammalia.

Zīdītāju *galvas kausu* nav grūti raksturot. Tā tipiskākās iezīmes ir šādas. Pāru condylus occipitalis izveidots no exoccipitalia, kas rada zināmu līdzību ar amfibijām. Embrioloģiski var konstatēt, ka robeža starp galvas kausu un mugurkaulu guļ tai pašā ķermeņa segmentācijas līmenī, kā reptiliem. Citiem vārdiem, abu grupu okcipitālās locītavas ir viena otrai homologas. Zīdītāju galvas kauss ir plati-bazisks, ar ko tas atšķirās no Sauropsidu galvas kausa. Parasti zīdītāju galvas kausu dēvē par monimostilu, lai gan



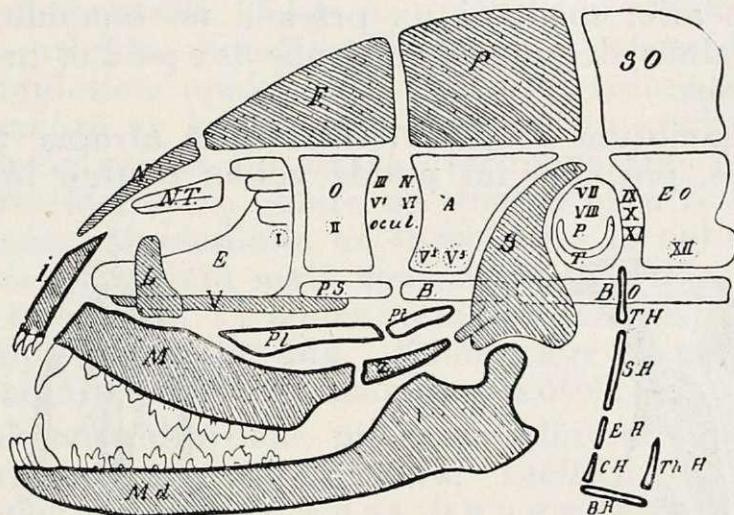
Zīm. 284. Suņa skelets ar ķermeņa kontūrām. C — carpus, D — pirksti, Fb — fibula, I — ilium, P — pubis, Is — ischium, L 1—7 — gurnu skriemeļi, M — metacarpus, MT — metatarsus, P — pubis, Pa — patella, R — radius, U — ulna, S — scapula, T — tibia, Th 3—13 — krūšu skriemeļi, 1—7 — kakla skriemeļi, Tr — tarsus, 1—15 — ribas. (Pēc Ellenberger'a un Baum'a, Weber'a pārveidojumā.)

tas nav sevišķi pareizi. Par „kāpēc“ mēs runāsim vēlāk, tagad pietiek, ja konstatēsim, ka zīdītāju galvas kausā starp tā dažādajiem kauliem nav nekādu kustību. Tas ir aki-nētisks.

Deniņu ieplakas vāks reducējies par deniņu loku. Tas sastāv no squamosum un jugale. Arī ar apakšzokļa locītavu notikušas lielas pārmaiņas. Quadratum vairs nespēlē locītavas veidošanā nekādu lomu, jo tas kļuvis par dzirdes aparāta kauliņu, t. s. laktiņu (*incus*). Apakšzoklis sastāv tikai no spēcīgā dentale un Mekela skrimšļa atliekas. Embriōnālās attīstības laikā articulare zaudē savu saistību ar apakšzokli un pārvēršas par dzirdes kauliņu, āmuru jeb *mallus*. Zīdītāju apakšzokļa locītava tā tad jāuzskata par šīs klases jaunveidojumu, jo tā guļ starp dentale un squamosum. Tālāk zīdītāju galvas kausam tipiskas sekundārās aukslējas. To izveidošanā nem dalību horizontālās praemaxillaria plāksnītes, maxillaria un abi palatina. Pakalējās choānu atveras guļ starp palatina un pterygoidea kauliem. Mutes jumta priekšpusē ir atvera, t. s. *for. incisivum*. Šeit, uz robežas starp praemaxillare un maxillare atveras t. s. *Stensonaeja*, kas savieno Jakobsona organu ar mutes dobumu.

Bez tikko pieminētām galvenām iezīmēm, zīdītāju galvas kausam piemīt vēl šādas īpatnības. Occipitalia parasti saplūduši vienā vienīgā lielā kaulā, *os occipitale*. Sānos tam bieži atrodas exoccipitale veidotais laterālais aträgis, *proc. paroccipitalis* jeb *paramastoides*. Virs supraoccipitale un sānos no tā embriōnāli aizmetas divi pāru saistaudu kauli, t. s. *os incae* (laterāli) un *os interparietale* (dorsāli). Pieaugušam dzīvniekam šie elementi saplūst ar okcipitālkaulu kopējā „pakauša zvīņā“ *squamoccipitalis*. Basioccipitale priekšā guļ labi attīstīts basisphenoideum, kam savukārt priekšā kā skrimšlainā galvas kausa pamata patstāvīgs pārkaulojums rodas *praesphenoides*. Tas droši vien atbilst reptīļu basisfenoida rostrumam. Alisfenoidi un orbitosfenoidi labi attīstīti. Bet kamēr pēdējais ir primordiālās smadzeņu kapsulas pārkaulojums, alisfenoids aizmetas embriōnāli kā patstāvīga skrimšļa plātnē. Visi četri sfenoidi (tā tad patiesībā seši elementi, jo alisfenoidi un orbitosfenoidi ir pāru) bieži saplūst viengabalainā *os sphenoidale*. Labirinta kapsulā aiz lielā prooticum atrodas mazs opisthoticum jeb *mastoideus*. Abi elementi kopā veido pieauguša zīdītāja galvas kausa *os petrosum*, kas var izplesties dorsāli uz galvas kausa sienu, un ko tad šai daļā sauc par *ala pterotica*.

Daudziem zīdītājiem petrosum saplūst ar squamosum par denīnu kaulu, os temporale. Šai kaulā proc. styloideus veidā vēl uzglabājies hioida loka dorsālais gabals. Tā petrosum var būt ar trim dažādiem atrašiem, proti, bez minētā proc. styloideus tam vēl var būt proc. mastoideus un proc. paroccipitalis. Kā ceturtā



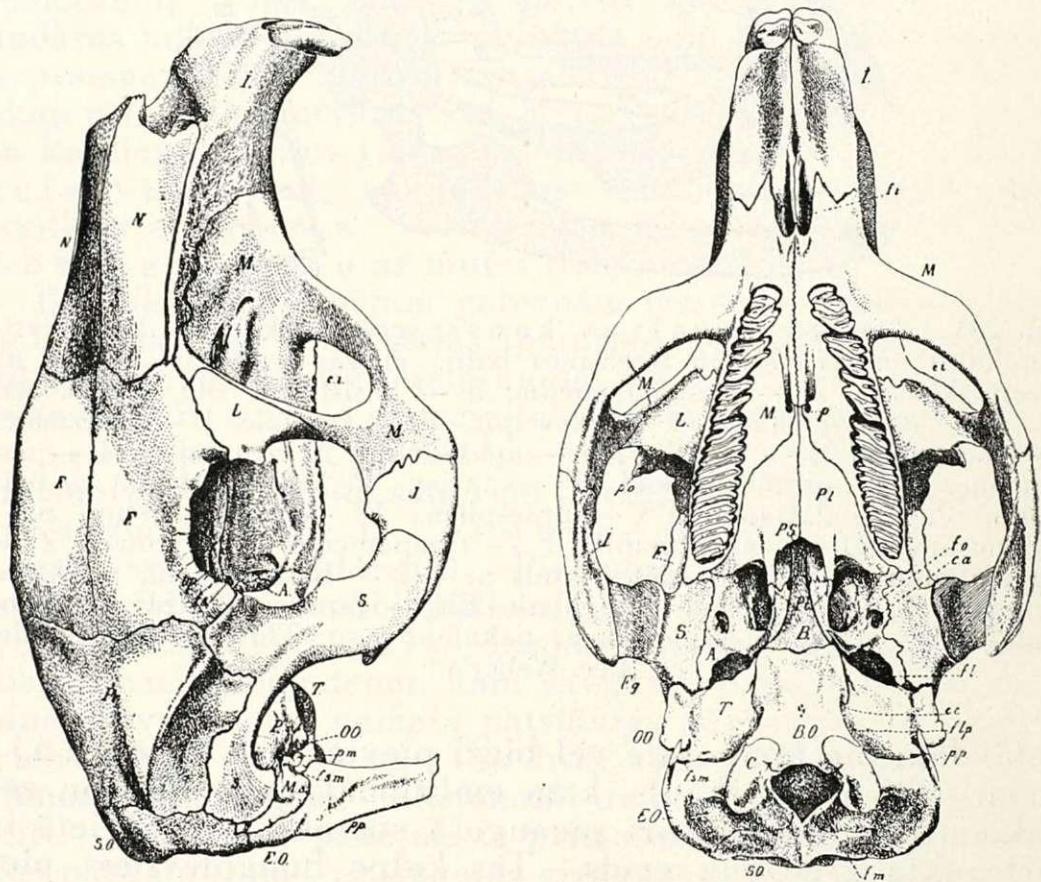
Zīm. 285. Zīdītāju galvas kausi, schēmatiski. Klājkauli svītroti, kauli ar skrimšlainu izcelšanos balti. Biezās kontūras attiecas uz viscerālskeletu. A — alisphenoideum, B — basisphen., BO — basioccipit., E — ethmoideum, EO — exoccipit., F — frontale, I — intermax., L — lacrymale, M — maxill., Md — apakšzoklis, N — nasale, NT — nasoturbin., O — orbitosphenoid., P — pariet. P, kas T tuvumā = petrosum, Pl — palatinum, PS — praesphen., Pt — pterygoideum, S — squamosum, SO — supraoccipit., T — tympanicum, V — vomer, Z — zygomaticum = jugale. Mēles kauls ar BH — basihyale un priekšējo ragu, kas sastāv no CH — hypohyale, EH — ceratohyale, SH — stylohyale, TH — tympanohyale, un ar pakalējo ragu: ThH — thyreohyale. (Pec Weber'a.)

sastāvdala pie temporale vēl bieži pievienojas tympanicum. Tas ir klājkauls, kam embrionālā attīstībā, un zemākiem dzīvniekiem arī pieaugušā stāvoklī, vienā vietā ir pārtraukta gredzena veids. Tas kalpo bungplēvītes piestiprināšanai. Augstākiem dzīvniekiem, šim gredzenam paplašinoties, tympanicum pārveidojas kaula dzirdes kanālī un tas var ventrāli ietvert arī vidējās auss dobumu. Tā pūšļveidīgi uzpūsts tas veido t. s. bulla osssea (burtiski „kaula pūslīti“ ap vidējās auss ieplaku). Bet reizēm bulla rodas no citiem kauliem, kas atrodas tuvu vidējai ausij. Relātīvi reti tā rodas no patstāvīga kaula, entotympanicum, kas aizmetas skrimšlaini. Tympanicum, kas rodas

saistaudiem pārkaulojoties, laikam atbilst nezīdītāju angulare.

Zīdītāju ethmoidale (sieta kauls) savu nosaukumu ieguvis tāpēc, ka tam ļoti daudz eju, pa kuřām no galvas kausa dobuma deguna dobumā iet ožas nerva zari. Tikai knābainim (*Ornithorhynchus*) un daudziem pērtiķiem nav šo sietveida eju un ožas nervim ir tikai viena pāru eja. Etmoideja caurumoto daļu sauc par *l a m i n a c r i b r o s a*. Kaula plātnē, kas atiet mediāni uz priekšu no etmoideja, rodas kā skrimšķainās deguna šķērssiens (septum narium) pārkaulojums.

No *squamosum* ārējās virsmas atiet atraģis, *processus zygomaticus*, pie kam tas palīdz veidot deniņu loka paka-



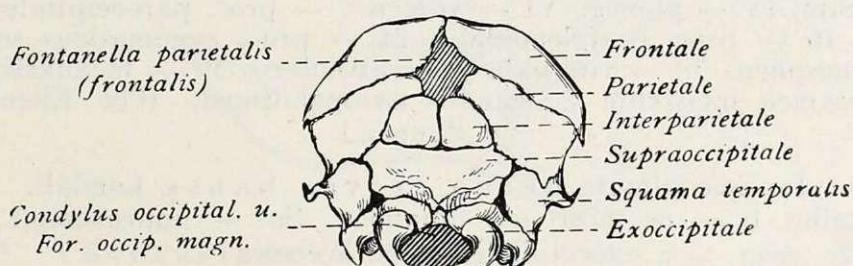
Zīm. 286. *Hydrochoerus capybara* (Rodentia). Galvas kauss, laterāli un ventrāli. A — alisphen., B — basisphen., BO — basioccipit., C — condylus occipitale, ci — canalis infraorbitalis, EO — exoccip., F — front., Fg — fossa glenoidal, fi — foramen incisivum, fm — for. magnum, I — intermaxill., J — jugale, L — lacrym., M — maxill., Ms — mastoideum, N — nas., O — orbitosphen., P — petros., Pl — palat., Pr — pariet., Ps — praesphen., Pt — pteryg., pm — proc. mastoideus, pp — proc. paroccipitalis, S — squamosum, SO — supraoccip., T — tympanicum. (Pēc Weber'a.)

lējo daļu. Ventrāli šī atraša pamatā atrodas apakšzokļa locītavas bedrīte, kuras izveidošanā gan var nemt dalību arī jugale un alisphenoideum. Šīs locītavas bedrītes forma atkarājas no apakšzokļa kustības veida. Plēsoņiem un īnsektu ēdējiem, sakarā ar vertikālām kožlāšanas kustībām, locītava ir vienkārši eņģevidīga, un apakšzokļa skritulveidīgais condylus ar savu garenisko asi guļ šķērsām galvas kausa asij. Gadījumos, kur apakšzoklis tai pašā reizē kustas arī dorsoventrāli, kā arī uz priekšu un atpakaļ, locītava vērsta no priekšas kaudāli (Rodentia, Proboscidea). Daudziem ungulātiem apakšzoklis gremojot izdara kustības uz sāniem, sakarā ar ko locītavas bedrīte un apakšzokļa condylus pieņem vairāk vai mazāk gredzenveidīgu formu. Dažiem zīdītājiem starp orbitu un deniņa loku ir kaula tilts; Monotremata, Marsupialia un Insectivora tā nekad nav.

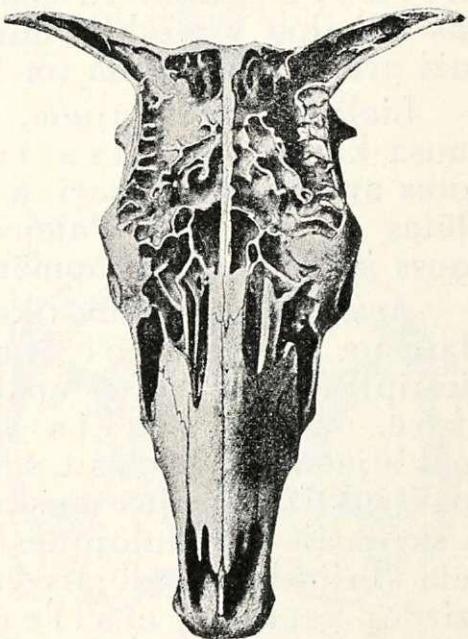
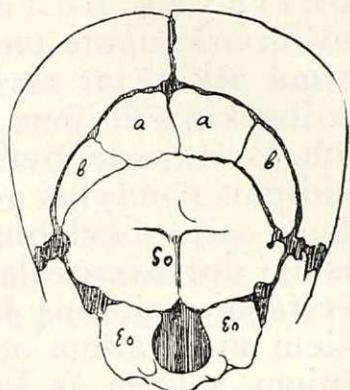
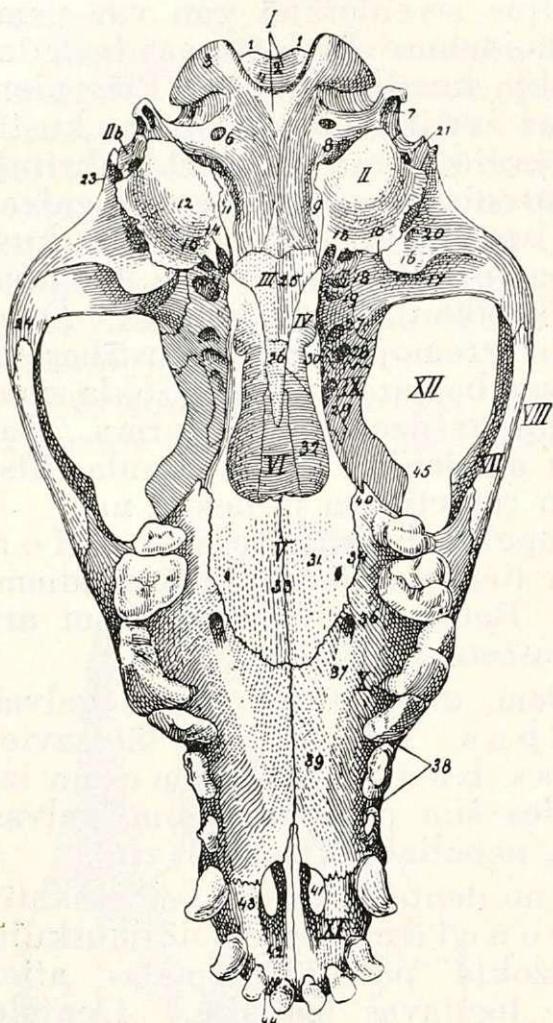
Orbitas priekšējā malā apakšā ir maza eja, t. s. for. infraorbitale. Tā noder tiem nerviem un asinsvadiem, kas apkalpo virsžokļa ādu. Retāk caur šo atveru iet arī daži gremotājmuskula (m. masseter) kūliši.

Lielākiem zīdītājiem, piem. ungulātiem, dažos galvas kausa kaulos ir gaisa telpas. Lielāko tiesu tās savienotas ar deguna vai arī auss bungu dobumu un izklātas ar glotādu. Pateicoties šim pneumatismam, galvas kauss iegūst lielāku apmēru, nepalielinot savu svaru.

Apakšzoklis sastāv tikai no dentale, kuoram var saskatīt platu un augstu proc. coronoides gremotājmuskulu piestiprināšanai. No apakšzokļa pakalējās malas atiet proc. articularis ar locītavas galviņu. Dentale apakšējā stūri atrodas t. s. proc. angularis. Tas kalpo apakšzokli atvērējas muskulātūras piestiprināšanai. Mekeļa skrimslis pārkaulojoties ļoti agri saplūst ar dentale. Mekeļa skrimšla pakalējais gals pārkaulojas sevišķi un veido dzirdes kauliņu, malleus, kas ir homologs zauropsidu articulare. Lielākā tiesa klājkaulu zīdītāju apakšzoklī iz-



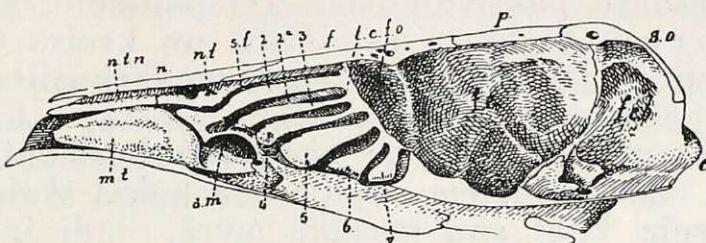
Zīm. 288. Liellopa embrījs, 22 nedēļas vecs. Galvas kauss, kaudāli. (Pēc Weber'a.)



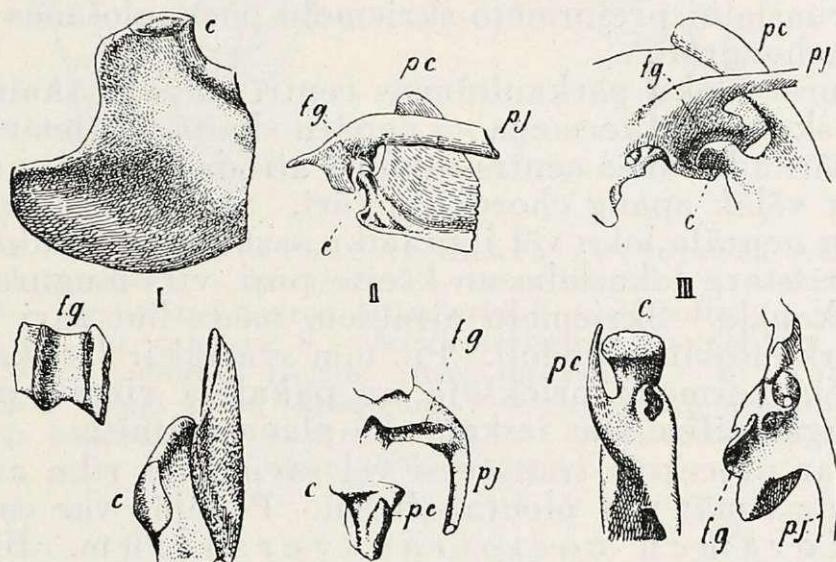
Zīm. 287. Suņa galvas kauuss, ventrāli. II -- bulla tympani, IIb -- mastoideum, IV -- pteryg., VI -- vomer, 7 -- proc. paroccipitalis (= jugularis), 16 -- proc. postglenoidalis, 24 -- proc. zygomaticus squamosi, 26 -- praesphen., 38 -- virsžokla proc. alveolaris, 39 -- tā aukslēju dala, 41 -- foramen incisivum (= canalis nasopalatinus). (Pēc Ellenberger'a un Baum'a.)

Zīm. 289. Jaunpiedzimuša bērna galvas kauuss, kaudāli. a -- interparietalia, b -- os incae jeb tabularia, So -- supraoccipit., Eo -- exoccipitale. (Pēc Weber'a)

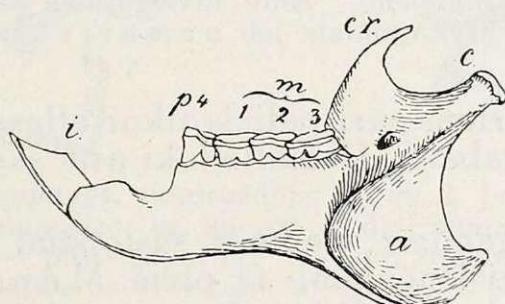
Zīm. 290. Liellopa galvas kauuss. Labi redzamas gaisa telpas. (Pēc Pauli.)



Zīm. 291. *Manis javanica*. Galvas kauss gaigriezumā. lc — lamina cribrosa, mt — maxilloturbinale, nt — nasoturbinale, 2—7 — ethmoturbinalia. (Pēc Weber'a.)



Zīm. 292. Dažadas zīdītāju apakšzokļa locītavas formas. Augšējā rindā — skats laterāli, apakšējā rindā — locītavu virsmas. I — grauzējs *Hydrochoerus* ar gareniski vērstu locītavu, II — plēsoņa *Meles* (āipsis) ar šķērzejīgu locītavu, III — atgremotājs *Cervus* (briedis) ar platu, gandrīz apaļu locītavu. c — condylus, fg — fossa glenoidea, pc — apakšzokļa processus coronoideus, pj — proc. jugularis. (Pēc Weber'a.)



Zīm. 293. Vāveres apakšzoklis, mediāli. a — proc. angularis, c — proc. condyloideus, cr — proc. coronoideus, i — priekšzobs, p⁴ — vienīgais maiņai padotais dzeroklis, m¹⁻³ — maiņai nepadotie dzerokļi I—III. (Pēc Weber'a.)

zuduši, angulare pārveidots par tympanicum, goniale par malleusa proc. folianus. Labā un kreisā apakšzokļa puse parasti savienotas priekšpusē ar skrimšļiem, ar saiti (ligāmentu) vai arī saaugot.

Zīdītāju spēcīgi attīstītie *skriemeļu* ķermenī tikai vāji bikonkāvi. Bet daudziem ungulātiem kakla skriemeļi opistocēli, dažreiz, kaut gan mazākā mērā, tādi ir arī krūšu skriemeļi līdz pat gurnu skriemeļiem. Skriemeļu ķermenēus vienu ar otru savieno intervertebrālas saistaudu plātnītes, kas ir elastīgas un tā piešķir mugurkaulam lokanumu. Tā tad starp skriemeļu ķermeniem nav locītavu; izņēmums ir tikai savienojums starp atlasu un epistropheus.

Skrimšlaini preformēto skriemeļu pārkaulošanās notiek tikai enchondrāli.

Neurālo loku pārkaulošanās centri ir pāru skaītā, turpretim skriemela ķermenē — nepāru skaitā. Skriemeļa ķermenē pārkaulošanās centrs sākumā atrodas dorsāli no chordas, bet vēlāk apaug chordai apkārt. Starp skriemela ķermenī un neurālo loku vēl ilgu laiku saskatāma smalka šuva: tāpat arī starp loka labo un kreiso pusī, virs muguras smadzeņu kanāla. Skriemeļu atrašiem mēdz būt savi patstāvīgi pārkaulošanās kodoli. Pie tam svarīgi ir tas, ka katrā skriemeļa ķermenē priekšējā un pakaļējā virsmā parādās patstāvīga epifize, kas izskatās kā plāna plātnīte.

Ja ar processus transversi vēl savienotas ribu atliekas, tad mēdz runāt par pleurapofizēm. Pēdējās var caururbt lielais foramen costotransversarium. Bieži ribu atliekas nav saskatāmas, tad eja atrodas tikai diafizē un to sauc par foramen transversarium.

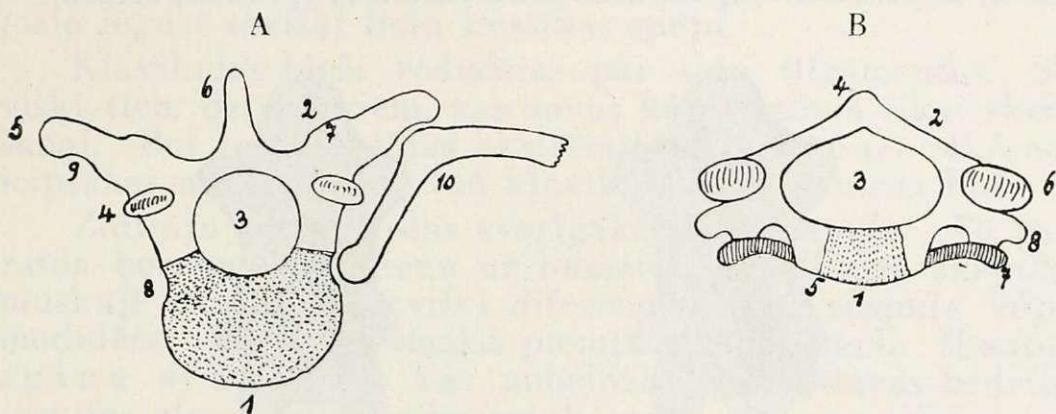
Blakus normālām zigapofizēm sastopami arī sevišķi pāru izaugumi. Tos atrodam tur, kur ir vajadzība pēc sevišķi ciešas skriemeļu savstarpējās saistības. Tādus uz priekšu vērstus zarus sauc par metapofizēm, atpakaļ vērstus — par anapofizēm. Sevišķi stipri diferencēti ir šie akcesoriskie locītavu savienojumi pie Xenarthra (sliņķiem, skudruēdējiem un jostaiņiem). Šādu savienojumu sauc par ksenartrālu, tam pretējs ir normālais jeb nomartrālais locītavu savienojums.

No intercentriem pāri palicis tikai atlasa gredzena ventrālais bazālais gabals. Hemālie loki astē sastopami diezgan bieži.

Zīdītājiem gandrīz vienmēr sastopami 7 kakla skriemeļi. Ir tikai daži izņēmumi: tā piem. Manus un Choleopus ir ar 6 kakla skriemeļiem; 9 vai 10 skriemeļus sastopam pie Bradypus. Kakla skriemeļa ķermenis ir platāks nekā augsts; tas vedams sakarā ar plato mugurkaula smadzeņu kanāli. Kakla skriemeļiem nav brīvu ribu,

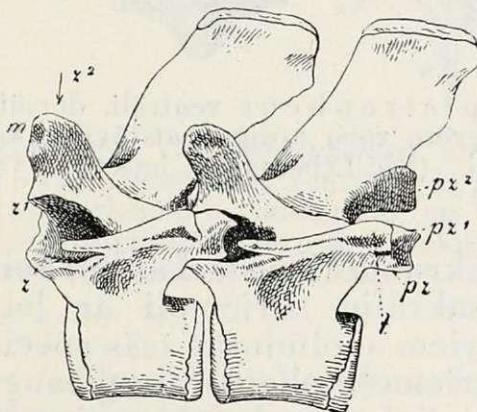
bet gan ļoti bieži pleurapofizes ar lielu foramen intertransversarium.

Atlass parasti gredzenveidīgs; robeža starp bazālo gabalu un loku gabaliem pieaugušiem dzīvniekiem parasti izzudusi. Daudziem Marsupialia nav atlasa bazālgala gabala un to aizvieto ligāments.



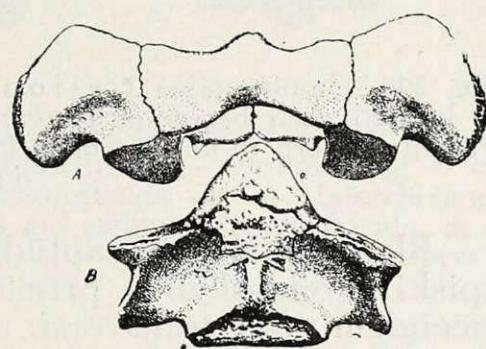
Zīm. 294. Zīdītāju krūšu un kakla skriemelā schēmas. A: Krūšu skriemelis: 1 — ķermenis, 2 — neurālais loks, 3 — skriemeļa kanālis, 4 — zigapofize (= proc. articularis), 5 — diapofize (= proc. transversus), 6 — pr. spinosus, 8 — locītavas bedrīte (parapofize) ribas galviņai, 9 — locītavas bedrīte ribas tuberkulam. B: Kakla skriemelis: 1—4 līdzīgi krūšu skriemelim, 5 — šuva starp neurālo loku un skriemeļa ķermenī, 6 — pr. articularis, 7 — proc. costarius, 8 — diapofize. (Pēc Weber'a.)

295



Zīm. 295. *Myrmecophaga*, skudruēdējs. 1. un 2. jostas skriemeli, laterāli. m — metapofize; pz un pz¹ — divi anapofizes virsskaita locītavas atraģi; pz² — postzigapofize; t — pr. transversus; z, z¹ un z² — prezigapofize ar virsskaita atraģiem. (Pēc Weber'a.)

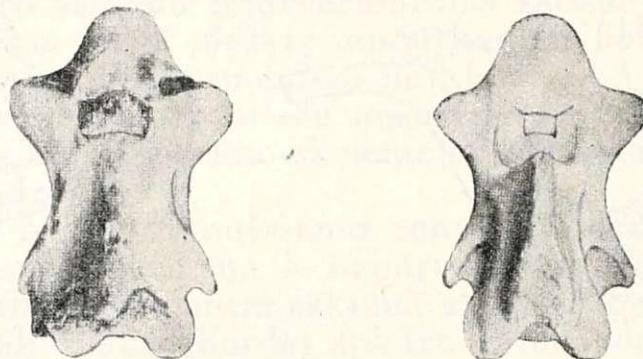
296



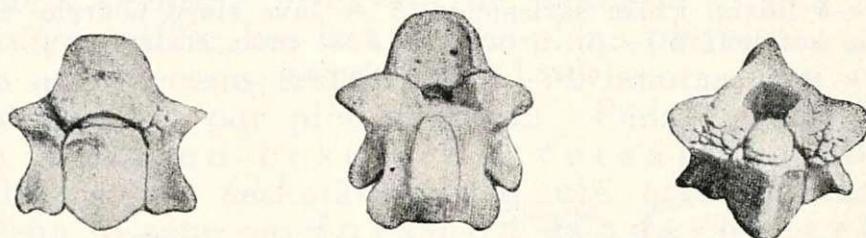
Zīm. 296. Jauna degunradža A — atlasis, B — epistropheus. e — epistrofaja distalā epifize, o — proc. odontoideus (dens epistrophei) = atlasa skriemeļa ķermenīs, v — atlassa ventrālais gala gabals. (Pēc Weber'a.)

Krūšu skriemeļiem lielāko tiesu labi attīstīti processus spinosi. Vienmēr kustīgajam savienojumam ar ribām kalpo tipiskas diapofizes, kas sākas no neurālā loka, bez tam viena parapofize, kas mēdz atrasties uz robežas starp neurālo loku un skriemeļa ķermenī.

Jostas skriemeļiem piemīt ļoti spēcīgi processus transversi, ar kuļiem saplūdušas ribu atliekas (pleurapofizes).



Zīm. 297. Jauns meža zirgs *Equus Przewalski*. Epistropheus ventrāli un dorsāli. Starp dens epistrophei (zoba atraģi) un skriemeļa ķermenī skaidri redzama epifize. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)



Zīm. 298. Jauns mājas liellops. Epistropheus ventrāli, dorsāli un krāniāli (šeit bez zoba atraģa). Jāievēro zoba atraģa patstāvība, kā arī epifize starp to un skriemeļa ķermenī. (Pēc Lebedinsky, institūta darbs.)

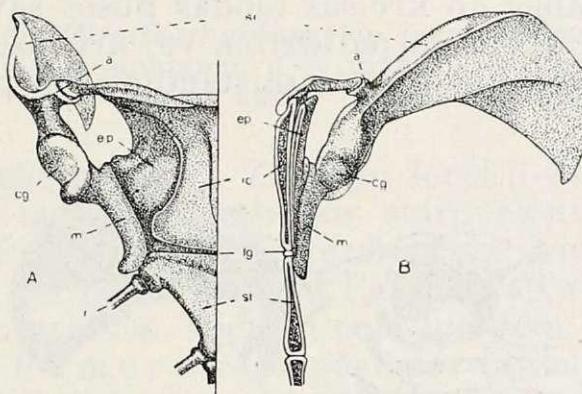
Błodas skriemeļi saplūduši sakrumā (krusta kaulā). Šeit tipiski izveidoti divi primārie sakrālie skriemeļi ar ļoti spēcīgiem proc. transversi, ar kuļiem saplūdušas īsās spēcīgās ribas; bet primāro błodas skriemeļu skaits var pieaugt pat līdz seši. Sie skriemeļi raksturīgi ar to, ka tie savienoti ar ilium. Bez tam zināms skaits astes skriemeļu var saplūst ar sacrum vēl sekundāri (t. s. sekundārie błodas skriemeļi). Tie savienoti tikai ar ischium (*Pteropus* un *Xenarthra*).

Monotrematiem ir metakorako iids un prokorakoids. Pēdējais vairs neņem dalību locītavas bedrītes veidošanā humeram. Monotrematu metakorakoidu bieži mēdz saukt par korakoidu; bet lielākai daļai reptīļu ele-

ments, ko sauc par korakoidu, ir patiesībā prokorakoids. Tā tad tas nav homologs monotrematu korakoidam. Visiem pārējiem zīdītājiem *plecu josla* pavisam citādi būvēta. Abi korakoidi, kā arī interklavikula, reducēti. Tādēļ abas joslās puses ventro-mediāli savieno klavikulas. Mediānam korakoidu savienojumam izzūdot, savienojumu starp skapulu un klavikulu izdara ļoti labi attīstītā locītava. Ar to plecu josla iegūst sevišķi lielu kustības spēju.

Klavikulas bieži reducētas par saiti (ligāmentu). Sevišķi tiem dzīvniekiem, kas savas kājas izlietā tikai skriņanai. Bet ja priekšējās ekstrēmitātes kalpo arī rakšanai, kāpšanai un tveršanai, tad klavikula parasti mēdz būt.

Zīdītāju plecu joslas svarīgākā daļa scapula. Tā pārraida ķermeņa spiedienu uz humeru. Tādēļ arī skapulas muskuļi spēcīgi un sevišķi diferencēti, pati scapula stipri modulēta: tās ārējai malai piemīt spēcīga kaula šķautne, *spina scapulae*, kas nobeidzas pie locītavas bedrītes (*cavitas glenoidalis*) ar izcilni, ko sauc par *acromion*.



Zīm. 299. *Ornithorhynchus*, knābainis. Krūšu kaula un plecu joslās labā puse, ventrāli (A) un mediāli (B). a — acromion, cg — cavitas glenoidea humeram, ep — prokorakoids, ic — interclavicular (= episternum), starp to un akromionu guļ stabīnveidīgā clavicula, m — metakorakoids, r — riba, sc — scapula, st — sternum. (Pēc Versluys'a, no Weber'a.)

Akromions kalpo savienojumam ar klavikulu. Bez tam skapulai locītavas bedrītes tuvumā ir uz apakšu un priekšu vērsts atraģis. Šis *proc. coracoideus* ir pīmārās plecu joslās pars coracoidalis atlieka un dod svarīgu sastāvdaļu locītavas bedrītei, kas domāta humeram. Šis atraģis lielāko tiesu pārkaulojas no viena vienīga centra, bet reizēm arī no diviem. Pēdējā gadījumā abus pārkaulošanās centrus mēdz salīdzināt ar zemāko dzīvnieku prokorakoidu un metakorakoidu. Skapula piekļaujas ribām, ventrāli tā atbalstās pret

klavikulu un ar muskuļu palīdzību piestiprinās krūšu kurvīm. Tādā kārtā tai piemīt zināma kustības spēja, kas nāk par labu priekškājas darbības laukam.

Ja arī monotrematu un somaino klavikulas rodas kā tipiski klājkauli, tad tomēr citiem zīdītājiem (Placentalia) tās aizmetas sākumā skrimšlaini.

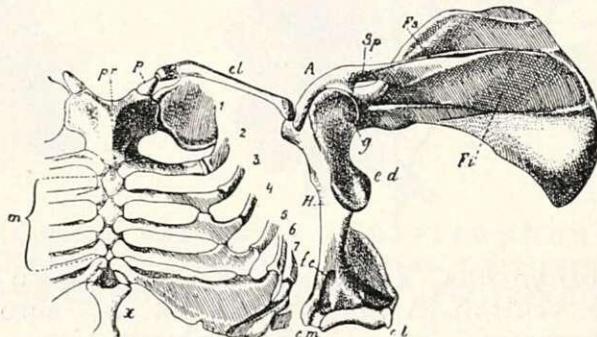
Zīdītāju *błodai* tipisks izskats. Ilium parasti vairs nav postacetabulārās daļas. Acetabuluma priekšā ilium vērsts dorsokrāniāli. Sakarā ar to iliuma savienošanās vieta ar sacrum atrodas krāniālāk par acetabulum. Šis savienojums tā tad guļ preacetabulāri.

Izņemot monotrematus, zīdītāju „foramen obturatum“ ir liels.

Blakus trim tipiskiem bļodas kauliem, mēs zīdītājiem acetabulumā vienmēr sastopam vēl mazu ceturto pārkaulogumu, os acetabuli. Šis kauls veido vienu acetabulum daļu, to, ko parasti veidojis os pubis. Sakarā ar to os pubis vairs acetabuluma izveidošanā dalību neņem.

Tikai echidnām acetabulum ir caurs.

Ventrāli labās un kreisās bļodas puses savienojums noteik simfīzē ar skrimšla palīdzību, vai arī tas var notikt izveidojoties šuvai, kas bagāta saistaudiem un pielaiž zināmu kustīgumu.



Zīm. 300. Bruņesējs *Tatusia*. Krūšu kauls un plecu josla. pr — manubrium sterni, m — sternebrae, x — xiphisternum, 1—7 — ribas, P — praeclavium, cl — clavica, A — acromion, H — humerus, Sp — spina scapulae, fc — foramen entepicondyloideum. (Pēc Weber'a).

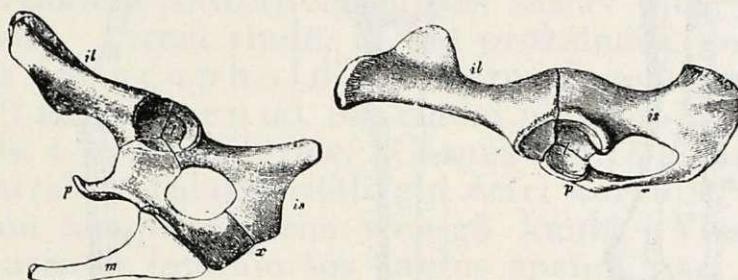
Sakarā ar to simfīzi veido vienīgi os pubis (Prosimiae, Simiae, dažādi Rodentia, atsevišķi Carnivora u. t. t.). Vienai kukainēdēju daļai simfīzi veido skrimslis: cartilago interpubica. Citiem insektivoriem, piem., Talpa un Sorex, nemaz nav simfizes. Šeit bļoda tā sašaurināta, ka tanī vairs nav telpu iekšām.

Sakarā ar zīdītāju bļodas slīpo stāvokli, ischium ventrāli cieši tuvojas mugurkaulam. No tā dorsālās malas atie-

uz priekšu ligāments, uz tiem astes skriemeļiem, kas saplūduši ar pseudosakrāliem skriemeļiem. Šis ligāments var pārkauloties (*Pteropus*, *Xenarthra*).

Monotrematiem un marsupialiem ir somas kauli (ossa marsupialia). Tie ir pāru skaitā un atrodas uz pubis kaula priekšējās malas, pie kam tie vērsti dorsokrāniāli. Tie balsta vēdera sienas ventrālo daļu.

Somas kaulu izcelšanās nav zināma. Tie ir salīdzināti ar urodelu cartilago ypsiloides, bet tas vēl nav pietiekoši pierādīts.



Zīm. 301. Knābaiņa (*Ornithorhynchus*) un jaunpiedzimuša tēla kreisā blōdas puse. il — acetabulum, il — ilium, is — ischium, p — pubis, m — somas kauls. (Pēc Boas'a.)

Ekstrēmitāšu skelets. Zīdītāju locekļi atrodas zem viudukļa, tā tad tas nav iekabināts starp ekstrēmitātēm, bet gan to nesti. Priekškāja velk ķermenī uz priekšu, liecot elkoņa locītavu un pēdas sakni. Pakalķkāja virza ķermenī grūdieniem uz priekšu, stiepjot ceļa locītavu. Humera galviņa (caput humeri) rada puslodes veida locītavas virsmu pleca locītavai. *Epicondylus radialis* lielāko tiesu vāji attīstīts.

Foramen ectepicondyloideum nekad nemēdz būt. Turpretim *epicondylus ulnaris* lielāko tiesu diezgan spēcīgs. Bieži sastopam arī loti plašu foramen entepicondyloideum. Humera distālam galam sākumā ir asi norobežota locītavas virsma, kas apm. puscilindriski saliekta. To sauc par trochlea un tā kalpo locītavas savienojumam ar ulnu. Laterāli un krāniāli no trochlea mēs atrodam apaļu locītavas galviņu radiusam.

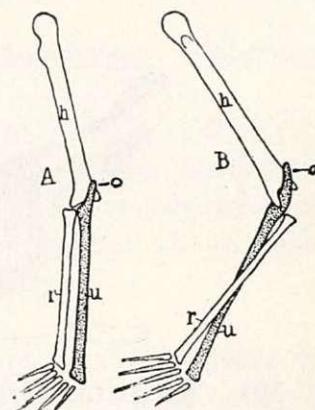
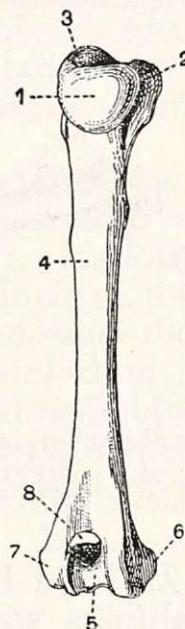
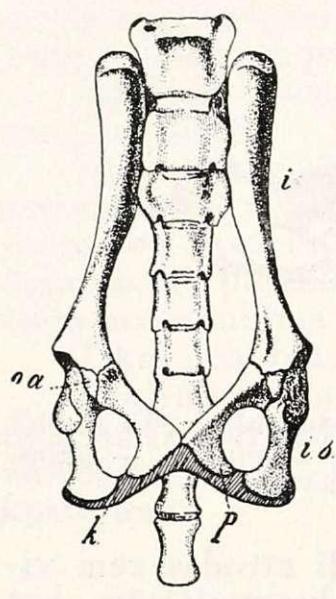
Zīdītāju rokas apakšstilbā radius un ulna lielāko tiesu diezgan vienādi labi attīstīti. Elkoņa locītavas daļa, ko veidojis radius, atšķiras no ulnārās daļas ar savu diezgan lielo patstāvību: tā pieļauj radiusam griezties ap savu garrenisko asi. Sakarā ar to primitīvo zīdītāju radius spēj sevišķi stipri kustēties pret ulnu, pie kam tā distālais gals griežas ap ulnu. Šai kustībā radius griež sev līdz arī plaukstu, tā ka īkšķis var tapt pagriezts no mediālā stā-

vokļa uz priekšu un beidzot laterāli. Tā dzīvnieks var pēdas vai plaukstas virsmu nostādīt mediāli un dorsāli. Plaukstas dorsālo stāvokli sauc par *supinatio*, turpretim tās mediālo stāvokli, kurā īkšķis vērsts mediāli un plaukstas virsma ventrāli vai kaudāli, apzīmē par *pronatio*. *Supinatio* stāvoklī radius atrodas pie ulnas ārējās malas un iet

302

303

304



Zīm. 302. Jauns *Galaeopithecus volans* (Dermoptera). Bloda, ventrāli. i — ilium, is — ischium, k — skrimšla atliekas, p — pubis, oa — os acetabuli.

Zīm. 303. *Canis familiaris* (mājas suns). Humerus kaudāli. 1 — caput humeri, 2 — tuberositas minor, 3 — tub. major, 5 — locitavas skritulis (trochlea), 6 — condylus internus (medialis), 7 — cond. extenus (lateralis). (Pēc Reynolds'a.)

Zīm. 304. *Mammalia*. Priekšķājas griešanās schēma. A: supinatio; B — pronatio, h — humerus, r — radius, u — ulna, o — olekranons. (Pēc Bütschli.)

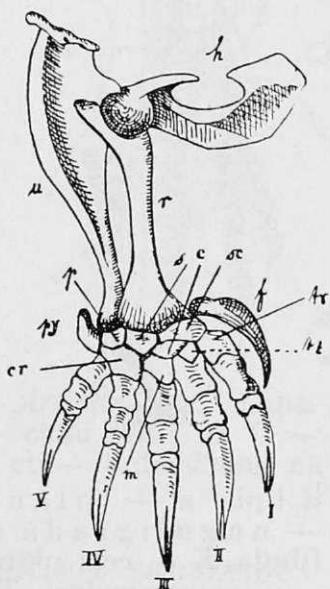
tai parallēli. Pronatio stāvoklī abi kauli krustojas. Šāds sakrustots stāvoklis ir zīdītājiem primitīvs, to mēs starp citu sastopam somaiņiem, insektivoriem, primitīviem Rodentia, pie Orycteropus un prīmātiem. Olekranons tiek lielākā vai mazākā mērā izvirzīts no sava stāvokļa un tuvināts mediāli proksimālajam radiusa galam, līdz beidzot tas atrodas aiz radiusa. Šis jaunais stāvoklis atļauj labāk darboties muskulim triceps (extensor brachii), kas piestiprināts pie olekranona.

Skrējējiem sauszemes zīdītājiem supinatio stāvoklim nav nekādas nozīmes un tādēļ tas šeit izzūd. Radius-humerus locītavas patstāvība pret ulnas-humera locītavu izbeidzas; jo garāks ir radius, jo lielāku dalību tas nem eņģu locītavas izveidošanā ar humerus-trochlea. Radius un ulna tad proksimāli viens ar otru saaug. Sakarā ar to elkoņa locītava kļūst par vienkāršu eņģes locītavu, kas pielauj kustību tikai vienā virzienā.

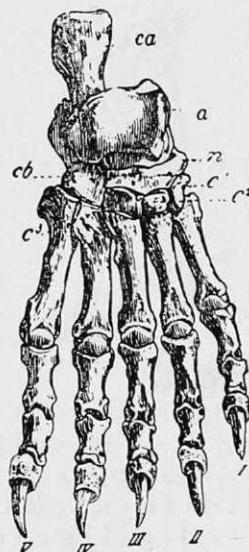
Ja supinatio spēja labi izveidota, tad plauksta lielāko tiesu karājas pie radiusa. Pēdējais tad distāli paplašināts, turpretim ulna distāli kļūst šaura (piem., cilvēkam).

Prīmitīvākiem zīdītājiem carpus sastāv apm. no deviņiem kauliem. Pirmā rindā, tā tad proksimāli, gul radiale (šeit sauktς par scaphoideū), intermedium (lunatum) un ulnare (triquetrum). Šai rindai pievienojas arī viens cīpslu kauls, t. s. os pisiforme. Carpus centrā atrodas viens vienīgs centrale. Tālāk distāli gul četri karpālie kauli, jo carpale 4 un 5 saplūst vienā vienīgā kaulā. Virzienā no mediālās pusēs uz laterālo šos kaulus apzīmē par: trapeze-

305



306

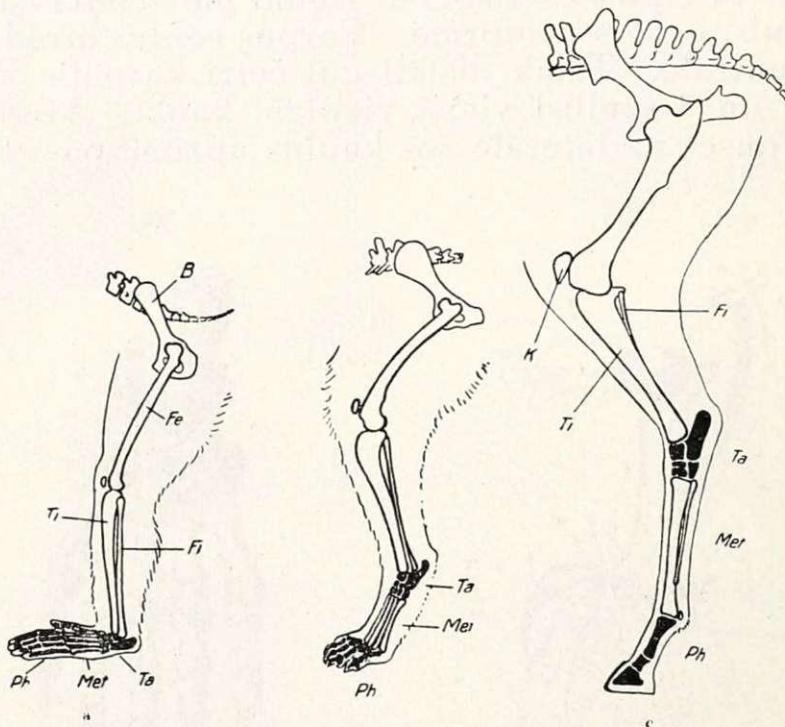


Zīm. 305. Kurmjā *Talpa europaea* priekšķāja. c — centrale, cr — hamatum (carpalia 4+5), f — cīpslas kauls os falciforme, h — humerus, m — capitatum (carpale 3), p — triquetrum (ulnare), py — cīpslas kauls pisiforme, r — radius, s — intermedium, sc — scaphoideum (radiale), tr — trapezium (carpale 1), tz — trapezoideum (carpale 2), u — ulna, I—V — 1. līdz 5. pirkstam. (Pēc Weber'a.)

Zīm. 306. Lāča *Ursus arctos* labā pakaļķāja. a — astragalus, ca — calcaneus, cb — cuboideum, n — naviculare, c — cuneiformia. (Pēc Zittel'a.)

zium, trapezoidem, capitatum un hamatum. Radiale un intermedium bieži saplūst vienā vienīgā kaulā, scapholunatum. Falangu formula pirmam pirkstam ir 2, pārējiem 3, tā tad patiesībā 2, 3, 3, 3, 3. Sākumā rokas galvenā ass iet starp trešo un ceturto pirkstu, kas primitīvām formām ir tie gaļakie un spēcīgākie.

Zīdītāju pakaļkājai piemīt šādas īpatnības. Femura apakšējam galam ir divi labi veidotī locītavu skrituļi jeb locītavu šķautnes: ārējais condylus lateralis un iekšējais condylus medialis. Tie pielauj tibijai, kas tiem pieskaļas, kustēties tikai vienā vienīgā plāksnē. Starp abām šķautnēm priekšā atrodas dziļa bedre, fossa intercondylea. Tanī atrodas ceļa plātnē, patella, kas



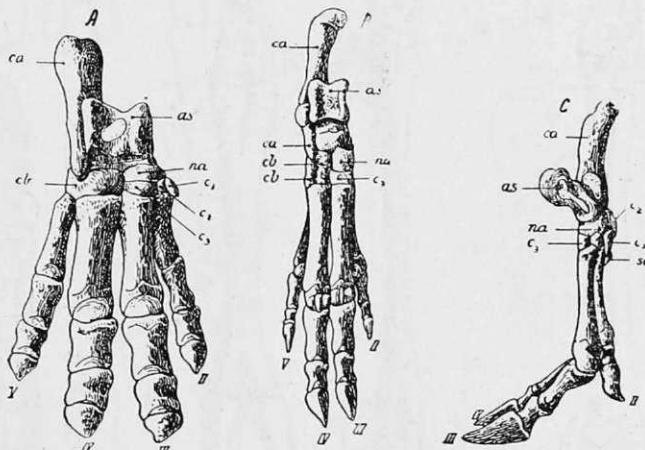
Zīm. 307. Zīdītāju ekstrēmitāšu tipi. a — plantigrada (pērtīkis), b — digitigrada (suns), c — unguligrada (zirgs) pakaļkāja. B — bloda, Fe — femur, Fi — fibula, K — ceļa plātnē, Met — metatarsus, Ph — falangas (melnas), Ta — tarsus (melns), Ti — tibia. (Pēc Heck'a un Kühn'a.)

rodas kā musc. triceps femoris cīplas pārkaulojums. Tikai retos gadījumos tā skrimšlaina, bet lielākai daļai somaino un visiem sikspārņiem tās nemaz nav. Lielākam vairumam zīdītāju fibula ceļa locītavas veidošanā nepiedalās nemaz vai arī piedalās tikai loti mazā mērā. Fibula arī daudz vājāk izveidota nekā tibia. Stipras redukcijas gadījumos fi-

bula cieši pieklaujas tibijai, pat saaug ar to un tad savā distālā un vidējā daļā parasti gandrīz pavisam izzūd.

Pirmatnējām formām pēdā atrodami divi augšējie, proksimālie tarsalia: intermedium (šeit saukts a s t r a g a - l u s jeb t a l u s) un fibulare (c a l c a n e u s). Tālāk redz tikai vienu vienīgu centrale (n a v i c u l a r e), kas tuvināts mediālai malai. Distālo tarsalia rindā ceturtais un piektais elements saplūst par vienu lielu kaulu, t. s. kuboidu. Trīs pirmos tarsalia šeit sauc par: e n t o c u n e i f o r m e, m e - s o c u n e i f o r m e un e k t o c u n e i f o r m e.

Zīdītāju pēdas galvenā locītava atrodas starp tibijas un fibulas apakšējo galu no vienas un astragalus un calcaneus no otras puses. To sauc par lēcamo locītavu. Tās svarīgākā daļa starp tibiju un astragalus. Calcaneus raksturīgs ar savu stipri izvirzīto izaugumu, pie kuļa ar t. s. Achilleja cīpslas palīdzību piestiprinās kājas svarīgākie stiepējmuskuļi.

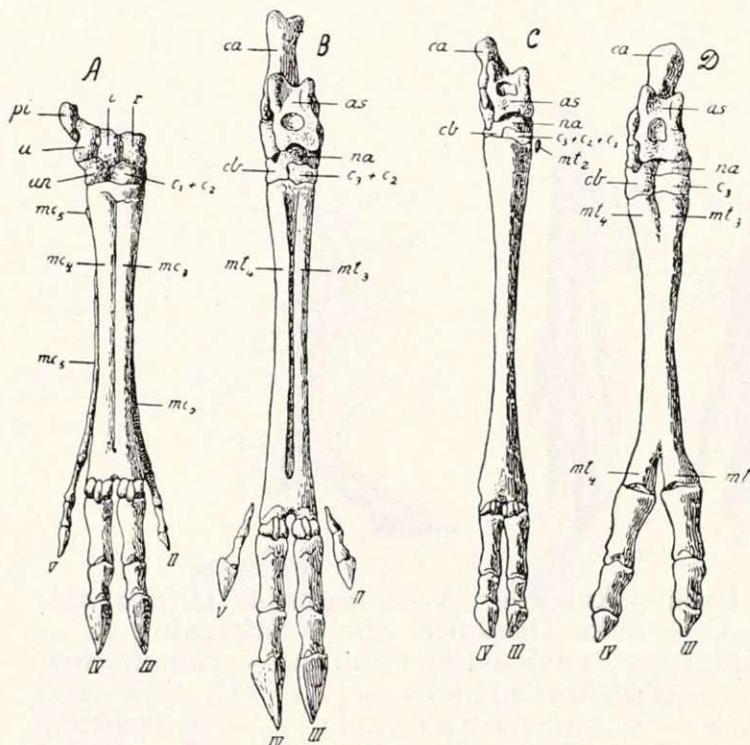


Zīm. 308. *Artiodactyla*. Labā pakaķķaja. A — begemots (*Hippopotamus*), B — cūka (*Sus*) un C — cūka *Dicotyles*. as — astragalus, ca — calcaneus, cb — cuboideum, na — naviculare; c₁, c₂, c₃ — cuneiformia.
(Pēc Abel'a.)

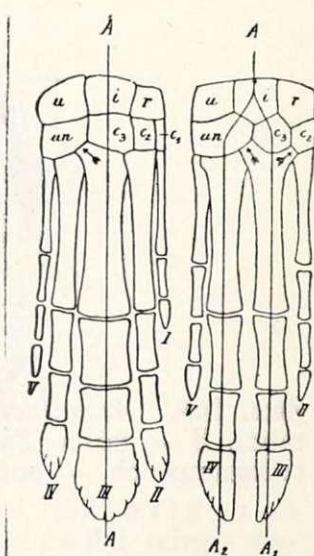
Prīmitīvie sauszemes zīdītāji pieskaņas zemei ar visu plaukstas un pēdas pamatni; šādu stāvokli sauc par p l a n - t i g r a d u. Bet ja miera stāvoklī ekstrēmitāšu carpus resp. tarsus no zemes pacelti, tad tādu ekstrēmitāti apzīmē par s e m i p l a n t i g r a d u. Ja zemei pieskaņas tikai falangas, kamēr metacarpalia resp. metatarsalia virs tās pacelti, tad tādu iešanas veidu sauc par d i g i t i g r a d u. Beidzot par u n g u l i g r a d ā m apzīmējam tādas ekstrēmitātes, kur zemei pieskaņas tikai falangu gali. Šādai pakāpeniskai pēdas pacelšanai tas rezultāts, ka ar to kāja, kas ir it kā svī-

ra, top pagarināta. Tā kā kustībā pakaļējām ekstrēmitātēm lielāka nozīme, tad tām šis pēdas pacelšanas process aizgājis daudz tālāk nekā priekšējām. No nagu dzīvniekiem pārnadžu (Artiodactyla) pēdas un plaukstas skelets šādi pārveidots: pirmais pirksts izdzīvējis, kamēr trešais un ceturtais sevišķi labi attīstīti. Tai pašā laikā ekstrēmitātē kļuvusi digitigrada vai unguligrada. Nīlzirgiem un lielākai cūku dzimtas daļai otrs un piektais pirksts vēl funkcionē, jo tiem jānotur virs mīkstā purvainā substrāta smagais dzīvnieka ķermenis. Sausāko apgabalu pārnadžiem, piem., antilopēm, liellopiem un briežiem, stipri reducētie un īsie sānu pirksti vairs zemē neaizsniedz. Pamazām izdzīvēji arī metacarpalia un metatarsalia 2 un 5. Metacarpalia resp. metatarsalia 3 un 4 saaug vienā vienīgā spēcīgā un gaŗā kaulā.

309



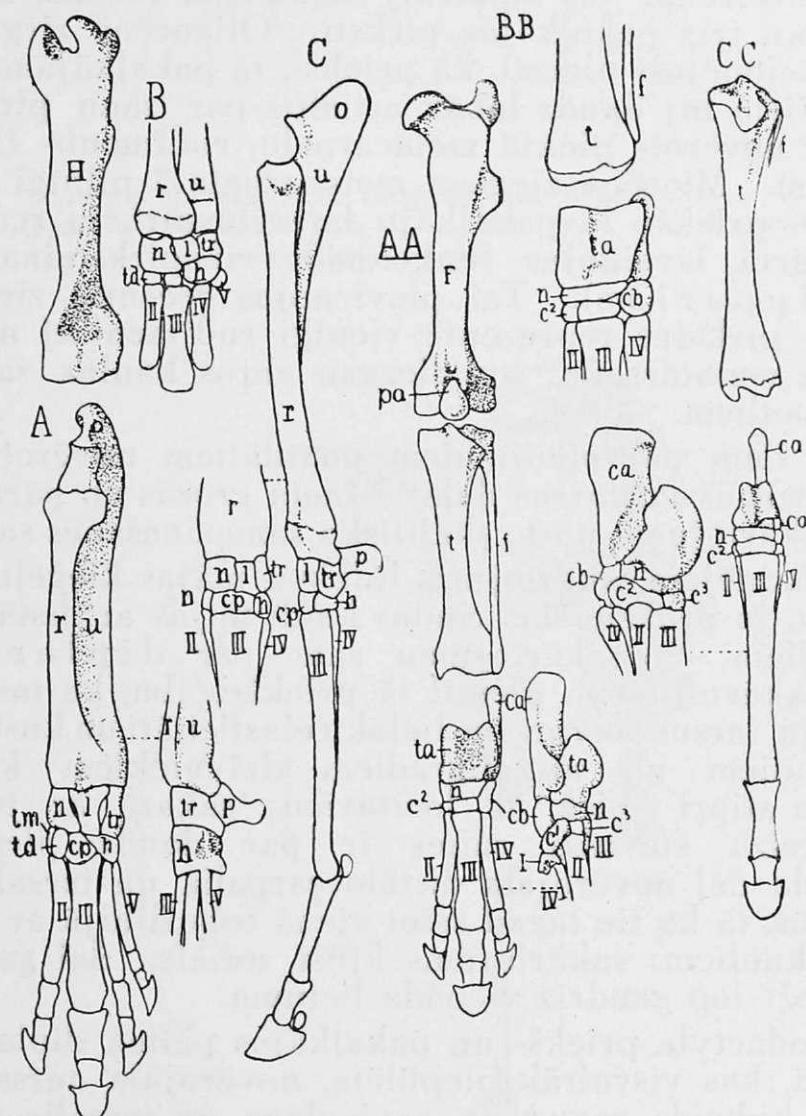
310



Zīm. 309. *Artiodactyla*. A, B — aļņa labā priekš- un pakalkāja, C — žirafa labā pakalkāja, D — kamieļa labā pakalkāja. Priekškāja: r — radiale (scaphoideum), i — intermedium (lunatum), u — ulnare (triquetrum), pi — pisiforme (cīpslas kauls), un — carpalia 4+5 (hamatum), c₂+c₃ — saaugušie carpalia, mc₃+mc₄ — saaugušie metacarpalia. Pakalkāja: mt₃+mt₄ — saaugušie metatarsalia. Pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā attēlā. (Pēc Abel'a.)

Zīm. 310. Kermēņa spiediena virzieni (A) schēma meza ksonā nepārnadža (pa kreisi) un paraksonā pārnadža (pa labi) priekškājā. Bultas norāda virzienu, kādā metacarpalia iespiežas starp carpalia. (Pēc Abel'a.)

Pārņadžu kāja, pateicoties dominējošai trešā un ceturtā pirksta attīstībai, pieder t. s. paraksōnam tipam. Ne-pārņadži (Perissodactyla) ātrai skriešanai piemērojušies citādi. Šeit priekš- un pakaļkājas ir meza ksonas: galvenā ass iet caur trešo pirkstu. Tas tāpēc ir vienmēr spēcīgāk attīstīts par citiem pirkstiem. Pēdējie var būt stipri reducēti un lielākai augsti speciālizēto pārstāvju daļai pilnīgi izzūd. Parasti visiem Perissodactyla nav pirmā



Zīm. 311. *Perissodactyla*. A, AA — tapīra, B, BB — *Rhinoceros*, C, CC — *Equus* (zirga) priekš- un pakaļkāja. c^{1-3} — cuneiformia, ca — calcaneus, cb — cuboideum, cp — capitatum, F — femur, f — fibula, H — humerus, h — hamatum, l — lunatum, n — naviculare, o — olecranon, p — pisiforme, r — radius, t — tibia, ta — talus, td — trapezoideum, tm — trapezium, tr — triquetrum, u — ulna, I—V — metacarpalia un metatarsalia. (Pēc Bütschli un Kingsley'a.)

pirksta. Tāpat, palaiontoloģiski vērtējot, agri izzudis piektais pakaļkājas pirksts. Tā rodas plauksta ar četriem un pēda ar trīs pirkstiem; tā tas arī vēl tagad ir tapīriem. Recentiem degunradžiem priekškājai un pakaļkājai trīs pirksti, atsevišķiem izmirušiem pārstāvjiem priekškājai vēl četri pirksti.

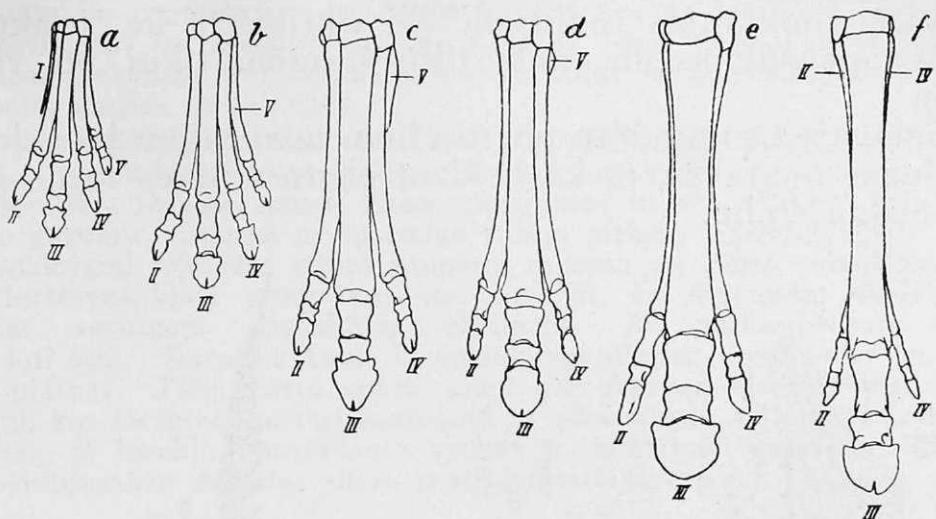
Zirgi parādās eocēnā ar t. s. *Eohippus* formu. Šai formai bij četri pirksti, bet piektais pakaļkājas pirksts bij reducēts par slaiku metatarsale bez falangām. Arī *Orohippus* formai, kas tāpat bij sastopama eocēnā, bij četri priekš- un trīs pakaļkājas pirksti. Oligocēnā zirgiem bij trīs funkcionējoši pirksti, kā priekš-, tā pakaļkājām. Vidējais no tiem bij daudz labāk attīstīts par sānu pirkstiem; bez tam novērots piektā metacarpale rudīments (*Mesohippus*). Miocēna zirgiem metacarpale 5 pilnīgi izzudis. Sākas kā priekš-, tā pakaļkāju laterālo pirkstu redukcija. Tādā kārtā izveidojas funkcionāli vienpirkstaina forma (*Neohipparrison*). Tai pievienojas recentie zirgi. To laterālos pirkstus reprezentē vienīgi rudimentāri metacarpalia un metatarsalia; šos diezgan gaļos kaulus sauc par irbuļu kauliem.

Bez šiem pārveidojumiem ungulātiem novērotas pārmaiņas carpus un tarsus dalās. Lieta grozās ap pārmaiņām kaulu sakārtojumā un to skaitlisko samazināšanos saplūstot.

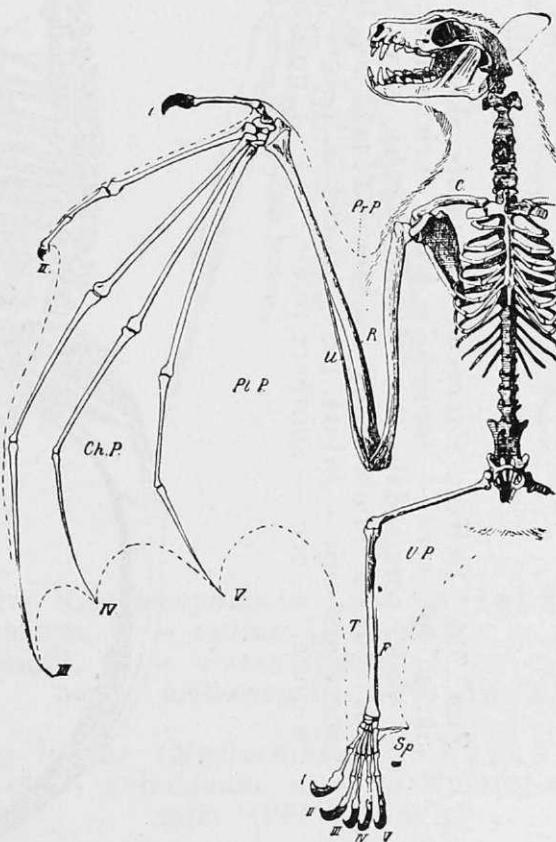
Pirmatnējais sakārtojums līdzinās mājas ķieģeļu sakārtojumam, jo proksimālās rindas kauli mijas ar distālās rindas kauliem. Šo sakārtojumu sauc par *diplaterālu*. Šādam sakārtojumam piemīt tā priekšrocība, ka tas sniedz carpus un tarsus locītavām lielāku elasticitāti un kustīgumu. Digitigradiem un unguligradiem dzīvniekiem ķermeņa smagums stipri spiež uz locītavām; sakarā ar to, locītavu greizā stāvoklī saites ir par daudz piepūlētas. Šī iemesla dēļ novērojam distālo carpalia un tarsalia pārvietošanos, tā ka tie tagad saiet vienā robežlinijā ar proksimāliem kauliem: sakārtojums klūst seriāls. Šai gadījumā kauli bieži top gandrīz vienāda lieluma.

Artiodactyla priekš- un pakaļkājas paliek diplerālas. Bet pēdā, kas visvairāk piepūlēta, novērojam tarsalia saplūsmi: kuboids saaug ar naviculare un tarsalia 1 līdz 3 saaug savā starpā; tādā kārtā diplaterālais stāvoklis šeit to-mēr praktiski izzūd. Pie *Tragulus* distālie tarsalia un naviculare saplūst vienā vienīgā kaulā. Sakarā ar to lēca-mā locītava klūst loti stingra.

Tā kā ungulāti ekstrēmitātes lieto tikai skriešanai, tad plaukstas un pēdas griešanās (supinatio) šeit lieka. Tādēļ



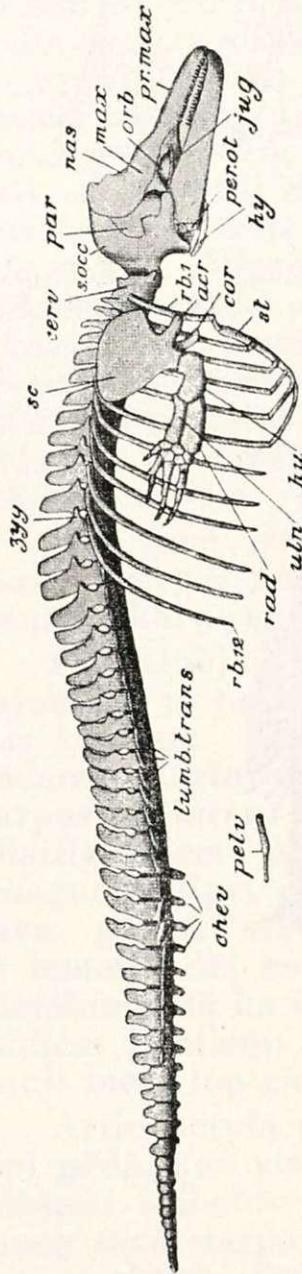
Zīm. 312. Zirga priekškājas filogenetiskā attīstība. a — *Eohippus*, b — *Orohippus*, c — *Mesohippus*, d — *Miohippus*, e — *Hypohippus*, f — *Neohippion*. (No Abel'a.)



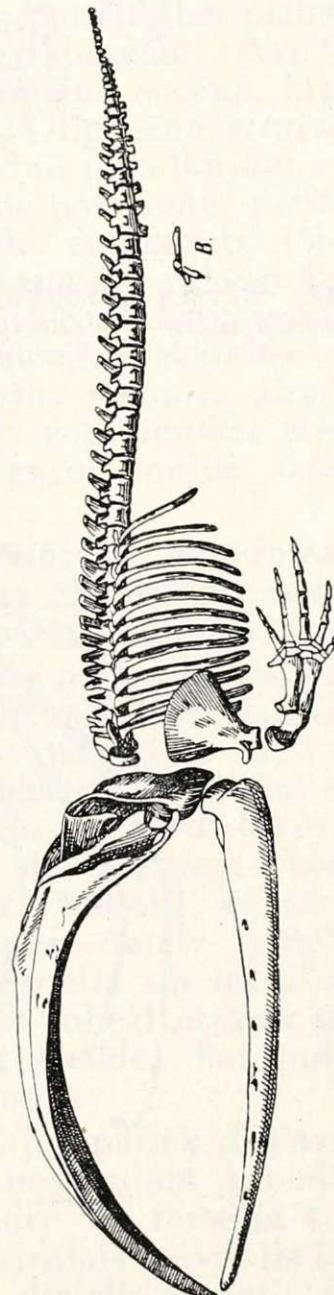
Zīm. 313. Sikspārnis *Pteropus edulis*. Skelets ķermeņa kontūrās. C — clavicula, F — fibula, ChP, Plp, Hp — lidplēve, R — radius, Sp — pieassis, T — tibia, U — ulna. (Pēc Weber'a.)

ulna un fibula reducētas, sevišķi to vidējā un distālā daļā. Tās cieši pieklaujas radiusam vai tibijai, tā ka, praktiski nemot, apakšdelms un apakšstilbs sastādās tikai no viena kaula.

Smagajiem ungulātu pārstāvjiem novērojam locekļu izstiepšanos locītavās, tā ka beidzot ekstrēmitātes veido gandrīz taisnu stabu.



Zīm. 514. Delfīna *Phocaena communis* skelets. acr — plecu lāpstiņas akromions, cerv — saplūdušie kakla skriemeli, chev — hemapofizes, cor — proc. coracoidalis, hu — humerus, hy — os hyoideum, jug — ļoti tievs jugale, lumb. trans. — lumbālā reģiona skērsizaugumi, max — maxillare, orb — orbita, par — parietale, pelv — bļodas rudiments, sc — scapula, s. occ — supraoccipitale, zyg — prezigapofize. (No Parker'a un Haswell'a.)



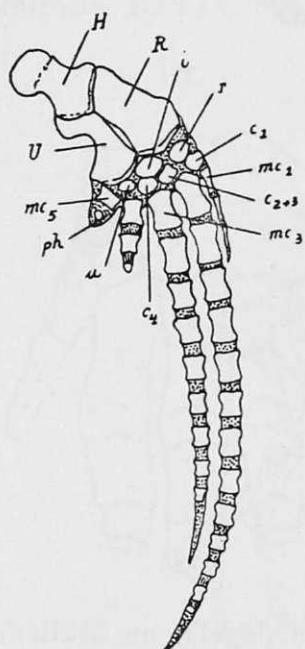
Zīm. 515. Valzivs *Balaena mysticetus* skelets. B — bļodas un pakaļkājas rudiments. (Pēc Eschricht'a un Reinhard'ta.)

Siks pārņu (*Chiroptera*) priekšējā ekstrēmitātē atrodam ie-vērojamus pārveidojumus. Humerus stipri izstiepts garumā. Arī apakšdelms ļoti izstiepts, ar spēcīgu radiusu. Ulna turpretim reducēta un sa-

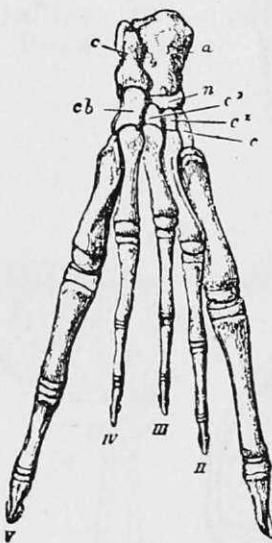
plūdusi ar radiusu. Karpusā parādās tipiski pārveidojumi: skafoīds, lunatum un centrale saplūst vienā kaulā. Lielam pirkstam parasti nav lidplēves, tas īss, spēcīgs un nobeidzas ar līku nagu. Starp pārējiem četriem pirkstiem guļ lielākā lidplēves daļa; tie ļoti stiepti, kā metacarpalia kaulos, tā falangās.

Arī peldošais dzīves veids atstāj savu ietekmi uz ekstrēmitāšu uzņīvi. Vispilnīgāk šī parādība novērojama valiem. Šeit priekšējā ekstrēmitātē tipiska spurā; dažos gadījumos tā var sasniegt ļoti ievērojamu garumu. Sakarā ar to, rodas vidējo pirkstu hiperfalangija. Tālāk pārveidojumi izpaužas stiprā humera, radiusa un ulnas saisinājumā, vietas locītavas klūst stingrakas un, beidzot, šo dzīvnieku skeletā līdz lielam vecumam uzglabājas skrimslis, jo pārkaulošanās norisinās ļoti lēni. Karpālie kauli ir vairāk vai mazāk noapaļotas un plakanas plātnes. Tādā kārtā spurā klūst par diezgan elastīgu un lokanu plātni, kas locītavā kustīgi savienota ar plecu joslu. Šī locītava labi attīstīta. Šī locekļu pārvēršanās spurās ir uzkrītoši parallēla līdzīgiem pārveidojumiem dažādās jūras reptīļu (fosiliu) grupās.

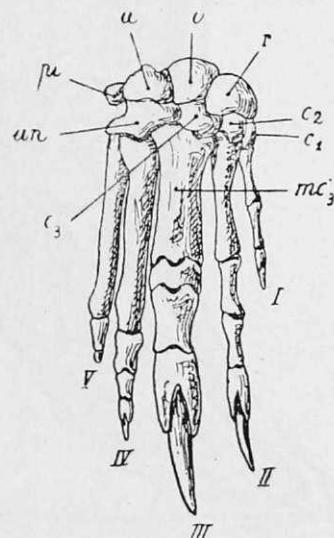
316



317



318



Zīm. 316. Valzivs *Globiocephalus*. Labā priekšējā ekstrēmitāte. H — humerus, R — radius, U — ulna, r — radiale (scaph.), i — intermedium (lunat.), u — ulnare (triquetr.), c₁, c₂₊₃, c₄ — carpalia, mc — metacarpalia. (No Abel'a.)

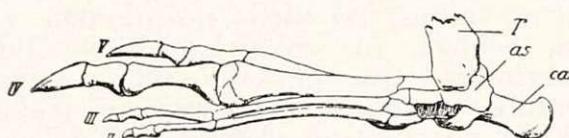
Zīm. 317. Jūras lauvas (*Macrorhinus*) pakaļķāja. a — astragalus, c — calcaneus, cb — cuboideum, n — naviculare; c, c², c³ — cuneiformia. (Pēc Flower'a.)

Zīm. 318. Skudru lāča *Myrmecophaga jubata* labā priekšķāja. Visspēcīgāk attīstīts 3. pirksts. r — radiale (scaphoideum), c₁ — carpale I (trapezium), c₂ — carpale II (trapezoideum), c₃ — carpale III (capitatum), un — carpalia IV+V (hamatum), mc₃ — metacarpale III.

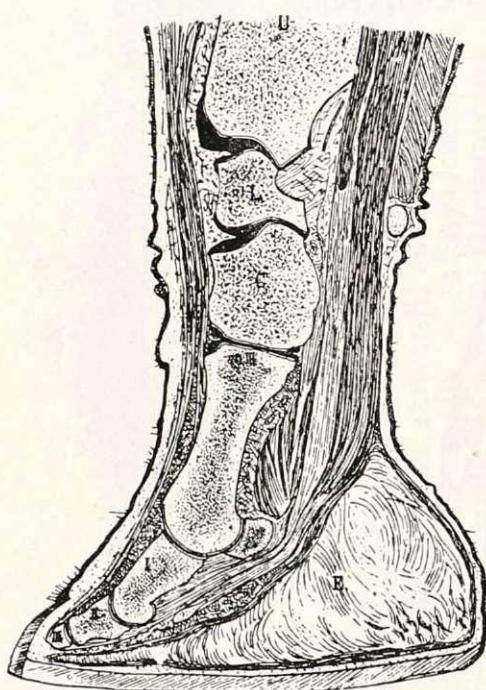
Ārēji pakaļējās ekstrēmitātes pilnīgi izzudušas; to skeletu reprezentē vienīgi femura, dažreiz arī tibijas un bīodas atlieka.

Jūras govīm tāpat ir horizontāla astes spura; arī tām ārēji vairs nevar saskatīt pakaļējās ekstrēmitātes, bet iekšēji no skeleta vēl palikušas ļoti niecīgas atliekas.

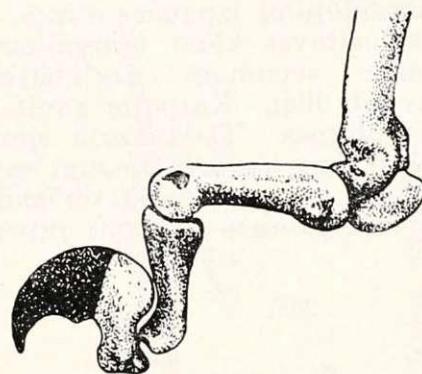
319



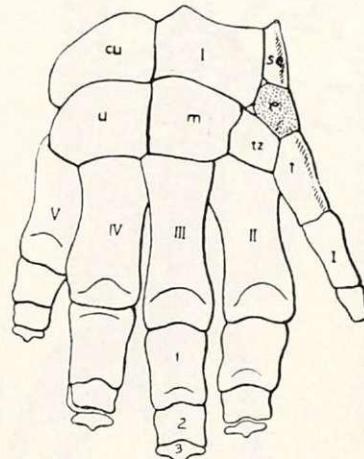
322



320



321

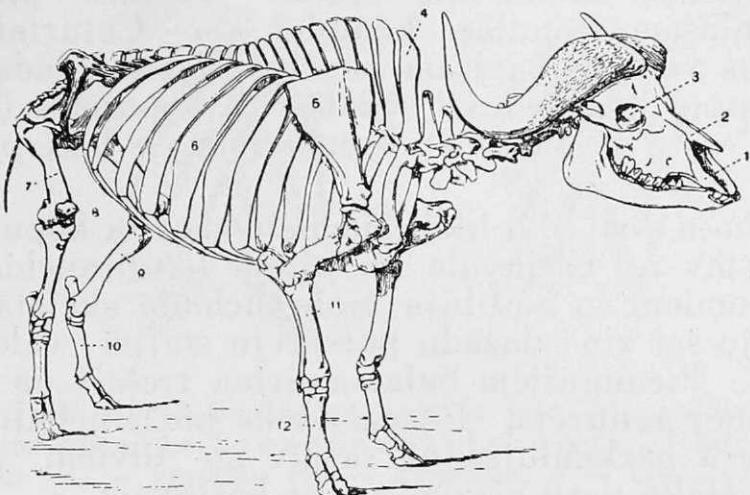


Zīm. 319. Kengura labā pakaļkāja. (Pēc Schlegel'a un Müller'a, no Abel'a.)

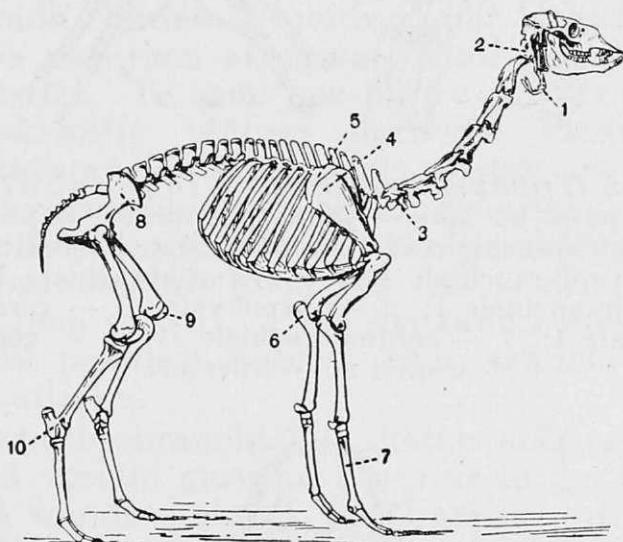
Zīm. 320. Tīgera pirksta skelets ar atpakaļ atliektu naga falangu. (Pēc Weber'a.)

Zīm. 321. *Elephas africanus*. Jauna dzīvnieka priekškāja. Pieaugušam dzīvniekam centrale (c) saaug ar scaphoideum (sc) = radiale. cu — cuneiforme = ulnare, 1 — lunatum = intermedium, m — capitatum = carpale 3, t — trapezium = carpale 1, tz — trapezoid = carpale 2, u — hamatum = carpalia 4+5. (Pēc Leuthradt'a, no Weber'a.)

Zīm. 322. *Elephas indicus*. Priekškājas gaigriezums. U — ulna, L — lunatum (= intermedium), C — capitatum (= carpale 3), m III — metacarpale III, I—III — trešā pirksta falangas, E — elastīgs saistaudu spilvens. (Pēc Weber'a.)



Zīm. 323. Bifelis, *Bubalus caffer*. Skelets. 4 — pirmo krūšu skriemeļu spēcīgie proc. spinosus dorsales, 8 — patella, 9 — tibia, 10 — saplūdušie metatarsalia III+IV, 11 — radius, 12 — metacarpalia III+IV. (Pēc Reynolds'a.)



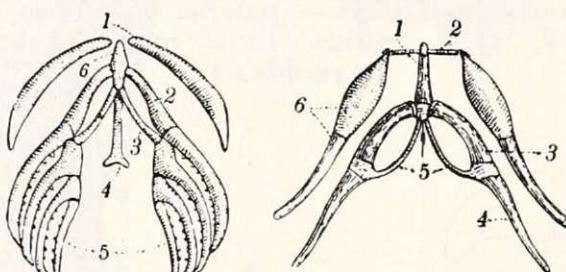
Zīm. 324. Lāma, *Auchenia lama*. Skelets. 1 — mēles kauls, 5 — nepilnīgi pārkaulojusies suprascapula, 6 — ulnas olekranons, 10 — calcaneus. (Pēc Reynolds'a.)

Tetrapodu hiobranchiālais skelets.

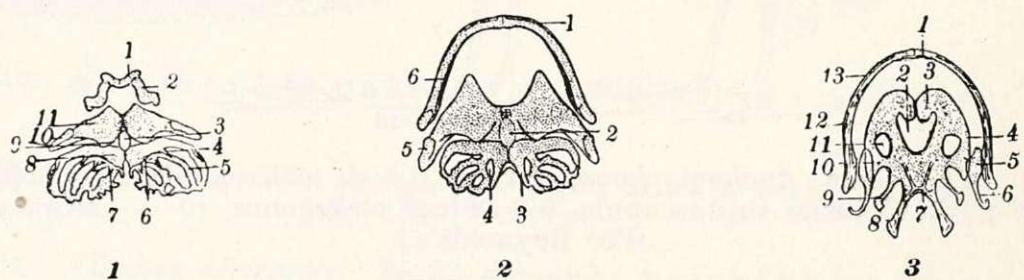
Zemāko urodelu un vispār visu amfibiju kāpuru hioda loka un žaunu loku skelets ir visumā būvēts vienādi. Hioda (mēles kaula) loks ir gandrīz vienmēr visstiprāk attīstīts. Sekojošie četri žaunu loki, jo tālāk kaudālā virzienā tie atrodas, jo tie ir mazāki un reducētāki. Tikai hioda

loks un pirmsā žaunu loks (retāk arī otrs) pievienojas priekšā gulošam copulae kompleksam. Ceturtais un pat trešais loks var pat pavisam iztrūkt. Tikai hioda loks un pirmsā žaunu loks parasti sadalās divos posmos (hypo- un ceratohyale vai branchiale), kamēr pārējie loki paliek nedalīti.

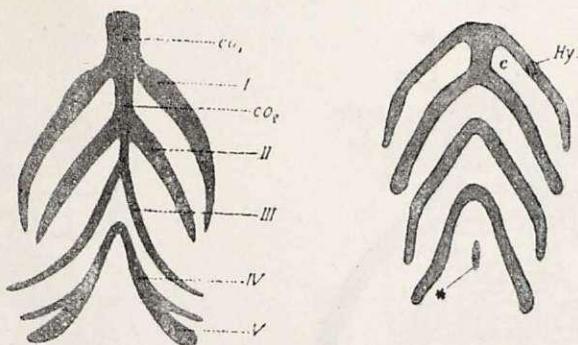
Zemāko urodēlu hiobranchiālā skeleta kōpulas nodalījums sastāv no basihyale un pirmā basibranchiale. Par pārkaulojumiem šo amfibiju hiobranchiālā skeletā šeit nerunāsim, jo šai ziņā dažādu pārstāvju starpā valda lielas atšķirības. Pieaugušiem Salamandrina trešais un ceturtais loks vienmēr reducēts. Pirmsā loks bieži nedalīts, otrs lielāko tiesu pārkaulojas un sastāv no diviem posmiem. Copulae lielāko tiesu aizvietotas ar basihyale.



Zīm. 325. *Triton (Triturus) viridescens*. Hiobranchiālais aparāts. Pa kreisi — kāpurs, pa labi — jauns dzīvnieks. Kāpurs: 1 — hypophyale; 2 — ceratobranchiale I; 3 — ceratobranchiale II; 4 — basibranchiale II; 5 — epibranchiale IV; 6 — basibranchiale I. Jauns dzīvnieks: 1 — basibranchiale I; 2 — hypophyale; 3 — ceratobranchiale I; 4 — epibranchiale I; 5 — ceratobranchiale II; 6 — ceratohyale. (Pēc Cope's no Werner'a.)



Zīm. 326. *Pelodytes punctatus* (Anura). Apakšzoklis un hiobranchiālais aparāts. Nr. 1 — kāpurs; 1 un 2 — apakšzoklis; 3 — basihyale; 5 — ceratobranchiale II; 8 — hiobranchiālā plātni, pie kuļas sēd 4 brachiālie loki; 11 — ceratohyale. Nr. 2 — īsi pirms metamorfōzes; 1 un 6 — apakšzoklis; 2 — basihyale; 3 — thyrohyale. Nr. 3 — jauns dzīvnieks pēc metamorfōzes 1, 12, 13 — apakšzoklis; 3 — mēles kaula processus anterior; 4, 5, 6 — pakalējā mēles kaula raga daļas; 8 — thyrohyale; 9 — processus posterolateralis. (Pēc Ridemood'a no Werner'a.)

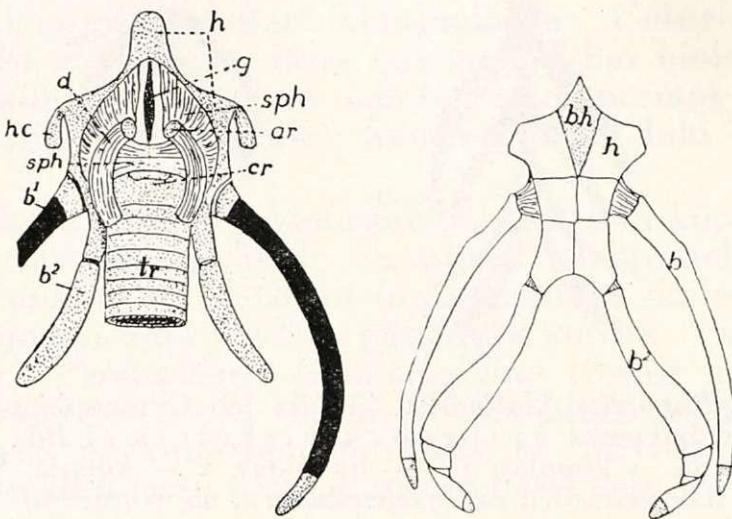


Zīm. 327. *Ichthyophis glutinosus* (Apoda jeb Gymnophiona). Kāpura un pieauguša dzīvnieka hiobranchiāls skelets. I līdz V — žaunu loki, Co₁ un Co₂ — kōpulas, Hy — hiodloks, c — kōpula, * — larynx. (Pēc Sarasin'a un Wiedersheim'a, no Werner'a.)

Anurām, kāpuriem pārvēršoties definitīvā formā (metamorfōzes laikā), četru žaunu loku ventrālās kopējās daļas saplūst vienā lielā skrimšķa plātnē, mēles kaula ķermeni. Plātnes priekšējie stūri savienoti ar gaļiem un slaidiem hioida lokiem (hiodragiem, sauktiem cornu hyale). No pārējiem atraģiem tikai pakaļējais ir vienmēr labi attīstīts. To sauc par proc. thyreoides — tas jauns skrimšķa plātnes derivāts. Pieaugušo gimonofionu hiobranchiālais skelets sastāv no četriem loku gabaliem: no cornu hyale un trim pirmajiem žaunu lokiem. Visi loki abpusēji saplūst viens otrā, priekšējie divi (hioida un pirmais branchiālais loks) bez tam savā starpā ventrāli mediānā virzienā saistīti. Pēdējais žaunu loks sadalās dorsālā daļā. Tā pakaļējā žuburā redz ceturtā žaunu loku pārā pēdējo atlieku.

Amniotu hiobranchiālais skelets atšķirības no amfibiju hiobranchiālā skeleta galvenā kārtā ar to, ka tas nekad nefunkcionē kā žaunu skelets. Tādēļ arī tas attīstās tieši, bez metamorfōzes. Sakarā ar to, hiobranchiālais skelets šeit izveidots tikai kā mēles kauls, saprotams, izņemot tās daļas, kas izlietātas kā gaisa vadu balsti. Mēles kaula aparāta izveidojumā nēm dalību augstākais trīs viscerālie loki, kas ventrāli ar vienu vai vairākiem nepāru mediāniem gabaliem (t. s. mēles kaula ķermenī) savā starpā saistīti. Mēles kaula ķermenīs jeb os hyoides, sastāv no copulae atliekām un pa daļai arī no loku bazālām daļām. Os hyoides ventrāli pieslejas gāmuram un gaisa vadu sākumam, un bieži atbalsta mēli.

Bruņurupučiem mēles kaula aparāts visprimitīvāk būvēts. Tā trīs ragi (hioida loks, pirmais un otrs)



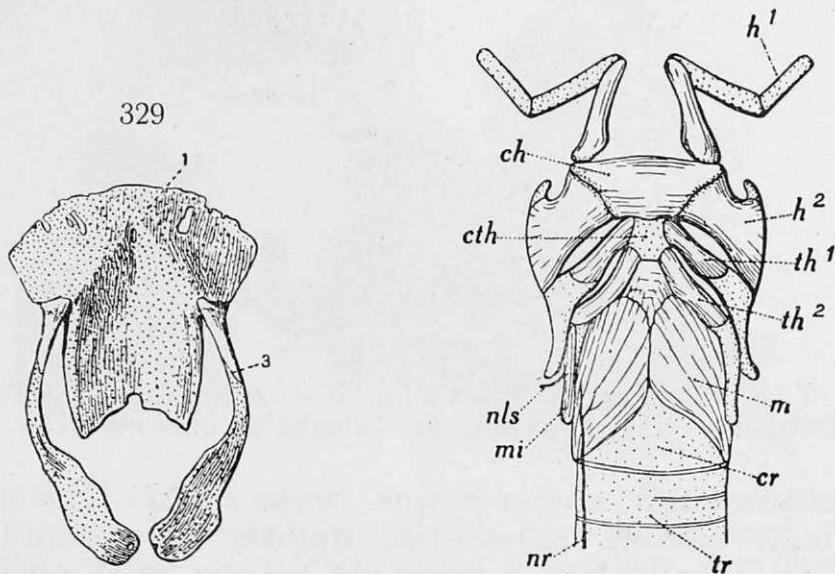
Zīm. 528. Bruņurupuču *Chelone* un *Trionyx* h i o b r a n c h i ā l a i s skelets. Skrimslis punktēts. ar — aritenoida skrimslis, b — branchiālie loki, bh — basihyoideum, g — glottis, h — hyoideum, hc — cornu hyale, tr — tracheja. (No Kingsley'a.)

žaunu loks) pievienoti gaļajam mēles kaula ķermenim kā patstāvīgi, pa daļai pārkauloti stabiņi. Pirmais loks stipri reducēts un dažreiz tas vairs nav nemaz kā patstāvīgs veidojums izšķīrāms. Ķermenē priekšējais atraģis mēles atbalstīšanai (proc. entoglossus) ir tikai vāji attīstīts. Tālāk šeit tipisks sevišķs skrimšlains skeleta gabals, t. s. entoglossum, kas atrodas zem mēles kaula ķermenē priekšējā nodalījuma un kuļu nav iespējams homologizēt ne ar kādu citu skeleta elementu citās dzīvnieku grupās.

Kirzak u proc. entoglossus bieži ļoti garš. Hioidragi parasti divposmaini, pie kam posmi saskaņas zem leņķa. Čūsku mēles kaula aparāts stipri reducēts.

Krokodīlu vairogveidīgā mēles kaula ķermenē abās pusēs, apm. tā gaļvirziena vidū, ir tikai viens, lielāko tiesu pārkaulojies rags, kas atbilst pirmajam branchiālam lokam.

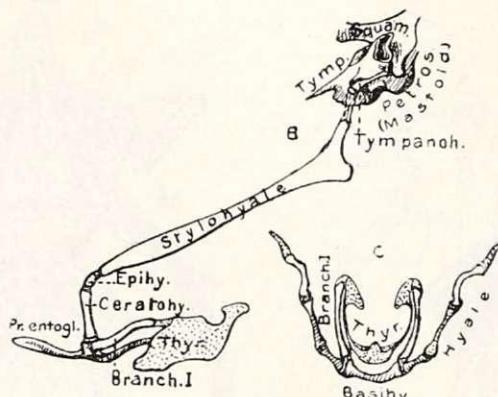
Gaļais un slaikais putnu mēles kaula ķermenis veidots no diviem, bieži vēl arī adultā stāvoklī šķirtiem copulae (basihyale un basibranchiale I.). Basihyale priekšā pievienojas pāru vai nepāru os entoglossum, kas pāriet garā skrimšlainā „proc. entoglossus“. Iespējams, ka putnu ossa entoglossa atbilst hioidloka hypohyale. Pirmais branchiālais loks veido garus div- vai trīsposmainus ragus, kas reizēm var izplesties ap okcipitālo reģionu un parietalia.



Zīm. 329. *Caiman latirostris*. Os hyoides (mēles kauls). Skrimšķainās daļas punktētas. 1 — corpus hyoideum (mēles kaula ķermenis), 3 — cornu branchialia I (priekšējie ragi). (Pēc Reynolds'a.)

Zīm. 330. *Echidna aculeata*. Mēles kauls, lariniks un tracheja, ventrāli. ch — corpus hyoideum (mēles kaula ķermenis) (basihyale?), cr — cartilago cricoidea, cth — cartilago media thyreoidei (= 2+3 basibranchialia), h¹ — cornu hyale (= hyoideum), h² — mēles kaula dorsālais rags (= 1. branchiālais loks), th¹, th² — 4. un 5. branchiālie loki (= cart. thyreoidea, augstāko zīdītāju arcus anterior un a. posterior), tr — trachejas gredzeni, m un mi — muskuļi. (Pēc Göppert'a.)

No zīdītājiem monotrematiem piemīt primitīvākais hiodskelets. Tas būvēts no hiodloka un trīs priekšējiem branchiāliem lokiem. Divi pēdējie branchiālie loki balsta ieeju balss rīklē (larynx'ā). Pārējiem zīdītājiem šis skelets sadalās: cornu hyale un pirmais branchiālais loks veido os hyoides, bet abi pakalējie loki ir no mēles kaula aparāta atsvabinājušies un kā cartilago thyreoidea (vairoga skrimslis) veido vienu larynx daļu. Priekšējais loku pāris, cornua hyalia, piestiprinās deniņu kaulam (temporale), vai arī pie os petrosum proc. styloideus. Šis processus ir patiesībā hiodloka dorsālais gabals. Kamēr monotrematiem šis loks vēl pilnīgi attīstīts, citiem zīdītājiem tas, vismaz pa daļai, reducējies par saistaudu saiti, ligāmentu. Cornu hyale var sastāvēt no vairākiem kaula gabaliem: ceratohyale, epihyale un stylohyale. Bet šie nosaukumi vēl nenozīmē homoloģiju ar zivju žaunu loka iedalījumu. Pakalējais loks (cornu branchiale) bieži ievērojami gaŗāks par hiodloku,

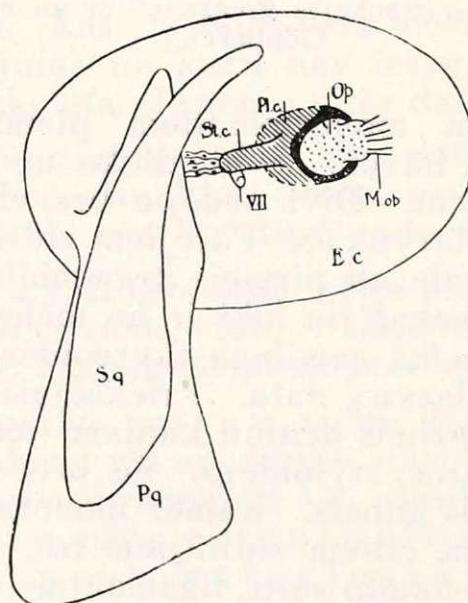


Zīm. 531. Zīdītāju mēles kauls. B — zirga, laterāli. C — suņa, krāniāli. (Pēc Bütschli, no Selenka's-Goldschmidt'a.)

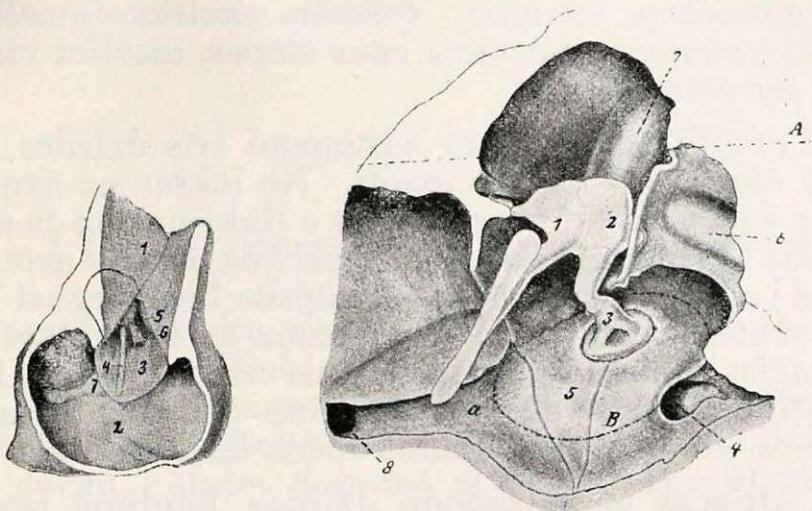
tādēļ to sauc par cornu majus (lielo ragu). Tas pārkauļojas vienā vienīgā gabalā un lielāko tiesu saplūdis ar corpus hyoideum. No šā ķermeņa reizēm atiet mazs atraģītis, proc. lingualis.

Dzirdes kauliņi.

Zivīm nav nekāda skaņu vadītāja aparāta, jo šeit ūdens svārstības pārraidās tieši uz galvas kausa kauliem. Citādi tas ir ar tetrapodiem. Jaunizveidotā bungplēvīte



Zīm. 532. Astainā abinieka vidējās auss skeleta elementu schēma. Ec — auss kapsula, Op — operculum, Plc — kolumellas plātnīte, Pq — palatoquadratum, Sq — squamosum, Stc — columella. (Pēc Reed'a.)



Zīm. 333. *Trusis.* Pa kreisi: kaula auss. Kreisās bullas osseas un dzirdes kanāla laterālā siena nozāgēta. 1 — ārējais dzirdes kanālis; 2 — bungas dobums; 3 — bungplēvīte; 4 — āmura kāts (manubrium mallei); 5 — laktiņas (incus) atraģis; 6 — kāpslītis (stapes); 5 un 6 spīd cauri bungplēvītei; 7 — gliemezis. Pa labi: kreisās auss dzirdes kauliņi un gliemezis. 1 — malleus; 2 — incus; 3 — stapes, kuļa plātnē iegremdēta ūvālā lodziņā; 4 — apaļais lodziņš; 5 — gliemezis (a — tā virsotne); 6, 7 — canalis semicircularis lateralis un c. s. superior; 8 — ieeja Eustachija caurulē. (Pēc Lamprecht'a.)

sauszemes dzīvniekiem savienojas ar labirinta kapulas ūvālo lodziņu (*fenestra ovalis*) ar skeleta gabiņu rindas palīdzību, kas gul t. s. auss bungas dobumā. Šos skeleta elementus sauc par dzirdes kauliņiem jeb ossicula auditus. No amfibijām patiesībā tikai anurām piemīt labi funkcionējošs skaņu vadītājs aparāts ar bungplēvīti. Runa iet par kaula stabīnu, kas ar, dažreiz skrimšlainu, kājas plātni iekļaujas ūvālā lodziņā. Tā distālā skrimšlainā dala, t. s. extracolumella piestiprinās pie bungplēvītes. Kaula stabīnu līdz ar kājas plātni sauc par stapes. Stapes kopā ar ekstrākolumellu tā tad veido anuru vienīgo dzirdes kauliņu, columella auris jeb auss kolumellu. Zemāk par stapes kājas plātni, ieslēgta membrānā, kas noslēdz fen. ovalis, gul vēl viena skrimšļa plātnīte, t. s. operculum. Abas plātnes var arī saplūst kopā.

Urodelām nav bungplēvītes. Columella īsa un veidota tikai no stapes, kas ar savu distālo galu var pievienoties palatokvadrātam. Dažreiz no stapes paliek pāri tikai kājas plātnē, ar kuļu var pilnīgi saplūst vienmēr labi attīstītais operculum.

Zauropsidiu slaikā columella sastādās, tāpat kā anurām, no kaula stapes un skrimšlainas ekstrākolumellas, tur-

pretim operculum iztrūkst. Čūskām ekstrākolumellas nav. Dažām ķirzakām un putniem caur stapes, mazliet virs kājas plātnes, iet artērija.

Zīdītājiem vienmēr sastopami trīs dzirdes kauliņi, kas savā starpā kustīgi savienoti. No iekšas uz āru tos apzīmē par stapes (kāpslis), incus (laktiņa) un malleus (āmuriņš). Pirmam kauliņam bieži iet cauri artērija (a. stapedialis). Sakarā ar to, kāpslis bieži iegūst savu tipisko izskatu. Āmuriņam ir vienmēr ar bungplēvīti saudzis atraģis, manus brium, kā arī viens proc. folianus. Minētie trīs dzirdes kauliņi embrionāli aizmetas skrimšlaini, tikai proc. folianus rodas kā klājkauls.

Kas attiecas uz tetrapodu dzirdes kauliņu izcelšanos, tad vēl tagad kā ticamākā jāpieņem Reicherta uztvere, pēc kuļas nezīdītāju columella, kā arī zīdītāju stapes izcēlušies no augšējās hioidloka daļas, kamēr zīdītāju auss malleus un incus esot homologi articulare vai kvadrātam. Āmuriņa proc. folianus tad tiek salīdzināts ar goniale (dermarticulare).

IV. Gremotāja sistēma.

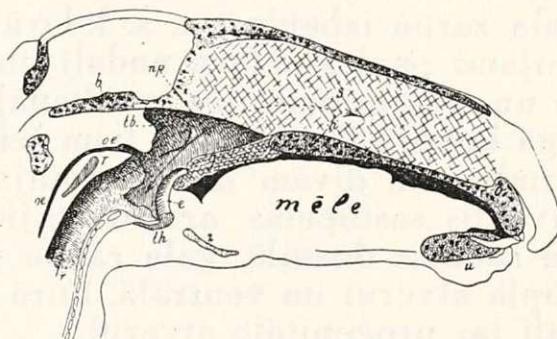
Mugurkaulnieku zarnas kanāli var iedalīt divās daļās: galvas zarnā un vidukļa zarnā. Galvas zarna atrodas galvas reģionā, muguraula priekšdaļā; to ieslēdz viscerālais skelets. Galvas zarnā izšķir mutes dobumu un žaunu zarnu. Mutes dobumā atveras daudz gлотu un siekalu dziedzeļu un šeit gandrīz vienmēr sastopami zobi un mēle. Žaunu zarna jeb pharynx veido zivju žaunu maius un žaunu spraugas, un tādēļ kalpo elpošanai. Tetrapodiem tie veidojumi izšķid, šeit zarna vienkāršs mutes dobuma turpinājums. Vidukļa zarna i nav skeleta balstu un tā lielāko tiesu guļ kermēņa dobumā. Tanī parasti izšķir trīs daļas: priekšzarnu, vidus jeb tievo zarnu un gala jeb resno zarnu. Priekšzarna stiepjas no žaunu zarnas līdz kuņķa pakalējam nodalījumam, kur atrodas slēdzējkroka, pylorus. Priekšzarnu veido barības vads (oesophagus) un kuņģis. Viduszarna stiepjas no pylorus līdz aklās zarnas sākumam, ja tāda vispāri sastopama. Viduszarnas priekšdaļā atveras aknu un aizkuņķa dziedzera (pancreas) izvadkanāli, tā nošķirot šo daļu sevišķā reģionā, t. s. divpadsmitsirkstu zarnā (duodenum). Šā gala zarna (rectum) parasti priekšgalā dod izliekumu, aklōzaru (coecum). Zemākiem dzīvniekiem gala zarna izbeidzas t. s. kloākā, kas ir tās pēdējais, ievērojami paplašinātais, nodalījums un kuņķa atveras dzimuma un mīzalu aparāta izvadkanāli. Tad kloākas atvera ir vienīgā kopējā izeja visām trim šeit kopā satekošām sistēmām (mīnētām divām un gremotājsistēmai). Embrionalī šis stāvoklis sastopams arī zīdītājiem, bet vēlāk embrija kloāka sadalās dorsālā, gala zarnu pagarinošā nodalījumā (ar tūpļa atveru) un ventrālā, kuņķa ietek niešu un genitālu kanāli (ar urogenitālo atveru).

Zarnas sienas parasti sastāv no trim kārtām: iekšējās glotādas jeb mukosas, vidējās muskuļu kārtas jeb muscularis un ārējās segkārtas jeb serosas. Mucosa satādās no epitelā, kas vērstīs uz iekšu un, izņemot oesophagus reģionu, ir vienkārtains, un no saistaudu kārtas. Muscularis veidots no divām muskuļu kārtām, iekšējās, ar gredzenvei-

dīgi sakārtotām gludām muskuļu šķiedrām un ārējās, longitudinālās. Šīm muskuļu kārtām kontrahējoties, notiek t. s. zarnas kanāla peristaltiskā kustība, pateicoties kuļai bariņa virzās no priekšas uz pakaļgalu. Beidzot, se ro sā izšķīram ārējo epitēla kārtu un zem tās saistaudu kārtu. Serosa izcēlusies no peritoneja, tā tad nōkermeņa dobuma se dzēja epitēla.

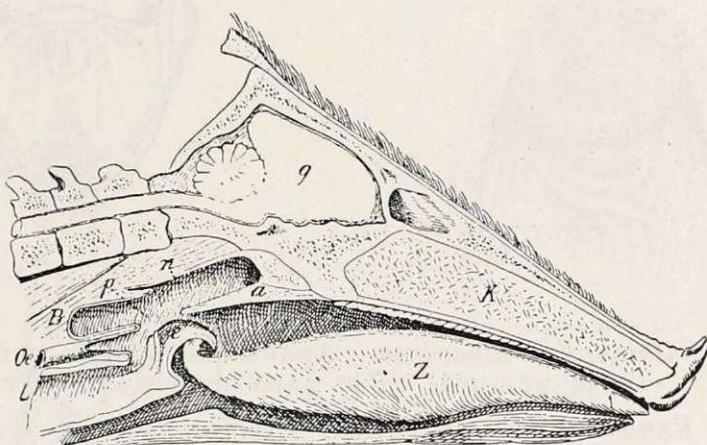
Galvas zarna.

Amphioxus mutes dobums ir plaša telpa, kas atvejas uz ārieni ar vertikālu spraugu, uz kuļas malas novietoti 12—20 pāri taustekļu jeb cirru. Tie pārklāti skropstīņām un maņu organiem. Mutes dobuma dibenā atrodas siena, t. s. *velum*, kuļai viena eja. Tā atbilst kāpura kreisai priekšējai žaunu spraugai un funkcionē kā pagaidu mutes atvera. Tetrapodiem (četrkājainiem) pieaugušā stāvoklī žaunu maisi izzūd un žaunu zarna dod definītīvā mutes dobuma daļu. Mutes spraugas malu veido *lūpas*. Tās lielāko tiesu nekustīgas ādas krokas, kas zīdītājiem tomēr ar savas īpašas muskulātūras palīdzību var kustēties. Telpa starp lūpām un žokļiem embrioloģiski izveidojas tādējādi, ka no t. s. lūpu bedrītes, kas parādās gar embrionālo žokļu malām, ieauļ saistaudos epitēla līste. Grauzēju un dažu pērtiķu vaigiem piemīt pa iekšējam ielokam, t. s. *valīga maišam*, kuļu izklāj mutes dobuma glotāda. Šī ierīce dod dzīvniekiem iespēju sakrāt un nēmt līdzi lielākus bariņbas daudzumus.



Zīm. 334. Zirga galva, mediāngriezumā. b — galvas kausa pamatne, e — epiglottis, g — mīkstās aukslējas, h — cietās aukslējas, oe — barības vads, s — deguna šķērssiene, tb — Eustachija caurules vārstulis, tr — tracheja. Bulta norāda uz larinksa un apakšējās deguna ejas komunikāciju. (Pēc Rückert'a, Weber'a pārveidojumā.)

Zivju un amfibiju galvas kausa pamatne ir arī šo dzīvnieku mutes dobuma jumts. Amfibiju deguna dobumi ar speciālu kanālu (choānu) palīdzību atveras mutes dobuma jumta priekšpusē. Ķirzakām un sfenodontiem no augšzokļu malām atiet horizontālas glotādu krokas, ko sauc par a u k s l ē j u k r o k ā m. Piespiežot mēli šīm krokām, rodas dorsāla telpa ar choānu atverām, pa kuļu uz gaisa vada ieeju plūst elpojamais gaiss. Jau krokodiliem aukslēju krokas mediāni saplūst, caur ko rodas t. s. sekundārās a u k s l ē j a s. Līdzīgu parādību sastopam bruņu rupučiem, kaut arī to aukslējas nestiepjas tik tālu kaudāli kā krokodiliem. Putnu aukslēju krokas atgādina ķirzaku krokas, tikai tās spēcīgāk attīstītas un to starpā ir tikai šaura „sekundārā choānu sprauga“. Diezgan labi attīstītās sekundārās zīdītāju



Zīm. 355. Cūkas galva, mediāngriezumā. a — mīkstās a u k s l ē j a s, e — epiglottis, k — skrimšķainā deguna šķērssiena, L — larynx, Oe — barības vads, Z — mēle. (Pēc Weber'a.)

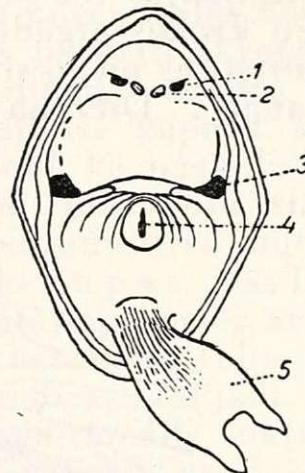
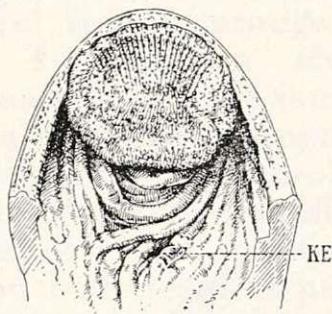
aukslējas kauli atbalsta vienīgi priekšdaļā. Sakarā ar to, izšķir c i e t ā s un mīkstās a u k s l ē j a s. Cieto aukslēju glotādā bieži sastopami transversāli epitēla sabiezinājumi. Tos sauc par a u k s l ē j u l ī s t ē m un tie kalpo kā mēles rīve.

Mēle. Lancetniekam mēles nav. Apaļmušu (Cyclostoma) mēle, savas īpatnējās izcelšanās un struktūras ziņā, atšķiras no citu dzīvnieku mēlēm. Piem., Petromyzon mēle kolbveidīga izskata, pārklāta raga zobiņiem un rodas kā mutes pamatnes ventrāls uzbieznējums. Tai piederošais mēles skrimslis stiepjas tālu kaudāli. Še mēle darbojas kā pumpja sūcējvirzulis. Bet līdzīgi veidotā Myxiniidae mēle kalpo kā vārpsts zivs ļermeņa sienas caururbša-

nai. Īstām zivīm patiesībā vēl nav mēles, jo vairāk vai mazāk spēcīgais glotādas uzbieznējums virs hiobranchiālā skeleta priekšdaļas (basihyale, šeit saukt arī par os entoglossum) tādu apzīmējumu nepelna. Tam nav arī glotdziedzeļu un patstāvīgas kustības. Sauszemes dzīvniekiem (Tetrapoda) mēle augstāk attīstīta un ir manu organu, daudzu dziedzeļu un komplikētās muskulātūras sēdeklis. Kā redzams no amfibiju mēles embrionālās attīstības, tetrapodu mēle sastādās no divām daļām: kaudālās, kas atbilst zivju

337

336



Zīm. 336. *Salamandra maculosa*. Apakšoklī gulošā mēle no augšas. KE — ieeja gāmurā. (Pēc Jacobshagen'a no Werner'a.)

Zīm. 337. *Rana temporaria*, varde. Atvērts mutes dobums. 1 — iekšējās deguna atveras jeb choānas; 2 — vomera zobi grupas; 3 — dzirdes organa Eustachija caurules; 4 — balss sprauga; 5 — mēle. (Pēc Werner'a.)

mēlei un priekšējās, kas uzskatāma par jaunieguvumu. Krāniāli un laterāli no pakaļējā, t. s. „primītīvā“ mēles aizmetņa mutes dobuma epitelā attīstās pakavveidīgs dziedzeļu laukums, kas pamazām izaug, iegūst spēcīgu saistaudu un muskulātūras pamatni un beidzot saplūst ar prīmitīvo mēli, tā izveidojot tetrapodu definītīvo mēli. Kamēr dažām amfibijām mēle gandrīz pilnīgi saistīta ar mutes dobuma pamatni un tikai malās mazliet kustīga, citiem tā savā funkcijā diezgan patstāvīga. Gints Spellerpes ķerot insektus spēj, izbīdot hioda skeletu, izsviest savu mēli uz priekšu. Vardēm, turpretim, mēles pakaļgals brīvs un tikai priekšgals piestiprināts, tādēļ mēle spēj izlikties uz priekšu.

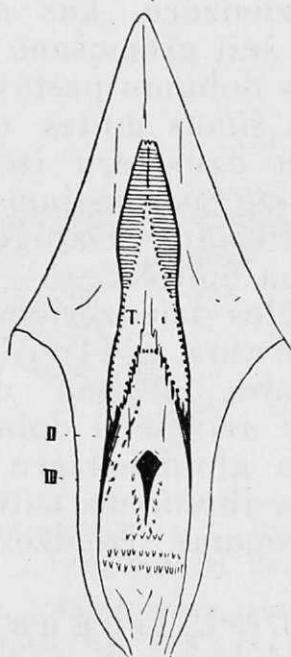
Zīdītāju mēles izcelšanās veids drusku atšķirās no aug-

šā minētiem, jo tās priekšdaļa rodas no diviem pauguriņiem, labā un kreisā.

Bruņurupučiem un krokodīliem mēle tikai mazliet kustīga.

Ķirzakām (Lacertilia) un čūskām (Ophidia) mēle bieži mēdz būt izgrūžama. Čūsku priekšgalā šķeltā mēle var kalpot arī kā taistes organs; pamatā tā ieslēgta makstī. Chamēleonu tālu izgrūžamā lipīgā mēle kalpo insektu keršanai. Citādi ķirzaku mēles forma ļoti dažāda; agrāk šo apstākli pat izlietāja kā pamatu sistēmatikai. Beidzot reptīļu mēle spēlē lomu arī elpošanā: tā aizverot nošķiņ elpojamo vadu no barības vada.

338



Zīm. 338. *Passer domesticus*, zvirbulis. Apakšzoklis ar virsotni uz augšu, mēle un rīkles telpas pamatne ar gāmura spraugu. T. i. — mēles tuberculum impar. (Pēc Kellius'a.)

Zīm. 339. *Stenops gracilis* (Lemuroidea). Mēle, no labās puses, ar labi attīstītu «apakšmēli». (Pēc Oppel'a.)

Putnu mēle ir klāta ar pārragotu epitelu. Tās forma atkarājas no tā, cik knābī telpas, tādēļ arī tā lielāko tiesu mēdz būt šaura priekšgalā un kaudāli plata.

Mēle, izņemot plato muskuļaino papagaiļu mēli, parasti mazkustīga. Dzeņi (Picidae) un kolibri var mēli izbāzt tālu uz priekšu; tas neatkarājas no mēles pašas būves, bet gan no hioda un tā muskuļu uzbūves. No lielās dažādības at-

339



zīmēsim šeit vēl vienu: pīlu (Lamelliostres) grupā mēles malas pārklātas dzeloņiem un sariem. Tie kopā ar virsknābja šķērsplātnēm veido sietu, kas aiztur barības daļas, kamēr ūdens noteik.

Arī zīdītāju mēle būvēta no divām daļām. Cilvēka embrijam robeža starp šīm abām daļām atrodas mēles dorsālā pusē; to var saskatīt kā V-veidīgu rievu (sulcus terminalis). V asafis gals ir vērsts kaudāli, šeit rodas vairogdziedzeris.

Galvenā kārtā puspērikiem (Prosimiae) zem mēles ir attīstījusies patstāvīga apakšmēlīte (sublingua). To balsta skrimšli un tauki, bet tai nav savu īpašu muskuļu. Lielāko tiesu šī apakšmēlīte stipri reducēta.

Mēles gлотāda bagāta dziedzeļiem (glandulae linguales), ar kuļiem mēs jau iepazināmies runājot par amfibijām.

Mutes dziedzeri. Zivīm nav dziedzeļu, kas atvērtos mutes dobumā. Tādiem dziedzeļiem šeit gremošanā arī nebūtu nekādas nozīmes, jo caur mutes dobumu pastāvīgi tek elpojamais ūdens. Turpretim glotu šūnas mutes dobuma epītēlā jau sastopamas. Daudzšūnu dziedzeļu izcelšanās saistīta ar sauszemes dzīves veidu, kā tas vērojams no šo dziedzeļu parādīšanās sauszemes amfibijām. Ontogenetiski šie dziedzeļi izceļas no mutes dobuma epītēla.

Amfibijām, bez jau minētiem mēles dziedzeļiem, ir vēl viens dziedzeris, glandula intermaxillaris (jeb gl. internasalis). Tas atrodas deguna dobuma priekšā, starp intermaksillārām, vai arī vienā dobumā ar septum nasale. Tas pieder tubulōzo gлотdziedzeru tipam. Šis dziedzeris atveras mutes dobuma jumtā un uztur mēli glotainu. Anurām bez tam vēl sastopams dziedzeris, kas guļ choānu kaudālā malā.

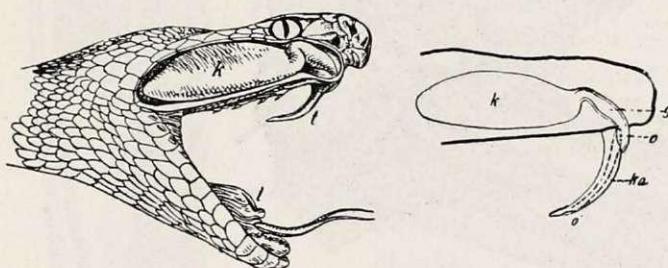
Reptiliem bez mēles dziedzeļiem (gl. linguales) ir vēl citi dziedzeļi, kas guļ mutes dobuma pamatnē (gl. sublinguales) un aukslējās (gl. palatinae). Bez tam, ārpus zobu rindas, virs un apakšzokļa malās sastopami lūpu dziedzeļi (gl. labiales superiores un inferiores). Šādu dziedzeļu nav Crocodilia un Chelonia kārtām. Lūpu dziedzeļu nosaukumu mēs piešķiram tikai tādiem dziedzeļiem, kas, pirmkārt, nerodas no t. s. labiālā epītēla līstes un, otrkārt, kas nestāv nekādā sakarībā ar zobiem. Turpretim tos dziedzeļus, kas rodas no labiālas epītēla līstes (t. i. līstes, kas guļ ārpusē, labiāli no zobu līstes, bet rodas tai pašā vietā kā zobu līste, no epītēla), mēs saucam par zoba maksti (zoba maksts ir gлотādas kroka, kas ietver zobu), tos sauc par gl. dentovaginales.

Indīgām čūskām šāds zобу dziedzeris ir indes dziedzeris. Tas rodas no dziedzeļu līstes, kas guļ labiāli no zобу līstes. Indes dziedzeļa izvadkanālis atveras indes zoba kanālī. Indes dziedzeri pārklāj muskuļi; čūskai kožot, šie muskuļi savelkas un izspiež indi.

Putniem sastopam ļoti dažādus stāvokļus. Tiem, kas dzīvo purvos un virs ūdens un uzņem mitru barību, ir tikai vāji attīstīti mutes dziedzeļi, atsevišķos gadījumos tie var pavīsam iztrūkt. Ja, turpretim, patērē sausu barību, tad dziedzeļi labi attīstīti. Trūkstot lūpām, lielāko tiesu nav arī gar mutes malu novietoto dziedzeļu. Tikai mutes kaktiņā sastop mutes kaktiņu dziedzeļi. Tāpat ir arī gl. linguales, sublinguales un palatinae.

341

340

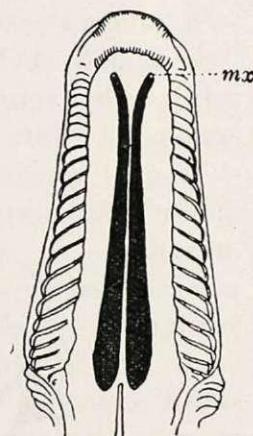


Zīm. 340. Čūskas indes dziedzeris (k) un indes zobs (t). — ieeja trachejā, g — dziedzeļa izvadkanālis, ka — indes kanālis ar augšējo (o) un apakšējo (o') eju. (Pēc Boas'a.)

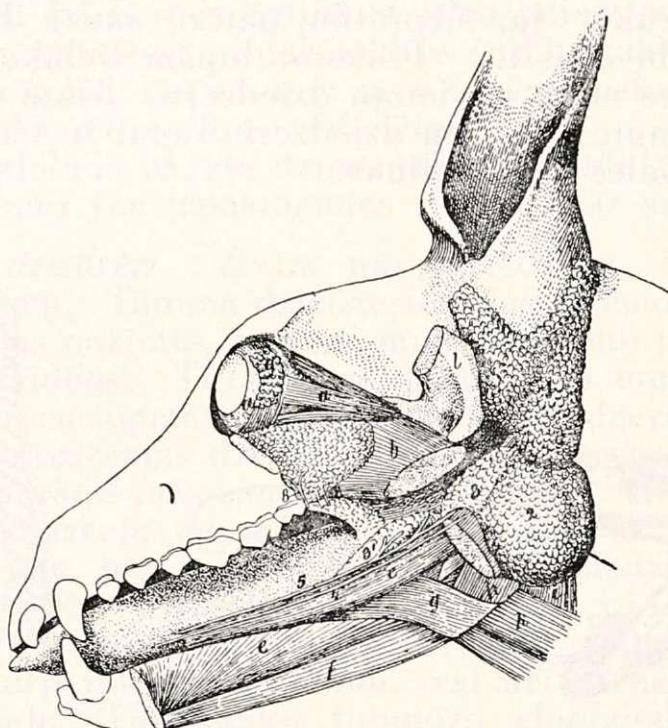
Zīm. 341. *Anser anser*, zoss. Virsknābis no iekšpuses ar atsegtais glandulae maxillares, kas atveras pie mx. (Pēc Antony.)

Zemāko mugurkaulnieku mutes dobuma dziedzeļi ir glotu dziedzeļi. Reptiliem pirmoreiz parādās serozi (olbaltumu saturoši) izdalījumi. Tas pats sakāms arī par graudēdēju putnu (Fringillidae) dziedzeļiem, kur atrastas glotu un olbaltuma šūnas. To siekalās novērota diastaze.

Zināmas dziedzeļu grupas zīdītāju mutes dobumā ir vairāk vai mazāk attālinātas no to izcelšanās vietas un atveras tad ar pagarināta izvadkanāļa starpniecību mutes glotādas virsmā. Daži zīdītāju dziedzeļi piepatur glotu dziedzeļu raksturu, bet citi atdala olbaltumu saturošas substances. Netrūkst arī jaukta rakstura dziedzeļu. Bez augšējiem un apakšējiem lūpu dziedzeļiem (gl. labiales



superiores un inferiores) zīdītājiem galvenā kārtā sastopami t. s. vaigu dziedzeļi (gl. buccales). Tie ir sevišķi lūpu dziedzeļu diferencējumi. Serosā (olbaltumu attalošā) gl. parotis gan uzskatāma par stipri attīstītu bukālo dziedzeri; šis dziedzeris atrodas aiz žokļu locītavas, zem auss un raīda savu gaļo izvadkanāli dzerokļu tuvumā. Minētiem dziedzeļiem pievienojas aukslēju un mēles dziedzeļi

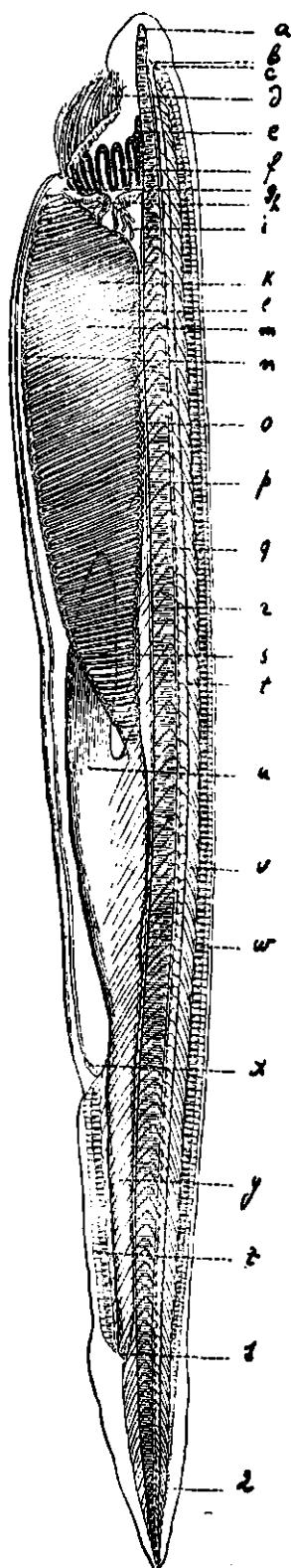


Zīm. 542. Suns. Galvas dziedzeļi. Deniņu loks nozāģēts. 1 — glandula parotis, 2 — gl. submaxillaris, 3 un 3' — gl. sublingualis, 4 — ductus whartonianus, 5 — d. Bartholini, 8 — gl. orbitalis, 9 — gl. lacrymalis. (Pēc Ellenberger'a un Baum'a no Weber'a.)

(gl. palatinæ un linguales), kā arī zemmēles dziedzeļi (gl. sublinguales, retrolinguales, submaxillares). Visu šo dziedzeļu produkts, siekalas, satur starp citām sastāvdaļām un gлотām (mucīnu), vēl ptialīnu (stērķeles pārvēršanai cukurā, maltozē) un maltazi, kas pārvērš maltozi glukozē.

Īstais zarnu trakts.

Barības vadām (oesophagus) lielāko tiesu caurules forma. Iekšēji tās dobumu ierobežo daudzkārtains epitēls. Prīmitīvākām dzīvnieku grupām šī gлотāda veido gareniski ejošas krokas.



343. *Amphioxus lanceolatus*. Jauns, caur-spīdināts dzīvnieks. a — chorda, b — pigmenta plankums, c — ožas bedrite, d — mutes taustekļi, e — „galvas dziedzeris“, f — pirkstveidīgie izaugumi pie rīkles malas, g — muskuļi, h — rīkle, i — pakalējie taustekļi, k — žaunu zarna, l un m — žaunu stabīņi, n — hipobranchiālā rieva, o — epibranchiālā rieva, p — chorda, q — chordas maksts, r — redzes organu grupas, s un u — „aknas“, t — muguras smadzenes, v — dorsālā muskulātūra, w — dorsālā spuras kroka, x — porus branchialis, y — zarna, z — ventrālā spuras kroka, l — anus, 2 — astes spura. (Pēc Kükenthal'a.)

Augstākiem mugurkaulniekiem kuņģis ievērojami plātāks par oesophagus. Tā dziedzeriem bagātā siena atdala svarīgus gremotājsekrētus (piem., p e p s ī n u un s ā l s k ā b i) un izklāta ar vienkārtainu epitēlu. Sevišķu priekšdaļu (c a r d i a) varam izšķirt tikai augstāko dzīvnieku kuņģī. Ja ķermenis gareniskas formas, tad kuņģis stiepjas parallēli ķermeņa gareniskaī asij. Bet ja ķermeņa forma klūst platāka, tad kuņģis šo stāvokli maina un novietojas slīpi vai pat šķērsām ķermeņa asij. Tad bieži kuņģa pamatnē rodas akls izspīlējums, f u n d u s. Tad arī varam kuņģī izšķirt vājāko priekšējās sienas izliekumu (c u r v a t u r a m i n o r) un stiprāko kaudālās sienas izliekumu (c. m a j o r).

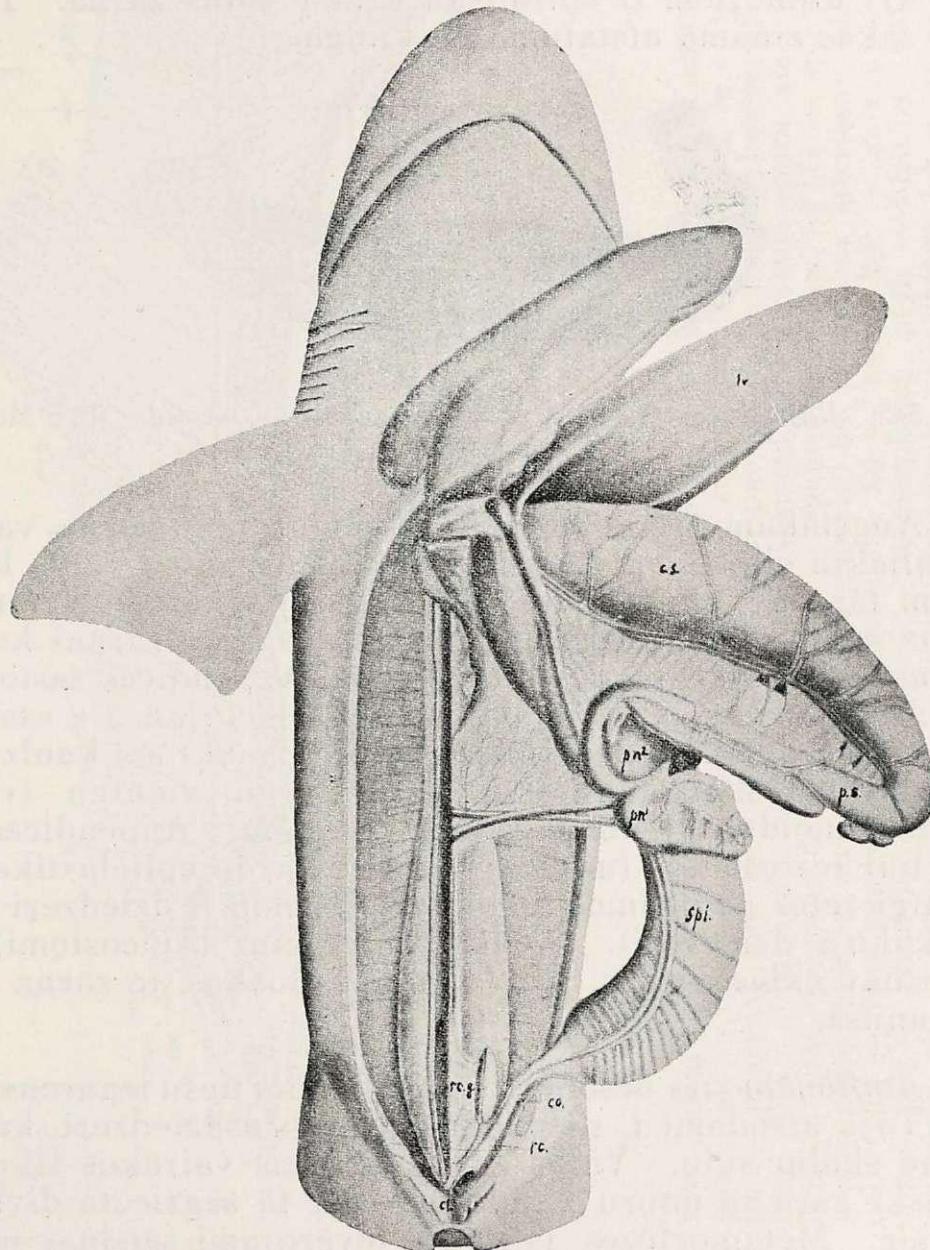
Zemākiem mugurkaulniekiem, kā arī vispāri jauniem mugurkaulnieku embrijiem, vīdus un gala zarna ir taisni ejoša caurule, kas guļ starp pylorus un anālo atveru. Šinīs gremošanas trakta daļas notiek tālākā uzņemtās barības sašķelšana. Aknu un aizkuņģa dziedzeru sekrēti (žults un vēdera sula) noklūst viduszarnas priekšdaļā un tur var ilgāku laiku iedarboties uz zarnu saturu, sevišķi tad, ja zarna pagarināta un veido izliekumus. Arī viduszarnas siena atdala ar sevišķu dziedzeru palīdzību gremotājsekrētus. Bez tam šeit notiek arī sagremotās barības uzsūkšana, rezorbcija, limfas vados. Tai kalpo daudzās iekšējās zarnas virsmas krokas. Vidus un gala zarnu vienu no otras aizvien šķīr gredzenveidīga kroka, v a l v u l a i l e o - c o l i c a.

Amphioxus vidukļa zarna ir taisns kanālis, kas sākas no žaunu zarnas un stiepjas līdz tūpļa atverai. Viņā atsevišķas daļas vēl nav atšķīrāmas.

Apalmutēm (Cyclostomata) valda vēl diezgan primitīvi apstākļi. Nēģa (*Petromyzon*) kāpuram žaunu zarna bez sevišķām īpatnībām turpinās barības vadā (oesophagus). Turpretim pieaugušiem dzīvniekiem žaunu zarna asi norobežojas, tā ka savienojums starp abām minētām daļām pastāv tikai priekšdaļā un oesophagus novietots dorsāli no žaunu zarnas. Vidus un gala zarna izveido taisnu cauruli. Pirmai ir glotādas un muskulātūras sieniņas veidota, īekšpusē ejoša, gareniska kroka. Tā ir loti vāji spirāliski sagriezta. Gala zarna atverās ar patstāvīgu anusu.

Citiem zivveidīgiem oesophagus lielāko tiesu īss un plats. Tā muskuļu kārtā veidota galvenā kārtā no šķērsvītrrotām, tā tad ne gludām, muskuļu šķiedrām. Kuņģis var iet taisni, bet tam var būt arī U-veidīgs izskats. Pēdējā ga-

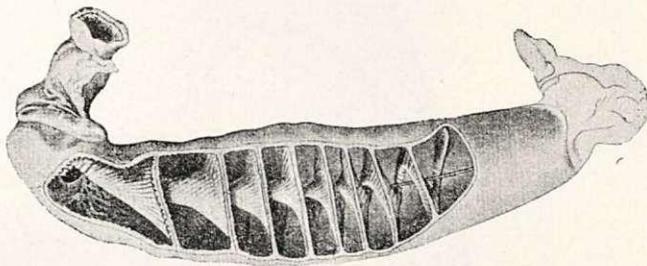
dījumā tā viņa daļa, kas pieslejas tievai zarnai, dod t. s. pilorisko daļu (pars pylorica). Kuņga gлотādai ir tīklveidīgas krokas, kuŗu iekšienē gul t. s. kriptas jeb gлотādas dobumi. To pamatnē atveras tubulōzi (cilindriski) fundus dziedzeļi. Blakus šiem dziedzeļiem var izveidoties vēl sevišķi pylorus dziedzeļi. Bet kuņģis var arī pilnīgi iztrūkt; to nevar tad konstatēt ne makroskopiski, ne histoloģiski.



Zīm. 344. Haizivs *Heptanchus* ar atvērtu vēdera dobumu. cl — kloāka, co — «resnā zarna», cs — kuņga pars cardiaca, lv — aknas, pn — pankreas, ps — kuņga pars pylorica, rc — «rectum» jeb gala zarna, rc. g. — pirkstveidīgais dziedzeris, sp. i. — tievā zarna ar spirālkroku.
(Pēc Daniel'a.)

Selachiju vairāk vai mazāk taisni ejošās zarnas vidusdaļa (viduszarna) raksturojas ar savu stipri izveidotu muķozas gлотādas spirālisko kroku. Gala zarnas sākumā atveļas mīklains dziedzeris, kurū pēc tā formas sauc par pirkstveidīgo dziedzeri (g l. d i g i t i f o r m i s). Kamēr selachijām (īstām haizivīm) ir kloāka, Holocephalu gala zarna patstāvīgi atveļas anusā.

Arī dipnojiem ir spirāliska kroka vidus zarnā. Tā to mēr sākas zināmā atstatumā no kuņķa.

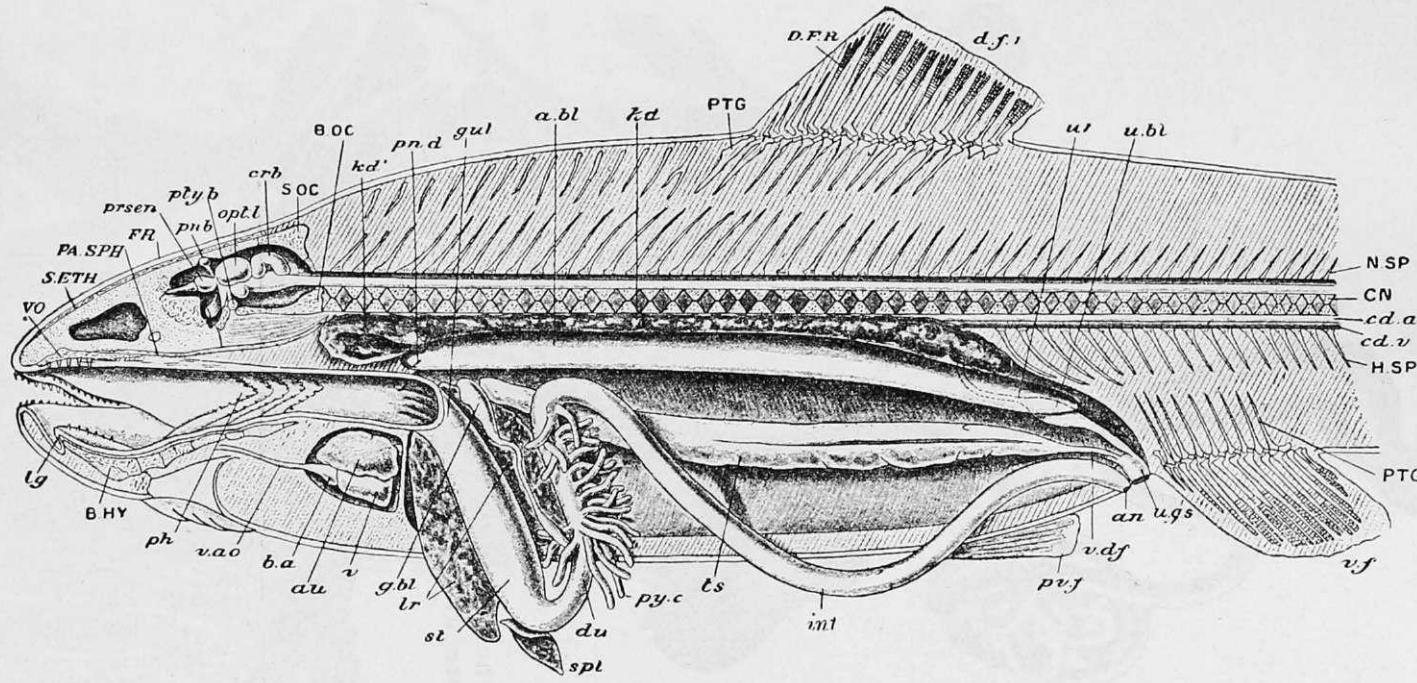


Zīm. 345. *Raja*, raja. Tievā zarna ar spirālo kroku. (Pēc Mayer'a, no Daniel'a.)

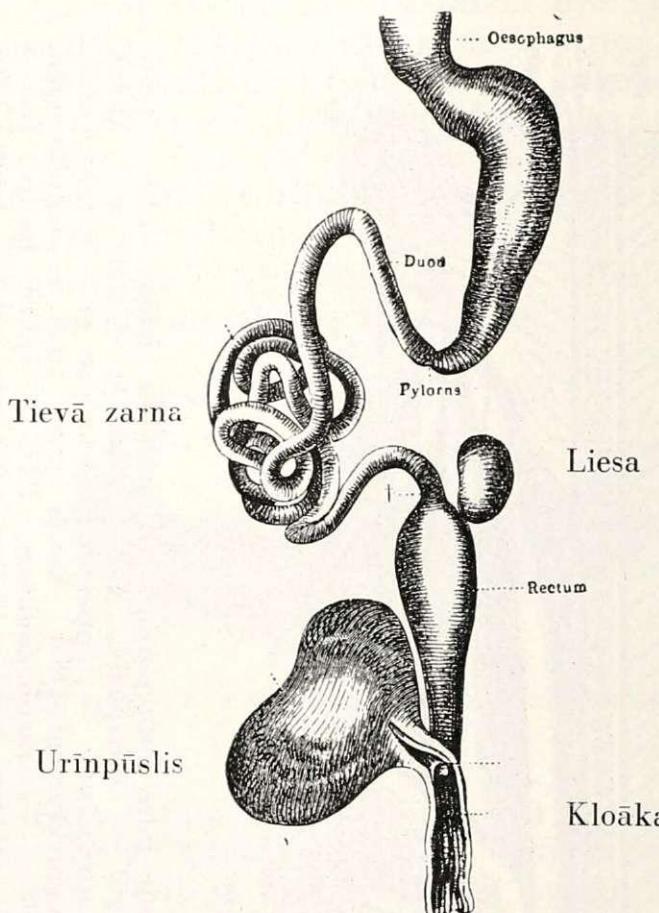
Augstākām zivīm zarna iet vai nu tāpat taisni, vai arī tā saliekta cilpās. Spirālā kroka ir tikai ganoidzivīm, kaulu zivīm tās nav. Par to šeit parādās appendices pyloricae, vidus zarnas priekšdaļas izspilējumi, caur ko zarnas kopējā virsma var ievērojami palielināties. Appendices sastopamī visām kaulu un ganoidu zivīm, bet selachijām tie sastopami reti. Izņēmuma gadījumos tie var iztrūkt arī kaulzivīm. Izspilējumu skaits svārstās starp vienu vienīgu (vienai kaulu ganoidzivij) un vairākiem simtiem. Appendices liekas būt rezorbētāji (uzsūcēji) organi, jo to epitelā tikai ārkārtīgi retos gadījumos sastopami gremotāji dziedzeļi (Lieberkühn'a dziedzeļi). Augstākām zivīm (Teleostomi) parasti nav aklās zarnas. Nav tām arī kloākas, jo zarna atveļas anusā.

Amfibijām īss oesophagus un lielāko tiesu iegarens kuņģis. Tajā atrodami t. s. fundus un pylorusdziedzeļi, kas secerne skābu sulu. Vidus zarna saliecas vairākos likumos. Sevišķi gaļa tā anuru kāpuriem, kur tā sagriezta divkārsā spirālē. Metamorfōzes laikā tā ievērojami saīsinās un saliecas cilpās. Jau amfibijām vidus zarnas priekšdaļu sauc par duodenum. Vidus zarnai ir vai nu tīklveidīgas gлотādas krokas, vai arī no tām attīstās šķērsu ejošas krokas, dažreiz arī zarnu bārkstis. Urodelām sastopami Lieberkīna dziedzeļi, bet to nav anurām. Gala zarna īsa un

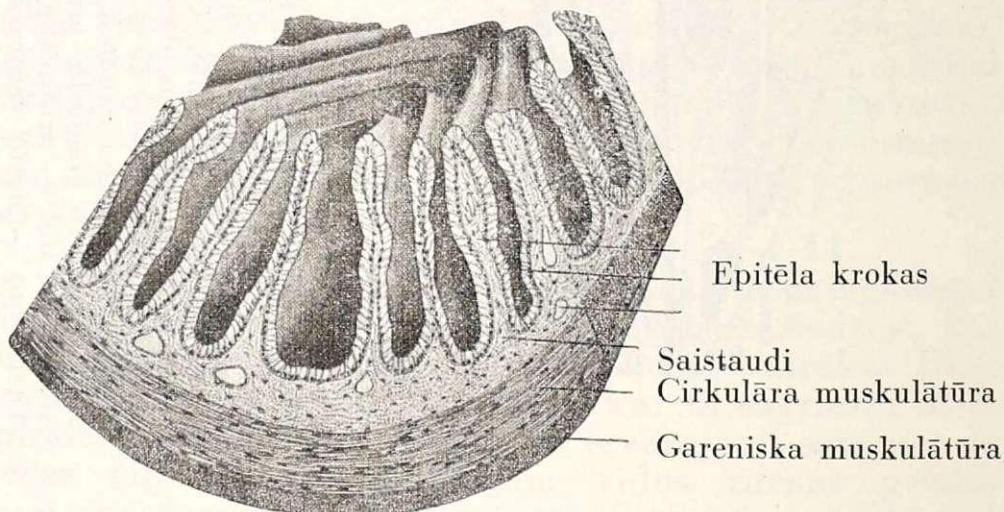
resna un atveras kloākā. Sastopams arī vāji attīstīts dor-sāls coecum; pēc sava stāvokļa tas atbilst selachiju pirkst-veidīgam dziedzerim.



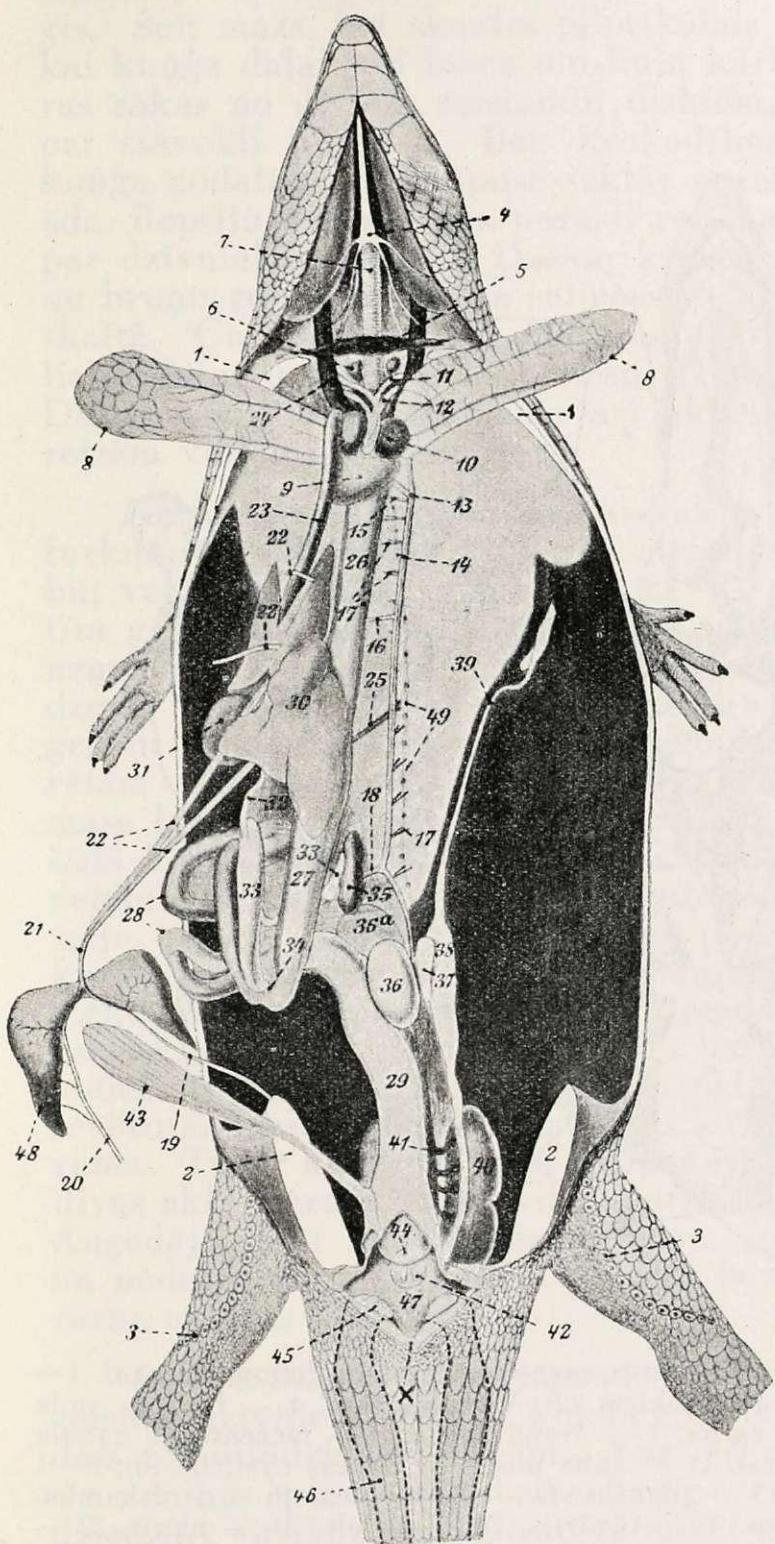
546. *Salmo fario*, taimiņš. Kreisā kermēņa puse nonpreparēta. Gremošanas sistēma: abl — peld-pūslis, an — tūplis, du — duodenum, gbl — žultspūslis, int — zarna, lg — mēle, lr — aknas, ph — pharynx, pnd — ductus pneumaticus, puc — appendices pyloricae, st — kūnālis. Skelets: BHY — basihyale, CN — skriemeļu kermēni, DFR — kaula spuru starī = lepidotrichia, NSP — proc. spinosus dorsalis, PASPH — paraspheoideum, PTG — spuru radiji, Vo — vomer; citas sistēmas: au — sirds priekškambaris, ba — bulbus arteriosus, cda — arteria caudalis, cdv — vena caudalis, crb — cerebellum, kd — nieris, kd' — „galvas nieris“, optl — lobī optici, pnb — glandula pinealis, prsen — telencephalon, ptyb — hipofize, spl — liesa, ts — sēklinieks, ubl — urinális périlis, ugs — sinus urogenitalis, ur — ureters jeb urināvads, v — sirdskambaris, vao — aorta ventralis, vdf — sēklas kanālis. (Pēc Parker'a un Haswell'a.)



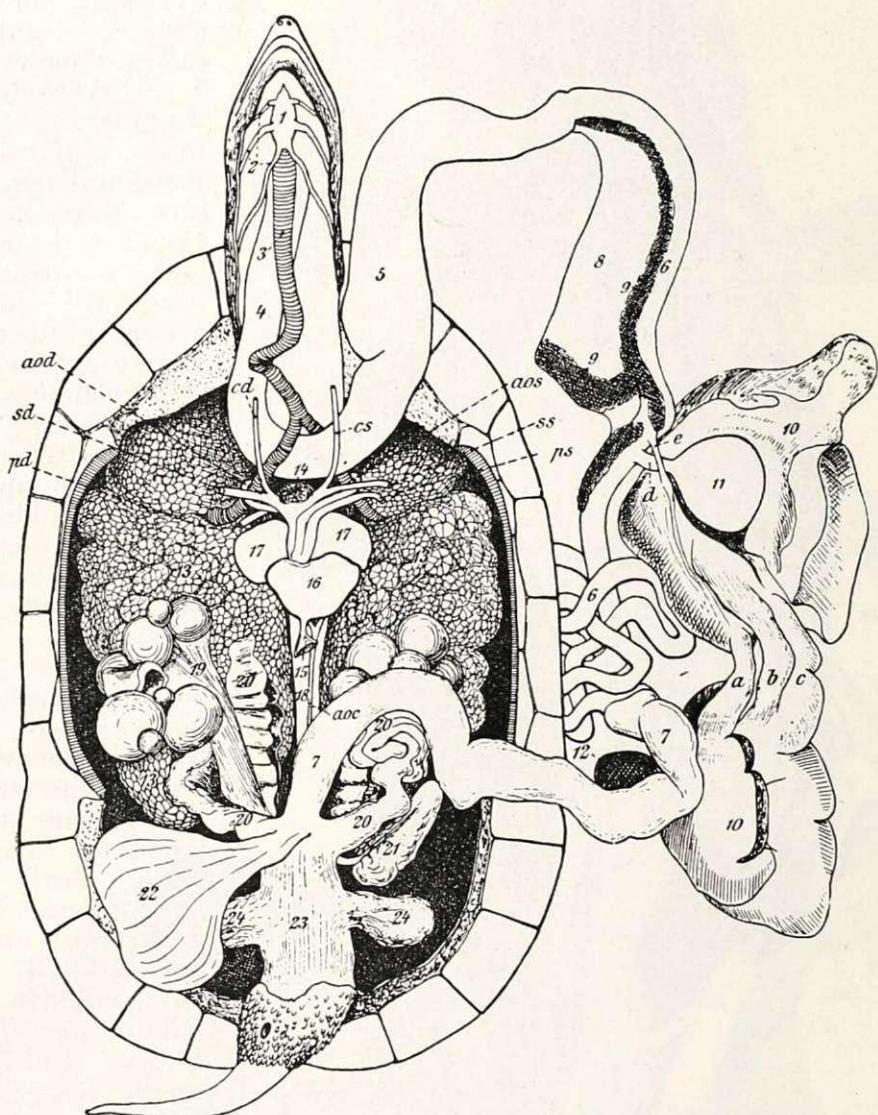
Zīm. 347. V ar d e. Zarnas kanālis ventrāli. Aknas un pancrēas iz-preparēti. (Pēc Ecker'a.)



Zīm. 348. V ar d e. Tievās zarnas daļa griezumā. (Pēc Jordan'a un Hirsch'a.)



Zīm. 349. Kirzaka *Lacerta viridis*, ♂.
Ķermeņa dobuma organi. 1 — gurnu poras, 2 — mēles kauls, 3 — thyreoidea, 4 — thymus, 5 — tracheja, 6 — plaušas, 7 — sirdskambaris, 8 — kreisais priekškambaris, 11, 12 — kreisais pirmais u. otrs aortas loks, 13 — aortas sinistra un dextra savienojums, 14 — aorta descendens, 16 — a. coeliaca, 17 — arteriae vertebrales, 19, 20 — labā un kreisā a. abdominalis, 23 — vena hepatica, 24 — v. jugularis, 26 — baribas vads, 27 — kuņķis, 28 — tievā zarna, 29 — rectum, 30 — aknas, 31 — žults pūslis, 32 — ductus choledochus, 33 — pancreas, 34 — d. cysticus un pancreaticus atvēršanās vieta tievā zarnā, 35 — liesa, 36, 36a — kreisais un labais sēklinieks, 37 — nieru piedēklis, 38 — epididymis, 39 — Millera vads, 40 — nieris, 41 — vas deferensa un ureteru atvēršanās vieta, 43 — urinpūslis, 45 — penisa priekšgals, 46 — „tauku ķermenītis“, 47 — truncus sympatheticus. (Pēc Lamprecht'a.)

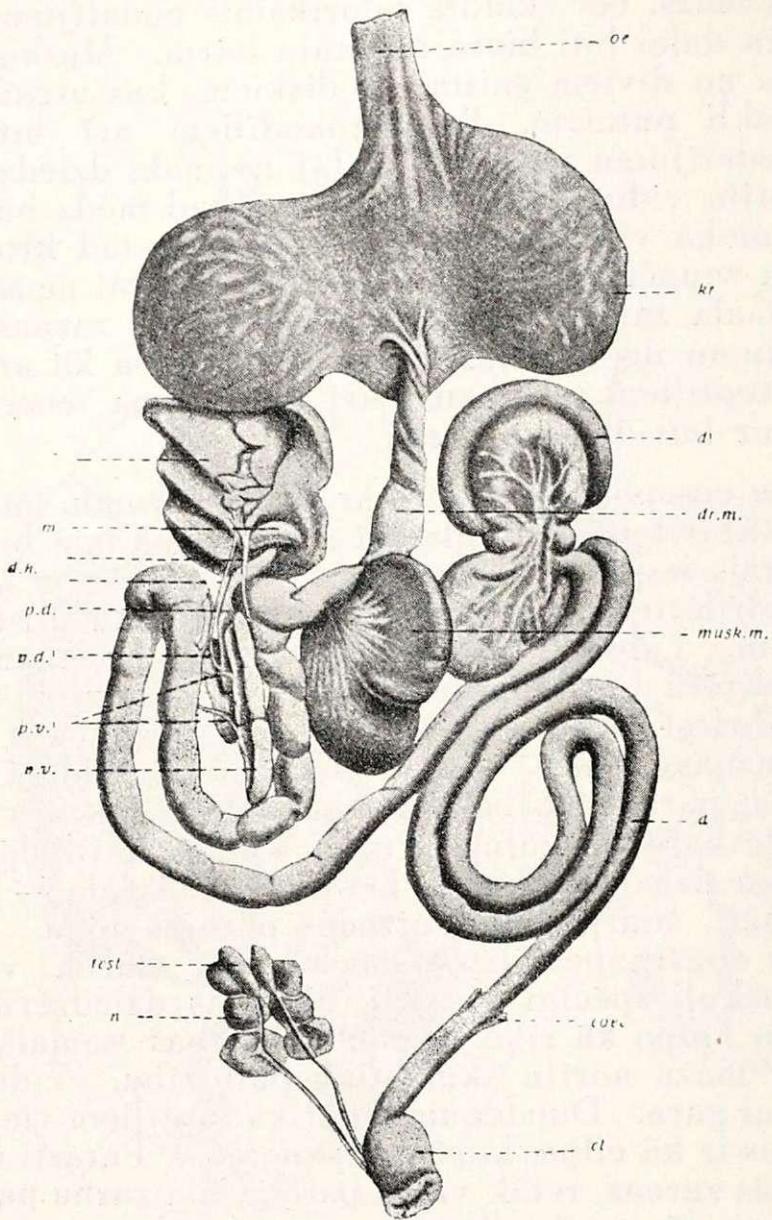


Zīm. 350. Bruņurupucis *Clemmys caspica*. Ķermeņa dobuma organi. 1 — mēles kauls ar mēles kaula lokiem (2), 3 — tracheja, 4 — barības vads, 5 — kuņģis, 6 — tievā zarna, 7 — resnā zarna, 8 — mezentērija gabals, 9 — pancreas, 10 — aknas, 11 — žults pūslis ar ductus cysticus (d), e—d. hepaticus, 12 — liesa, 13 — plaušas, 14 — thyreoidea, 16 — sirdskambaris, 17 — priekškambaris, 19 — ūvārijs, 20 — olvads, 21 — nieris, 22 — urīnpūslis, 23 — kloāka, 24 — anālie maisi, ps un pd — art. pulmonalis sinistra u. dextra, aos u. aod — aorta sin. u. dextra, aoc — aorta communis, ss u. sd — a. subclavia, cs u. cd — a. carotis. (Pēc Lamprecht'a.)

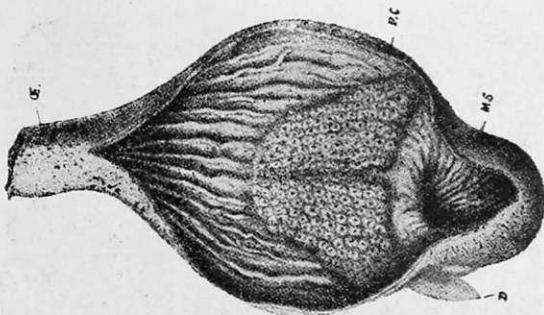
Reptīlu kuņģis sevišķi labi histoloģiski diferencēts un šeit var skaidri atšķirt fundusdziedzeļu apvidu no pylorus-dziedzeļu apvidus. Sevišķi augsti attīstīts krokodīlu kuņģis. Šeit mazs, bet skaidrs pilorikālais nodalījums. Lielākai kuņģa daļai ļoti bieza muskuļu kārta. Muskuļu šķiedras sākas no diviem saistaudu diskiem, kas atgādina tādu pat stāvokli putniem. Bet krokodiliem arī muskuļaino kuņģa nodalījumu iekšpusē izklāj normāla dziedzeļu glotāda. Reptīlu vidus zarna parasti reti kad mēdz būt gaļāka par dzīvnieka vidukli. Dažām ķirzakām, tad krokodiliem un bruņu rupučiem zarna saliecas lielākā vai mazākā cilpu skaitā. Gala zarna bieži atšķiras no vidus zarnas ar savu lielo platumu un ir lielāko tiesu tik pat īsa kā amfibijām. Dažiem reptīliem sastopama arī aklā zarna (coecum), kas reizēm var būt diezgan gaļa.

Putnu oesophagus, sakarā ar kakla gaļumu, ļoti gaļš un furkulai (klavikulām) atbilstošā nodalījumā tam bieži mēdz būt ventrāls izspilējums, *guzna*. Tā parasti ir labi attīstīta graudēdējiem, lai darītu tiem iespējamu ātru barības uzņemšanu. Labs piemērs šeit baloži. Ar guzna dziedzeļu sekrētu un rūgšanas skābju palīdzību uzņemtie graudi sabriest un kļūst mīksti. Kopā ar taukos deģenerētām guzna sienas epitēla šūnām pārveidotā graudu masa kļūst par pirmo barību mazuļiem. Arī tēviņi spēj šādā kārtā barot mazuļus. Putnu kuņģa kardiālā daļa izveidota par dziedzeļu kuņģi, bet pilorikālā daļa — par muskuļu kuņģi. Starp abiem atrodas pārejas zōna. Muskuļu kuņģis ir augsti speciālizēts mēchaniska darba veikšanai. Sienu muskuļi spēcīgi attīstīti, gлотādas dziedzeļu sekrēts sacietē un kalpo kā rīve. Graudu barības samalšana šeit notiek ar mazu norītu akmentiņu palīdzību. Vidus zarna ievērojami gaļa. Duodenum tāpat kā reptīliem viegli atšķirams. Tas ir kā cilpa, kurā gul pancreas. Parasti mēdz būt divas aklās zarnas, retāk viena pati. Gala zarna parasti īsa. Augēdējiem tā tomēr diezgan gaļa, jo tiem jau visi zarņu nodalījumi gaļāki nekā jauktas barības ēdējiem. Gala zarna atveras kloākā.

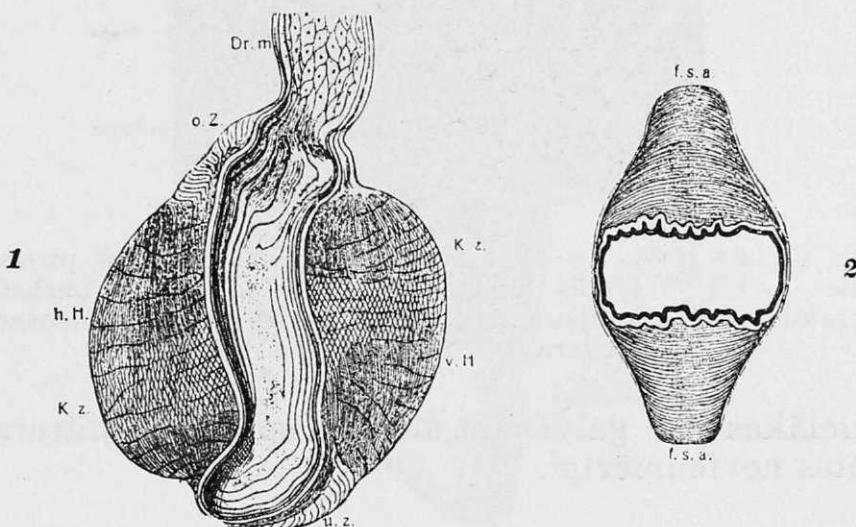
Arī *zīdītāju* oesophagus ievērojami gaļš. Tāpat kā zemāko dzīvnieku grupās, kuņģa epitēls vienkārtains un veidots no cilindriskām šūnām. Var izšķirt *cardia*, *fundus*- un *pylorus dziedzeļu* reģionus. Fundusdziedzeļi vienkārši vai zaroti tubulozi ar divējādām šūnām: *galvenām* šūnām un *segšūnām*. Galvenām šūnām kubiska forma un tās veido lielāko dziedzeļu masu. Seg-



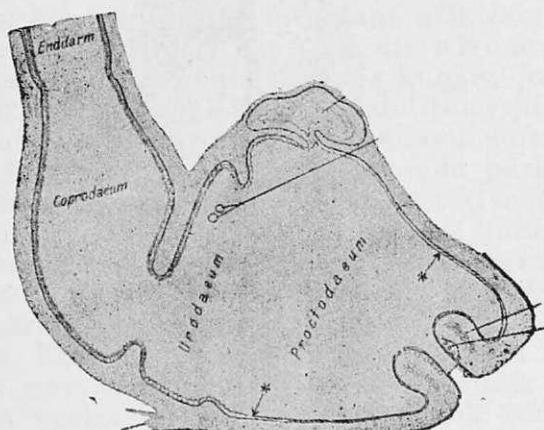
551. *Columba livia*, balodis. Gremotāja sistēma. cl — kloāka; coec — aklās zarnas; d — tievā zarna, pie d¹ savienota ar mezentēriju; dh — abi žults vadi; dr. m. — dziedzeru kuņģis; kr. — guzna; l — aknas; m — liesa; musk. m. — muskuļainais kuņģis; n — nieři; oe — barības vads; p. d., p. v. — dorsālā un ventrālā pankreasa daļa; p. d.¹ un p. v.¹ — tā izvadkanāļi; test — sēklinieki. (Schimkewitsch's no Stresemann'a)



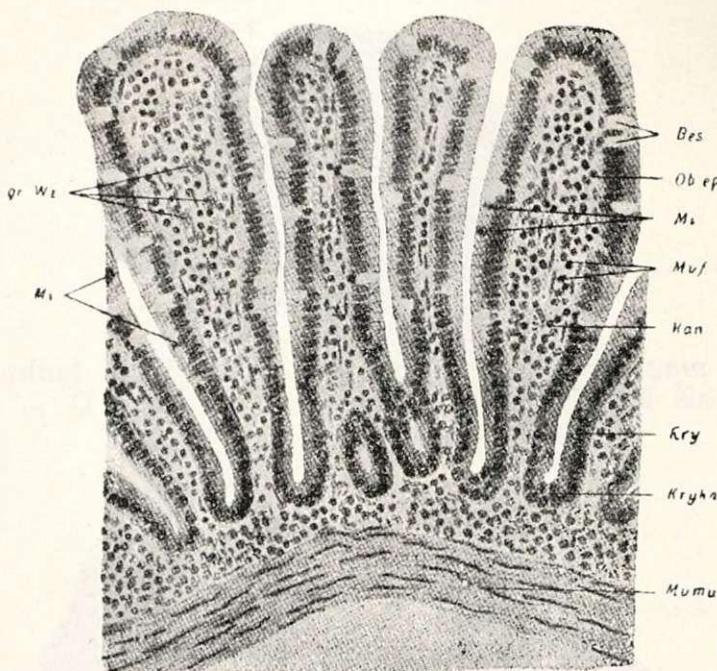
352. Atvērts pingvīna dziedzeļu kuņģis ar dziedzeļu laukumu (P. C.) un muskuļainais kuņģis (MS). Oe — barības vads, D — duodenuma sākums. (Pēc Watson'a.)



Zīm. 353. *Gallus gallus*, vista. Muskuļainais kuņģis, 1: sagitālā griezumā, 2: transversālā griezumā. Dr. m. — dziedzeļu kuņģis; h. H. un v. H. muskuļainā kuņga sānu muskuļi; o. Z. un u. Z. augšējie un apakšējie starpmuskuļi. Jaievēro muskuļainā kuņga biezā, ragveidīgā iekšējā kārta. (Pēc Mangold'a.)

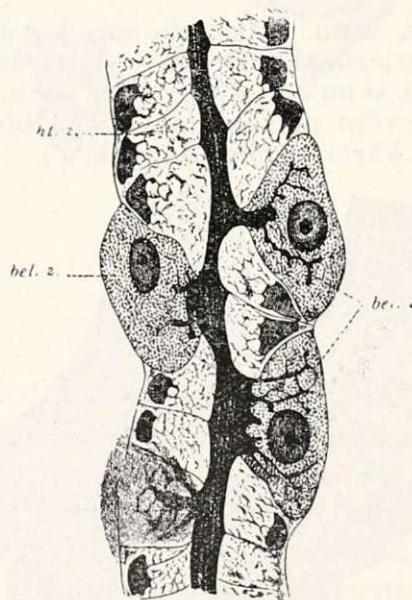


Zīm. 354. *Balodis*. Kloāka gaigriezumā. (Pēc Clara, no Stresemann'a.) Bursa Fabricii.



Zīm. 355. Pīles tievās zarnas gārgriezums. Pilēns pirms izšķilšanās. Bes — biķerveidīgās šūnas, Kry — kriptas starp bārkstīm, gr. Wz — graudainās klejotājšūnas, Mumu — muscularis mucosae. (Pēc Clara, no Stresemann'a.)

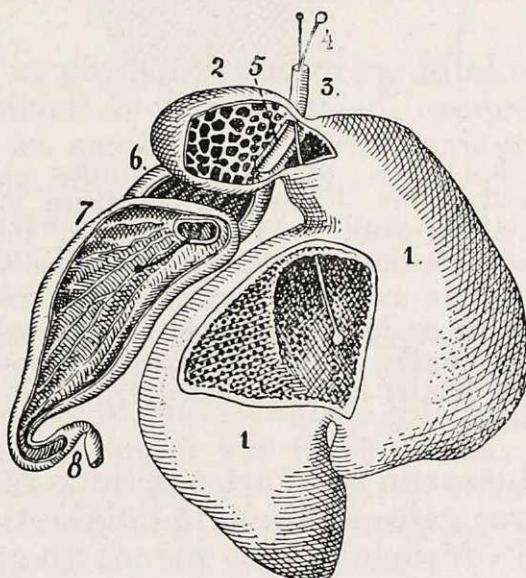
šūnas lielākas par galvenām šūnām, noapaļoti stūrainas un novietotas nevienmērīgi.



Zīm. 356. Zīdītāju fundus dziedzeņa daļa, htz — galvenās šūnas, belz — segšūnas. (Pēc Zimmermann'a, no Weber'a)

Šiem dziedzējiem piemīt ļoti dažādas funkcijas. Kardiālo dziedzēju bieži nav, piem., karnivoriem un primātiem; tie atdala gлотainu, alkalisku sekrētu, kurš laikam satur vāju diastazi. Fundusdziedzera galvenās šūnas atdala pepsīnogenu un prochimozīnu, segšūnas — sālskābi. Savienojoties ar brīvo sālskābi šie profermenti pārvēršas istos fermentos: pepsīnogens pepsīnā, prochimozīns sarecinātājfermentā chīmīzīnā. Pepsīns saskalda olbaltumu līdz peptoniem. Chimozīns sarecina pienu, pie kam kazeīns tiek pārvērts parakazeīnā, kas kalciju saturošā šķidrumā (pienā) izgulsnē. Arī pylorusdziedzēji atdala pepsīnogenu un prochimozīnu. Bez tam fundusdziedzēji secernē vēl lipazi (tauķu fermentu).

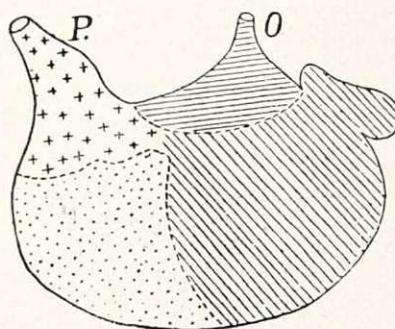
Zīdītāju kuņģis ar dažādu izspilējumu palīdzību var iegūt ļoti komplikētu uzbūvi.



Zīm. 357. Aitas kuņģis. 1 — rumen, 2 — reticulum, 3 — barības vads, 5 — rieva, 6 — omasus, 7 — abomasus, 8 — pylorus ar duodenuma priekšdaļu. (Pēc Carus'a un Otto, no Weber'a.)

Šeit pietiek, ja mēs mazliet tuvāk apskatīsim atgremotāju (*Ruminantia*) kuņģi. Tipiskos gadījumos mēs tanī atšķiram četru nodalījumus: rumen, reticulum, omasus un abomasus. No šiem četriem nodalījumiem tikai pēdējais ir īstais kuņģis, jo vienīgi tam piemīt tipiski kuņģa dziedzēji. Divi pirmie nodalījumi jāuzskata par oesophagus pārveidojumiem. No barības vada sākas lielais rumen, kura siejas izspilējums veido reticulum. Rumena gлотāda pārklāta ar mēlesveidīgām papillām, kamēr reticulum gлотāda veido tīkveidīgi sakārtotas šūniņas. Abi nodalījumi izklāti ar bezdziedzēju kubisko epitelu. No barības vada atvēršanās vietas iet reticulum siejas rieva uz omasus. Šim kuņģa nodalījumam ir augstas gareniski ejošas gлотādas krokas, kas arī kubiskā epitelā pārklātas. Abomasu sedz cilindriskais epitelis un no tā cēlušies dziedzēji. Pats par sevi saprotams, ka tāda komplikēti būvēta kuņģa funkcija arī nav vienkārša. Pavirši sakošlātā, bet toties lielos daudzumos ganoties norītā barība vispirms nonāk rumenā un retikulā. Šeit tā rūgst un macerējas. Pēc tam atpūtā dzīvnieks barību, kas pa to starpu kļuvusi mīksta, atrīj atpakaļ mutē. Pēc jaunas pam-

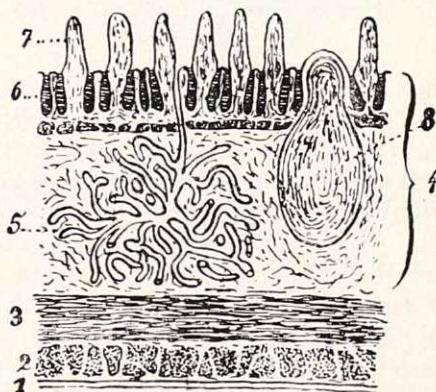
tīgas sakošlāšanas barība par jaunu nonāk rumenā un retikulā. Tikai tā šoreiz nepaliektur, bet pa jau agrāk minēto reticulum rievu ieplūst omasā. Šis nodalījums barību smalki saberž starp gļotādas lapām un izspiež to, pie kam šķidrums noteik abomasā. Šeit norisinās tā resorbēcija. Barība, kas nokļūst abomasā, tiek ar kuņģa sulas palīdzību ķīmiski saskaldīta.



Zīm. 358. Cūkas kuņģis. Šķērsais svītrojums — barības vada turpinājums; slīpais svītrojums — kardiālo dziedzeļu josla; punktētais — fundusdiedzeļu josla; krustiņi — pilordziedzeļu josla. O — barības vads, P — pylorus. (Pēc Edelmann'a, no Weber'a.)

Kā histoloģiski, bet ne ārēji morfoloģiski diferencēta kuņģa piemēru var uzskatīt cūkas kuņģi. Blakus bezdziedzeļu oesophagālam nodalījumam šeit var viegli izšķirt kardiālo dziedzeļu, fundusdiedzeļu un pilorudziedzeļu reģionus.

Zīdītāju viduszarnu sauc arī par tievo zarnu. Parasti tā ir ievērojami garā; galas ēdējiem tā lielāko tiesu īsāka, nekā augu ēdējiem. Pēdējiem vidējās zarnas un gala zarnas attiecība pret ķermēņa gaļumu ir: zirgam $12 : 1$ un liellopiem



Zīm. 359. Zīdītāju zarnas siena. Schēmatisks šķērsgriezums. 1 — serosa, 2 — longitudinālās muskuļu šķiedras, 3 — cirkulārās muskuļu šķiedras, 4 — mucosa un submucosa, 5 — Brunner'a dziedzeris, 6 — Lieberkühn'a dz., 7 — zarnas bārkstis, 8 — atsevišķs limfas follikuls. (Pēc Weber'a.)

pat 20:1. Tievās zarnas glotādai piemīt gareniski un gredzenveidīgi ejošas krokas, resorbētājas virsmas palielināšanai. Visur atrodas Liberkīna dziedzeļi, kuros bez glotas atdalošām kausveida šūnām sastopamas arī tipiskas olbaltumšūnas. Duodenuma sienā, kas saliekts labi izveidotā cilpā, mēs sastopam t. s. Brunnera dziedzeļus. Tie ir zaroņi tubulozi vai tuvināti tubulozi organi.

Zarnu sulu pa lielākai daļai secernē zarnu sienu dziedzeļi un to virsmas epītels. Tā reaģē alkaliski un satur glotaina rakstura olbaltumvielas, kas veicina zarnu satura pārvietošanos. Bez tam tanī vēl atrodas erepsīns, kas saskalda peptonus aminskābēs. Blakus tam ir vēl citi ogļhidrātu fermenti, kā arī fermenti, kas pankreasa tripsīnogenu pārvērs tripsīnā.

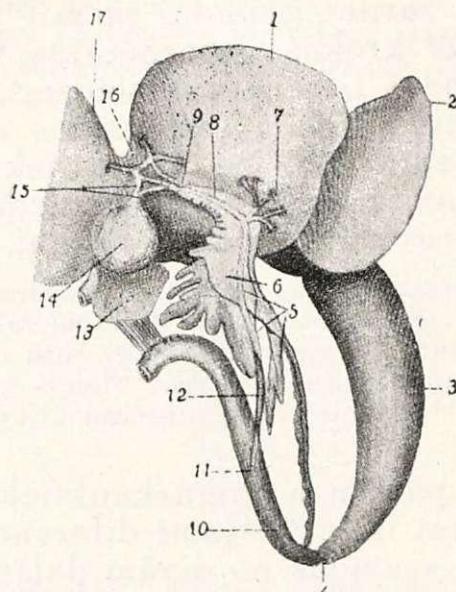
Salīdzinot ar pārējiem mugurkaulniekiem, zīdītāju gala zarna (resnā zarna) ir ievērojami diferencēta. Relātīvi nemot tā garāka un sastādās no divām daļām: no t. s. kolona, kas veido cilpas, un rektuma, kas atveļas ar anusu. Aklā zarna guļ ventrāli. Coecum ievērojami palielināts tiem dzīvniekiem, kas lietā grūti sagremojamu barību. Tikai retos gadījumos tā nav nemaz. Dažiem zīdītājiem coecum aklais gals ļoti tievs un veido t. s. tārpveida piedēkli, *processus vermiformes* jeb appendix. Kā zināms, sakarā ar šā piedēkļa iekaisumiem, to cilvēkiem ļoti bieži mēdz izoperēt. Tārpveida piedēkļa sienā var novērot mazus mezgliņus vai arī lielākas adenoido audu plātnes (t. i. saistaudi, kas producē limfas ķermenīšus), kuļas, tāpat kā tievās zarnas pakaldaļā, sauc par *Peyer's plaٹnēm*.

Kolons iekšējā virsmā bieži ar vienmērīgu izspilējumu, t. s. haustru palīdzību palielināts. Rektumam piemīt raksturīga spēcīgā sienu muskulātūra.

Aknas un aizkuņga dziedzeris.

Vidus zarnas sākumā atveļas divi svarīgākie mugurkaulnieku dziedzeļi: aknas (*hepar*) un aizkuņga dziedzeris (*pancreas*). Aknu izdalījums, žults, noteik pa aknu vadiem, *ductus hepatici*. Aknām pa lielākai daļai sāvs īpašs žults pūslis, *cystis fellea*, kuļa izvadkanālis (*ductus cysticus*) savienojas ar *ductus hepatici* kopējā *ductus choledochus*. Tas atveļas duodenumā, parasti pilorusa tuvumā.

Lancetnieka aknas ir vienkāršs vidus zarnas maiss ar slēgtu galu. Tas guļ labajā pusē un vērsts uz priekšu. Visu pārējo mugurkaulnieku aknas ir kompakts, liels, kaudāli no sīrds kuņga tuvumā novietots, asinīm ba-

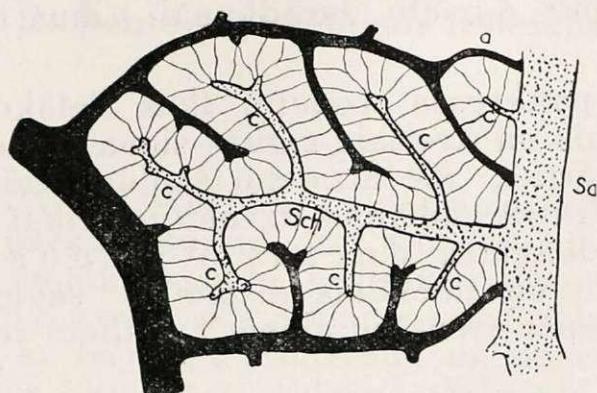


Zīm. 360. V a r d e. Pancreas un aknas. 1, 2, 13, 17 — aknu lēvari; 3 — kuņģis; 4 — pylorus; 5 — ductus pancreatici; 6 — pancreas; 7, 16 — ductus hepatici; 8, 12 — ductus choledochus; 10 — duodenum; 11 — d. choledochus atvēršanās vieta; 14 — žults pūslis; 15 — d. cysticus. (Pēc Ecker'a.)

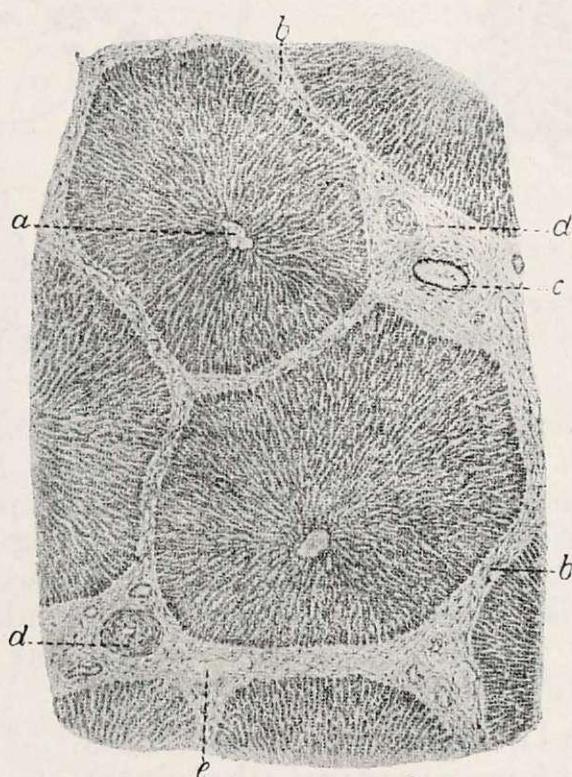
gāts dziedzeris. Lielāko tiesu tanī var izšķirt labo un kreiso nodalījumu, kuļus sauc par aknu lēvariem.

Aknās ir daudz žults kanālu. Tie saplūst lielākos vados. Tos, kuri atveras tieši duodenumā, sauc par ductus hepato-enterici. Viens no šiem kanāliem lielāko tiesu paplašinās par žults pūsli. Zīdītāju aknu smalkākā uzbūve diezgan komplikēta. Organa galvenie audi sastādās no prizmatiskiem aknu lēvariņiem, kuļus vienu no otra šķiļ saistaudi. Katru lēvariņu veido liels daudzums radiāli sakārtotu aknu šūnu. Žults kanālīši (žults kapillāri), kas iet starp lēvariņu šūnām, turpinās interlobulāros (t. i. starplēvariņu [lobuli]) žults vados. Tiem ir savas epitelīālas sienas. Katra lēvariņa asī redzam vienu centrālo vēnu (*vena centralis*), kas aizvada asinis no aknu lēvara un ietecina tās novadītājā aknu vēnā, *vena hepatica*. Kā pievadītāji aknu asinsvadi darbojas aknu artērija un vārtu vēna (*vena portae*). Pēdējās zarojumi iet starp aknu lēvariņiem, kā t. s. *venae interlobulares*. Ar ļoti smalkiem atzarojumiem, t. s. kapillāriem, tie savienojas ar centrālo vēnu.

Embrionāli aknas rodas kā gareniski vērsti vidus zarnas priekšdaļas izliekums. Šī t. s. aknu rieva guļ zarnas sienā ventrāli un mediāni. Rievas priekšdaļa pārvei-



Zīm. 361. Zīdītāju aknu lēvara kompleksa schēma. Aknu vēnas punktētas, vārtu vēnas zari melni. Kapillāri iezīmēti ar smalkām līnijām. No 6 lēvariem atiet tikpat daudz centrālo vēnu (c), kas saplūst kopējā zarā (sch). Sa — lielāks aknu vēnas zars. (Pēc Pfuhla.)



Zīm. 362. Cūka. Aknu mikroskopiskā uzbūve. a — centrālā vēna; b — interlobulārie audi (lēvaru kapsulas); c — žultsvads; d — artērijas zars; e — vārtu vēnas zars. (Pēc Ellenberger'a.)

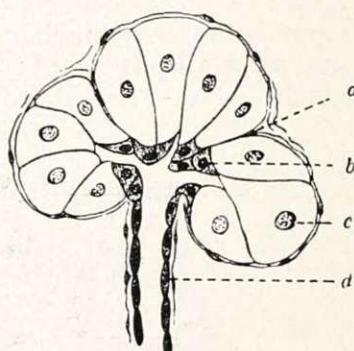
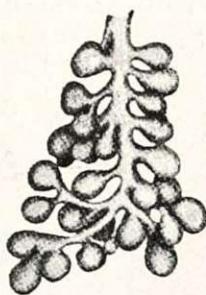
dojas par aknu aizmetni, pakaļdaļa dod žultspūšļa sākumu. Aknu aizmetņa augstumā no duodenuma rodas t. s. dorsālais un ventrālais pankreas. Pirmais rodas kā dorsāla zarnas rieva, kas pa daļai noriešas no zarnas. Dorsālā pankreasa aizmetņa un zarnas savienojuma vieta

pārveidojas par dorsālo izvadkanāli, *ductus Santorini*.

Ventrālā pankreasa aizmetņi (kas lielāko tiesu pāru) rodas kā labais un kreisais zarnas sienas izliekums d. *choledochus apkārtne*. Šie aizmetņi saplūst, vai arī viens no tiem izzūd. Katrā gadījumā izveidojas tikai viens vienīgs ventrāls izvadkanālis, *ductus Wirsungianus*. Beidzot ventrālais un dorsālais aizmetnis savienojas gatavā pankreasā, kamēr viens no abiem kanāliem reducējas.

364

363



Zīm. 363. Pankreas dziedzera primārie lēvari. (Pēc Maziarsky.)

Zīm. 364. Pankreas dziedzeris. Trīs alveolas pie viena kanāliša (d); b — centrālās šūnas; c — sekrētu šūnas. (Pēc Böma un Davidoffa.)

Pankreas lielāko tiesu būvēts pēc alveolārā, no ļoti maziem pūslīšiem sastāvošā, dziedzeļu tipa. Starp alveolu grupām atrodas t. s. *intertubulārās* šūnu grupas, kuļas sauc arī par *Langherhans'a salām*. Tās apgādātas plašiem kapillāriem (sīkākiem asinsvadu zarojumiem) un dod pankreasa inkretoisko sistēmu. Šī sistēma ievada asins riņķumā sevišķas vielas. Inkretiem liekas būt izcila nozīme oglhidrātu vielu maiņā organismā audos.

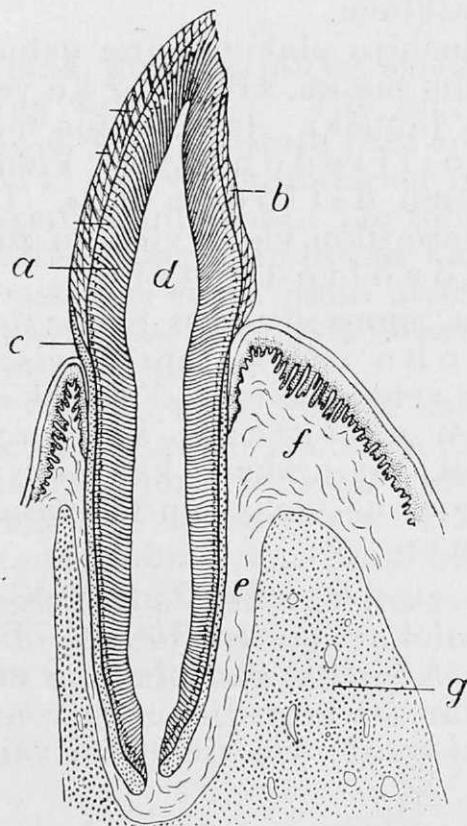
Lancetniem nav pankreasa. Apalmutēm un selachijām atrodams tikai dorsālais aizmetnis. Zivju pankreas lielāko tiesu masīvs organs. Tikai dažām kaulu zīvīm tas sastāv no plaši zarotiem, caurulēm līdzīgiem veidojumiem, kas pavada asinsvadus starp zarnas cilpām, aknās, liesā un pat zarnas sienā. Amfibijām un reptiliem pankreas parasti atrodas starp kuņģi un duodenumu. Anurām šī dziedzeļa izvadkanāli atveras *ductus choledochus*, kas lielāko tiesu ieslēgts pankreasā. Putniem un zīdītājiem pankreas guļ duodenuma cilpā, vai arī starp to un kuņģi. Zīdītājiem *ductus Wirsungianus* bieži atveras *ductus choledo-*

chus. Ja ir arī *ductus Santorini*, tad tas atveras patstāvīgi duodenumā. Dažreiz šis ir vienīgais izvadkanālis.

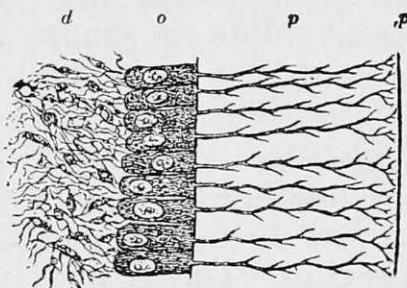
Zobi.

Īstais zīdītāju zobs būvēts no dentīna, zoba kaula. Tie ir sevišķi cieti, pārkaļķoti audi, kas rodas no mezoderma. Dentīnā ir daudz smalku kanāļu, kas savienoti ar zoba dobumu, *p u l p a s d o b u m u*. Šis dobums satur zoba pulpu, saistaudu izcilni, ar bagātīgu asinsvadu un nervu tīklu. Zoba pulpas virsējās šūnas, t. s. *o d o n t o b l a s t i*, raida minētā dentīna kanālīšos ļoti smalkus zarojumus. Šīs šūnas tikai vienā pusē atdala dentīna substanci, un proti, ap odontoblas-

365



366



Zīm. 365. Gofs. Priekšzobs gargriezumā. a — dentīns; b — kroņiša emalja; c — saknes cements; d — zobu dobums (pulpas dobums); e — saknes ādiņa; f — smaganas; g — apakšzokļa kauls ar zoba alveolu. (Pēc Ellenberger'a.)

Zīm. 366. Jauna zīdītāja zoba griezuma daļa. d — dentīns, p — zoba pulpa, o — odontoblasti ar sazarojumiem dentīnā, d — dentīna un emaljas robeža. (Pēc Boas'a.)

tu zarojumiem. Bez tipiskā dentīna izšķir, vēl t. s. trabekulārdentīnu. Tas aug vienlaicīgi uz visām pusēm un veido sazarojumus jeb stiegras pulpas dobumā. Cita dentīna modifikācija, t. s. va z o d e n t ī n s, aug gan līdzīgi tipiskajam dentīnam tikai vienā pusē, bet rodas vienīgi ap pulpas ārējo kārtu asinsvadiem.

Dentīnu var pārkļāt daudz cietāka substance, e m a l j a. Tā veidota no gařām, pārkaļkotām šķiedrām, emaljas prizmām. Emaljas brīvā virsma pārkļāta ar ļoti spraigu ādiņu: c u t i c u l a d e n t i s. Prīmitīvākiem dzīvniekiem zoba baze piestiprinās zemāk gulošam kaulam ar saistaudu kārtas palīdzību. Ja zoba baze sēd sevišķā iedobumā, z o b a a l - v e o l ā, tad zobs var būt diferencēts kronī un saknē. Sakne atrodas alveolā, kronis paceļas virs mutes gлотādas. Tikai kronis pārkļāts ar emalju, sakne turpretim nes t. s. c e - m e n t u, kaula audu pasugu. Ar alveolas kaula plēvi, periostu, sakne piestiprinās žokļu kauliem.

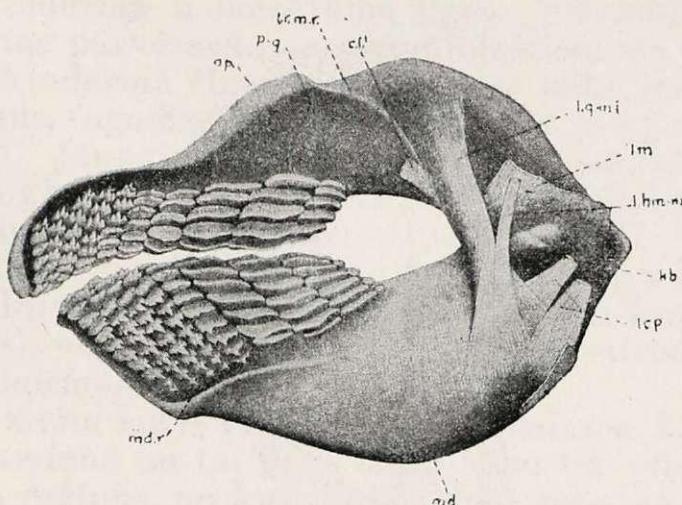
Zoba uzbūve tā tad atbilst selachiju plakoidzvīņu uzbūvei. Parasti zīdītājiem notiek zobu maiņa, sakarā ar ko vesus, nolietātus elementus aizvieto jaunāki. Ja šī maiņa notiek vairākkārt, tad runā par polifiodontiju. Vienreizējā zobu maiņā lietā apzīmējumu difiodontija. Ja visā individuālās dzīves laikā novēro tikai vienu vienīgu zobi ģenerāciju, tad jārunā par monofiodontiju.

Lai labāk izprastu zobu maiņu, mums vispirms jāiepazīstas ar dažiem jēdzieniem. T. s. z o b u l a u k s aptver visas tās mutes gлотādas dalas, kas var veidot zobus. Atsevišķās vietas, kurās rodas zobi, ir z o b u m a t r i c e s. Katru zobi, kas veidots no vienas matrices, var uzskatīt kā z o b u ģ e n e r ā c i j u. Visi zobi, kas rodas no vienas un tās pašas matrix, sastāda t. s. z o b u d z i m t u.

Haizivju zobu novietojums parasti aprobežots ar žokļu malām, bez tam tie var būt sastopami arī mutes gлотādā. To forma ļoti dažāda: gan smaila un kōniska, gan plakana un trīsstūraina. Dažos gadījumos var novērot vienu galveno galotni un aiz tās, kā arī tās priekšpusē, vēl vienu vai vairākas blakus galotnes.

Selachiju zobi veidoti no dentīna, kurā ārējā daļa ļoti cieta un ar ļoti smalkiem kanālišiem (vitrodentīns). Sakarā ar stipru trabekulodentīna attīstību, pulpas dobums var būt reducēts par diezgan šauru kanālu sistēmu.

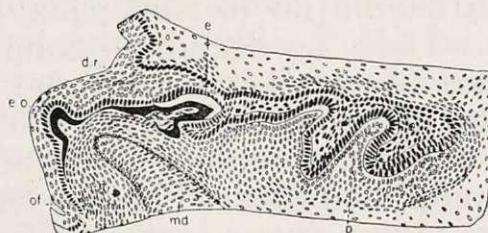
Pretēji Teleosteji, mēs selachijām atrodam t. s. z o b u l ī s t i. Tā rodas žokļu malu iekšpusē kā nepārtraukts epitelā uzbieznis un ieaug embrionālos saistaudos. Bazālā epiderma kārta arī šeit turpinās zobi līstē cilindriskā epitelā



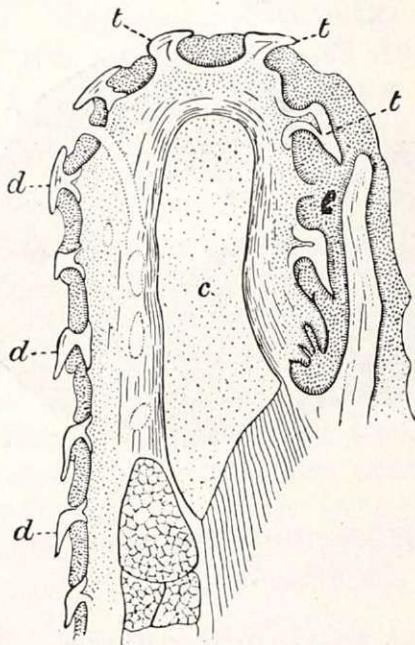
Zīm. 367a. Haizivs *Heterodontus*. Skats mediāni uz zobu rindām žokļos. (Pēc Daniel'a.)

veidā, kas piekļaujas saistaudu robežai. Zobu līste dziļi ie-aug saistaudos. Tās lingvālā daļa paliek gluda, bet otrā pusē, kas pagriezta pret žokli, attīstās mezoderma papillas. Šo mezoderma papillu virspusē tad rodas dentīna kōni, jaunie zobi. Tie zobu aizmetņi, kas atrodas zobu līstes brīvajā malā, ir tā tad katras zobu dzimtas jaunākie. Šeit pastāvīgi rodas jauni aizmetņi. Kā liekas, tad cilindru epitelā šūnas, kas ietveř mezoderma papillas, selachijām neveido emalju.

Zobu līstes sākotni iedomājas tādā kārtā: mutes gлотādas kroka auga no mediālās (lingvālās) puses uz laterālo (buccolabiālo) un novietojās virs žokļu zobu lauka. Šīs krokas epitēlam (t. s. operculum) ar zobu lauka epitelu saaugot, radās zobu līste. Embrijam telpa starp abām epitēla lapām piepildīta šūnām. Kā jau tas pēc šīs uztveres sagaidāms, tīkai labiālā lapa (t. i. zobu lauks) dod zobus, lingvālā lapa (t. i. operculum epitēls) to nedara.



Zīm. 367b. Haizivs *Spinax*. Zobu attīstība apakšžoklī. dr — rieva, zem kurās pa labi stiepjas spēcīgā zobu līste; e — emalja, eo — emaljas organs, md — apakšžokļa skrimslis, p — zoba papilla. (Pēc Laaser'a, no Daniel'a.)



Zīm. 368. Haizivs embrija apakšoklis, šķērsgriezumā. Redzams, kā ādas zvīņas (d) pakāpeniski pāriet zobos (t); c — apakšoklis, e — zobu līste.

Ar šīs zobu līstes izveidošanos daba ieguvusi palīglijdzekli ātrai zobu producēšanai un daudz lielākā skaitā, nekā tas varētu notikt virspusē uz žokļu malām. To mums māca selachiju zobi attīstība. Haizivju zobi sakārtoti gareniskās rindās. Lielāko tiesu novērojama pakāpeniska zobi lauka (glotādas) pārvietošanās lingvo-labiālā (mēles-lūpu) virzienā.

Augstāko zivju zobi sastats dažā ziņā prīmitīvāks par selachiju zobi sastatu. Labi attīstīti zobi var klāt (bez žokļu kauliem: praemaxillare, maxillare un dentale) vēl arī palatinum, parabasale, vomer, hioidu un žaunu lokus. Bieži tie veidoti no dentīna un trabekulodentīna un parasti tiem ir kōna veids. Bet atkarībā no to funkcijas, zobi formā var būt arī atšķirības. Tādu, no dažādiem zobi tipiem sastāvošu zobi sastatu apzīmē par heterodontru. Kas attiecas uz kaula zivju zobi attīstību, tad tā var noritēt dažādi. Reizēm jaunais zoba aizmetnis veidots no ektoderma ietvertas mezoderma (saistaudu) papillas. Papillas malu epitēls aug dzīlumā, caur ko tā iegūst zvana formu. Cits zobi attīstības veids izpaužas tā, ka ektoderms izveido uzbriedumu, kas dodas dzīlumā. Šī puniņa dzīlākā vietā iespiežas saistaudu papilla, kamēr epitēls grimst arvien dzīlāk. Tādā veidā radies zvanveidīgais zoba aizmetnis neguļ vairs virspusē, bet

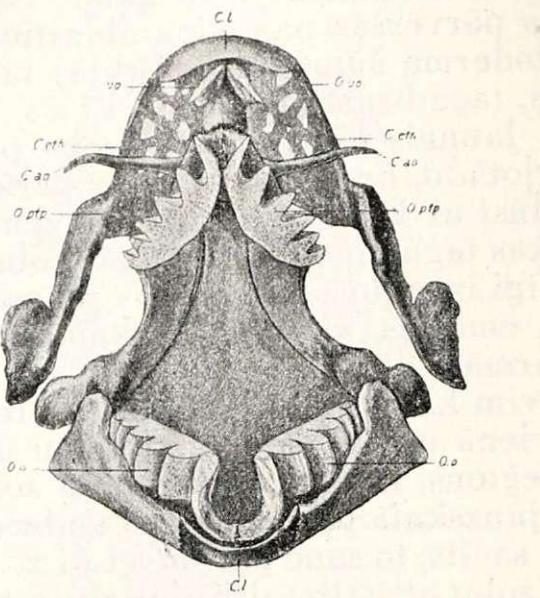
dziļumā, ektoderma uzbiezējuma galā. Saistaudu papillas virsējās šūnas pārvēršas par odontoblastiem un sāk atdalīt dentīnu. Ektoderma šūnas, kas nārklāj tādā veidā radušos dentīna kōnus, tagad sauc par emaljas organu, jo tās dod emalju. Jaunais kōnveidīgais zobs pamazām izlaužas caur mutes gлотādu, kamēr tā baze ar pārkaļķotu saistaudu palīdzību saplūst ar kaulu, kas atrodas zem tā. Mezoderma papillas atliekas tagad piepilda jaunā zoba pulpas dobumu. Pilnīgi izveidots zobs sastāv no zoba kutikulas (cuticula dentis), emaljas, virsotnē bezkanālu vitrodentīna un, beidzot, no normālā dentīna.

Dažām zivīm katrs ektoderma uzbriedums, kas liecas uz iekšu, veido vienā un tai pašā laikā zobu un vietniekzobu. Šāds epitēla reģions, no kuņa sākas dotā zoba un tā vietnieka aizmetnis, jauzskata par atsevišķu embriologisku vienību. Kā jau tas bij sacīts, to sauc par matrīx.

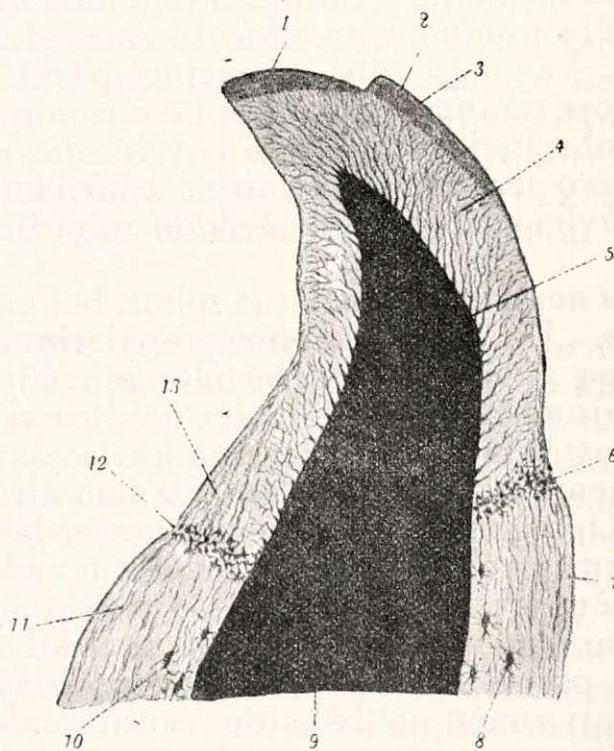
Apskatot zobu attīstību dažādās zivju grupās, var tā tad izšķirt sekojošas pakāpes: 1. Zobi rodas tieši zem mutes gлотādas kā brīvas zobu papillas, gluži tāpat kā haizivju plakoidzvīņas rodas zem ektoderma. Jaunais zobs tad izlaužas caur mutes gлотādu. 2. Rodas epitēla puniņš, kas aug dziļumā un tur dod zoba aizmetni. Pilnīgi izveidotais zobs tad izurbjas cauri epitēla puniņam un tikai tā sasniedz virspusi. 3. Žokļa epitēls, kas nes zoba aizmetni, pārklāts ar gлотādas kroku, operculum. Žokļa epitēls saaug ar operculum par t. s. zobu līsti. Jaunie zobi pārvietojas uz ārieni pret operculum brīvo malu. Tie izlaužas cauri intermediāriem audiem, kas savieno lingvālo un bukālo zobu līstes plātni.

Pie *Dipnoi* nesastopam izolētus zobus, bet gan lielas zobi plātnes. Uz ceratodu pterygo-palatinum, vomer un spleniale gulpa vienai tādai zobu plātnei. Citiem pārstāvjiem šie veidojumi apakšzoklī vairs nav atrodami. Vispār zobu plātnes sastāv no biezas dentīna kārtas ar cauruļveidiem un zarotiem pulpas dobumiem. Uz tām atrodas ļoti spēcīgas līstes. Ontogenetiski šādas plātnes rodas mutes gлотādā daudzu dentīna zobīņu veidā. Vēlāk tie ar kaula stiegru palīdzību savienojas lielākā skaitā savā starpā. Šai kaula veidojumā zobu pamatnē būtībā mums ir tiesība saskatīt palaiontologiskā procesa atkārtojumu. Tad klājkaulu izcelšanos varētu atvasināt no balstošo kaulu audu izcelšanās zobu, resp. zvīņu pamatnē.

Arī amfibijām zobi var klāt daudzus kaulus: praemaxillare, maxillare, palatinum, vomer, parabasale, dentale un spleniale. No otras puses, Anura uzrāda reduk-



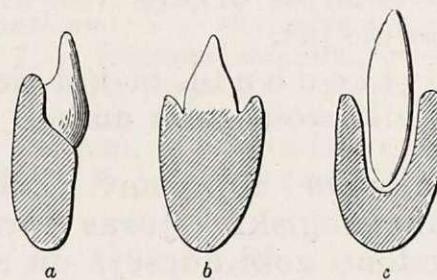
Zīm. 369. *Ceratodus* (Dipnoid). Galvas kauss ar atvāztu apakšžokli. Optp — augšējās zobu plātnes, Oo — apakšējās zobu plātnes. (Pēc Röse's, no Rauther'a.)



Zīm. 370. *Rana esculenta*, varde. Zoba garenisks slīpējums. 1, 2 — galvenā un blakus virsotne, no emaljas; 4 — dentīns; 5 — pulpas dobums; 6, 12 — robeža starp īsto zobu un tā bazālo plātni (7); 8, 10 — kaula šūnas; 11 — kaula kanālīši šūnu izaugumiem. (Pēc Krause's.)

ciju. Vardēm (Rana) zobi sastopami tikai uz praemaxillare, maxillare un vomera, bet krupjiem (Bufo un Pipa) zobi nav nemaz. Amfibiju parasti kōnveida zobi ir bieži ar divām mazām virsotnēm. Kā piemēru še varam minēt vardes zobi, kas sastādās no dentīna kroņa un bazālā, cementa veidotā, gabala, pamatlātnes. Tikai augšējais gals šeit ir klāts ar plānu emaljas kārtiņu. Urodelu pirmie zobi rodas tieši zem glotādas. Pēc tam izveidojas viena kopēja zobi līste, kas vērsta uz iekšu no pirmatnējiem zobiem. Tā dod vietniekzobus. Anurām visas zobi ģenerācijas izveidojas no nepārtrauktas zobi līstes.

Reptiliem mutes dobuma kaulu skaits, kas nes zobus, jau daudz mazāks. Šeit zobi lielāko tiesu sastopami uz praemaxillare, maxillare un dentale. Retāk šai ziņā mināmi arī palatinums, pterigoids un vomers. Parasti zobiem ir vairāk vai mazāk izteikts kōna veids. Bet dažreiz vienā un tai pašā zobi sastatā var būt arī zobi dažādība, t. s. heterodontija.



Zīm. 371. Pleurodonto (a), akrodonto (b) un tekodonto (c) rāpulu zobi schēmas. (Pēc Leydig'a no Wiedersheim'a.)

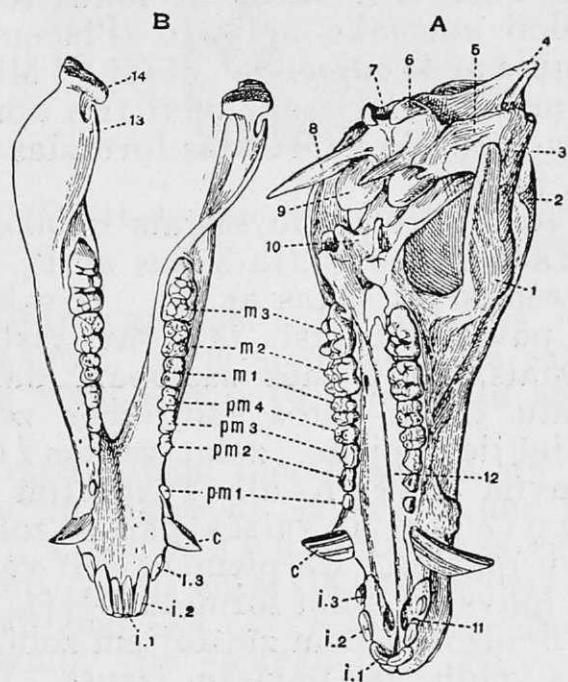
Tā indīgo čūsku *indes zobi*, kas atrodas uz maxillare, stipri atšķiras no pārējiem zobiem ne tikai lieluma, bet arī uzbūves ziņā. Katra indes zoba konveksā pusē atrodas rieva, kas var pat noslēgties kanālī. Indes dziedzeļa izejvads iespiežas pie zoba pamatnes kanālī un stiepjās pa to līdz zoba virsotnei. Reptīļu zobi var piestiprināties kauliem, kas atrodas zem tiem, trejādā veidā: akrodonti, pleurodonti un tekodonti. Akrodontija ir tad, ja zobs ar savu pamatni guļ tieši uz žokļa augšējās malas. Par pleurodontiju runā, ja piestiprināšanās ir no sāniem. Tekodontija sastopama tad, ja zobu piestiprināšanās notiek sevišķos, zem tiem novietotos kaulu iedobumos (alveolās), kā to, piem., redzam krokodīliem. Ķirzakām un čūskām viens praemaxillare zobs izveidojas par t. s. ola s zobi. Tas izurbjas uz augšu caur praemaxillare un kalpo

olas čaumalas pāršķelšanai. Pēc izšķilšanās tas izkrīt. Reptīļu zobu līste rodas šādi: vēl pirms operculum ir pieslējies zobu laukam, izveidojas bedrīte, kas pa daļai pil-dīta indiferentām epitēla šūnām. Lūpu pusē zoba papillas aizmetnis ieaug šūnām pildītā bedrītē. Operkulam iz-augot, beidzot rodas zobu līste, kas sastādās no vienas bukā-lās (lūpu) un vienas lingvālās (mēles) plātnes. Katra no šīm plātnēm ir gлотādas epitēla turpinājums. Bukālā šūnu plātnē nav nekas cits, kā pats zobu veidotājs lauks, ling-vālā plātnē — operkula epitēls. Zobu aiz-metni parādas kā mazliet bukāli vērsti zobu līstes brīvās malas uzbriedumi. Šādā uzbriedumā drīz iespiežas saist-audu papilla. Uzbrieduma iekšējais epitēls vēlākās stadi-jās izveidojas par emaljas organu, kamēr saistaudu papillas ārējās sienas pārveidojas par odontoblastiem. Viss kopējais zoba aizmetnis tagad pārvietojas gar zobu līstes bukālo malu pret virspusi, kamēr zoba virsotne izlaužas caur abām līstes plātnēm. Pirms tas vēl nav noticis, brīvajā zobu līstes malā rodas jauni vietnieki z o b u aizmetni. Tikai krokodiliem emaljas organs var atbrīvoties no zobu līstes un pēdējā reducējas.

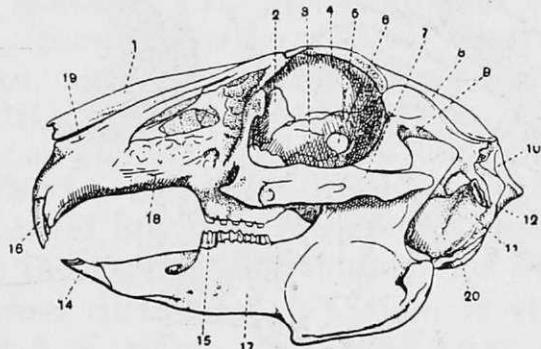
Reptīļi ir polifodonti, tā tad tiem ir vairākas zo-bu ģenerācijas un atkārtota zobu maiņa.

Tagadējiem *putniem* zobu nav. Zobu līste nav kon-statējama pat embrioloģiski. Juras formācijas *Archaeopteryx*'am bij tekodonti zobi augšējā un apakšējā žoklī, tā-pat arī krīta laikmeta zobu putnam *Ichthyornis*. Putnam *Hesperornis*, kas dzīvoja tai pašā laikā, zobi atradās seviš-kās žokļu rievās.

Zīdītāju zobu sastats ir noteikti heterodonts. Priek-šā novietotie priekšzobi, kā arī stūra zobi kalpo barī-bas satveršanai, dažreiz arī tās nokošanai. Vairāk kaudāli novietotie zobi parasti kalpo košlāšanai un tiem, sakarā ar to ir plašas košlātājas virsmas. Priekšzobiem ir viemēr kōna vai kaltveida forma. Stūra zobi lielāko tiesu gaļāki par priekšzobiem un kōnveidīgi. Dzerokļiem virsotne pa lielākai daļai ar vairākiem izcilniem jeb smailēm. Parasti zobi sastāda nepārtrauktu rindu, citos gadījumos tomēr stūra zobu augstumā sastopam starptelpu (*d i a s t ē m u*). Kas attiecas uz zīdītāju zobu terminoloģiju, tad izšķir uz *praemaxillare* (*os incisivum*) vai *dentale dentes incisi-vi* (priekšzobus); *dentes canini* (stūra zobus), *praemolares* (dzerokļus, kas padoti maiņai) un bei-dzot *molars* (dzerokļus, kas netiek mainīti). Pēdējie



Zīm. 372. *Sus scrofa*, cūka. A: galvas kauss, B: apakšzoklis. 1 — jugale (= zygomaticum), 3 — skvamosuma proc. zygomaticus, 6 — condylus occipitalis, 7 — foramen magnum, 8 — eksokapitālā kaula proc. paroccipitalis, 9 — bulla ossea, 10 — pteryg., 12 — maksillārā kaula aukslēju daļa, 13 — proc. coronoideus, 14 — condylus mandibulae (apakšzokla locītavas galviņa), c — caninus, i — incisivi, pm — praemolares, m — molares. (Pēc Reynolds'a.)

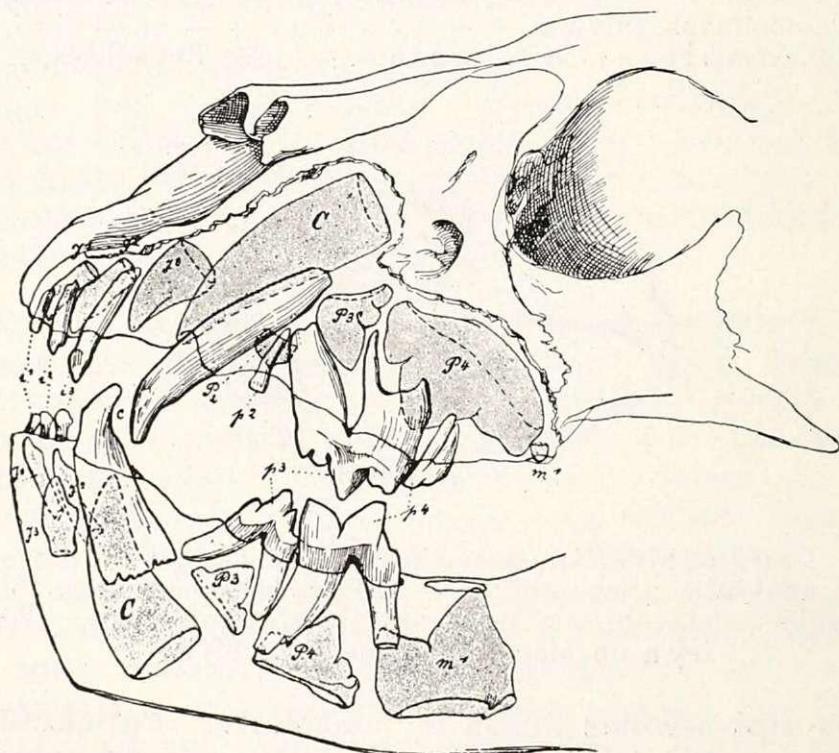


Zīm. 373. Truša galvas kauss ar tipisko grauzēju zobu sastatu. 14 — apakšējie priekšobi, 15 — priekšējie praemolares, 16 — galvenie augšējie priekšobi, aiz tiem otrs akcesoriskais pāris. (Pēc Shiptley'a un Mac Bride'a no Reynolds'a.)

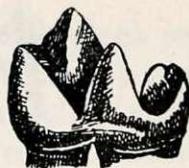
trīs zobu tipi atrodas augšā uz maxillare. Paliekošā, t. i. pieaugušiem zīdītājiem piemītošā, zobu sastata daļas vienkāršības dēļ apzīmē ar burtiem I, C, P un M. Iepriekšējā (jaunības, jeb piena zobu) sastata daļas apzīmē ar bur-

tiem id, cd, pd; burts d ir vārda deciduus (izkrītošs) saīsinājums. Lielākai augstāko zīdītāju (Placentalia) daļai ir šāda izejas formula ar 44 zobiem: $1\frac{3}{3} C_1^1 P_4^4 M_3^3$ jeb īsāk $\frac{3}{3} \frac{1}{1} \frac{4}{4} \frac{3}{3}$. Tā tad šīnī formulā ar M ir apzīmēti trīs apakšējā un trīs augšējā žokļa molāri, pie kam šādas formulas raksturo tikai vienu ķermeņa pusī.

Sakarā ar redukciju, zobu sastats lielāko tiesu ir mazāks par 44. Tāda P redukcija sākas ar P_1 , t. i. ar pirmo premolāru; M redukcija sākas ar M_3 . Ja sakarā ar redukciju, daži zobi pavisam trūkst, tad var rasties tik nabadzīgs zobu sastats, kādu mēs sastopam dažām peļu sugām, ar formulu $\frac{1}{1} \frac{0}{0} \frac{2}{2}$. Citos gadījumos zobu skaits sekundāri palielinājies, piem., zobu valiem (*Odon to ceti*) un jūras govīm (*Sirenia*). Turpretim tas, ka somaiņiem (*Marsupialia*) ir vairāk par 44 zobiem, jāuzskata par primitīvu īpašību. Kā piemēru šeit var ņemt somaiņo žurku (*Didelphys*) ar zobu formulu $\frac{5}{5} \frac{1}{1} \frac{4}{4} \frac{4}{4}$, tai tā tad pavisam 56 zobi. Beidzot dažiem zīdītājiem zobi, sakarā ar sevišķu baļošanās veidu, var pavisam izzust. Tā, piem., bārdaino valu (*Mystacoceti*) zobus aizvieto spēcīgas raga plātnes (bārdas). Skudru ēdēji (*Myrmecophagidae*) skudru ķeršanai lietā savu tārpveidīgo lipīgo mēli, zobi tiem vairs nav sastopami.



Zīm. 374. Jauna lauvas zobu sastats. Funkcionējošie piena zobi iezīmēti tikai kontūrās, paliekošie zobi ēnoti. (Pēc Weber'a.)



Zīm. 375. Tuberkulo-sektoriāls plēsoņas (*Viverra*) zobs.
(Pēc Weber'a.)

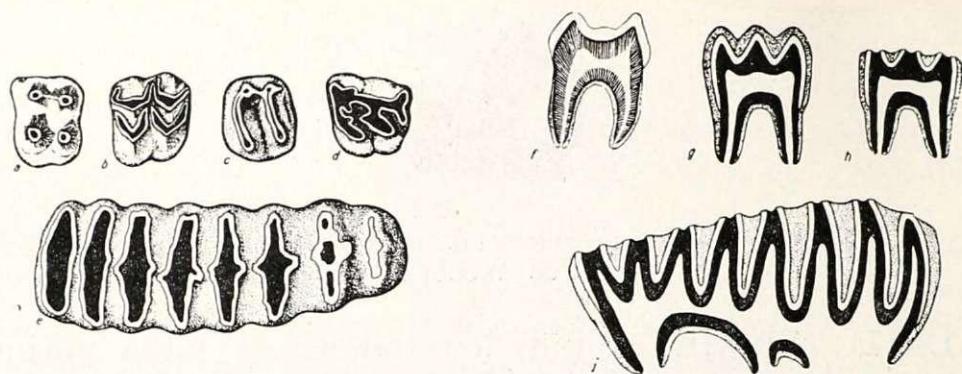
Dažās zīdītāju grupās heterodontijas vietā stājusies homoiodontija. Zem šī nosaukuma saprot visa zobu sastata pilnīgu vienādību. Tā zobu vaļu žokļos ir pilnīgi vienādi zobi.

Kamēr parasti zobam piemīt kronis ar labi attīstītu pulpas dobumu un sakne ar šauru saknes kanāli, reizēm sastopami arī t. s. bezsakņu zobi, kas vēl nav šajā virzienā diferencēti. Tādi zobi vienmēr spēcīgi aug un stipri nolietājas, tādēļ iznāk, ka tās daļas, kas vispirms atradās alveolā, vēlāk iznāk virs smaganām. Tādiem bezsakņu zobiem nav emaljas, vai arī tā reducēta; pulpa nav iežmaugta, tā ka zoba bazālais gals paliek plaši atvērts zoba barošanai.

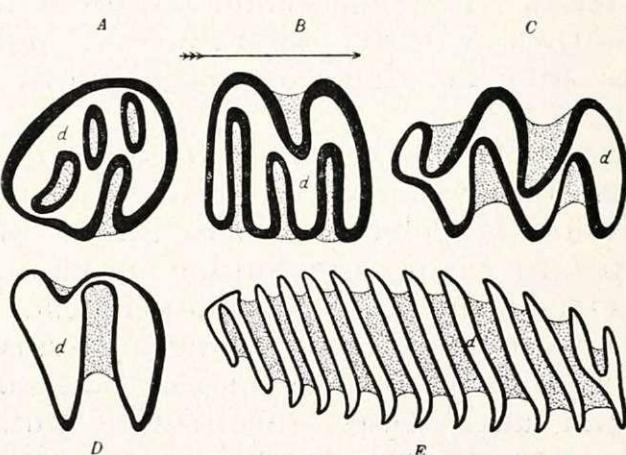
Priekšzobi un stūra zobi var kļūt par bezsakņu zobiem. Tā piem. bezsakņu priekšzobi ir grauzēju (Rodentia) griezēji un ziloņu (Proboscidea) ilknī. Bezsakņu stūra zobus starp citu sastop pie Suidae (cūkām), Trichechus (valzirga) un vīrišķā muskusbrieža (antilopes). Pat dzerokļi var būt bez saknēm. To pirmatnējais stāvoklis augu ēdējiem ir t. s. brachiodontais. Šeit augšana aprobezota, zobi jau agri iegūst sašaurinātu pulpas dobumu un skaidri attīstītas saknes. Sevišķi piemērojies augu barības saberšanai zirgu un atgremotāju (Ruminantia) t. s. hipeslodontaī zobu tips. Šeit zobiem piemīt ilgstoša augtspēja un tikai ļoti vēlu pie zoba pamatnes sašaurinās pulpas dobums; tad dažreiz rodas pat īstas saknes.

Zīdītāji parasti difiodonti, t. i. tiem ir vienreizēja zobu maiņa, pie kam t. s. piena (lakteālos) zobus aizvieto īstie, paliekamie zobi. Bez tam sastop vēl dažus agrākās, t. s. prelakteālās zobu ģenerācijas rudīmentus.

Dzerokļu forma, atkarībā no to dažādās kožlātājas funkcijas, stipri variē. Tā piem. gaļas ēdējiem un insektu ēdējiem ir asi zobu izciļni ar asām, grieztspējīgām malām. Tādu zobu sastatu sauc par sekodontu. Šī tipa dzīvnieku apakšzoklis kustas tikai vertikālā plāksmā. Omnivoru (jauktas barības ēdēju) priekštāvjiem zobi ar truliem izciļniem. Tas ir bunodontais zobu sastats. Visskaidrāk to mēs



Zīm. 376. Zīdītāju dzerokļu tipi. a—e: kožlātājvirsmas ar noberztiem pauguriem un līstēm. a — četrvirsonains bunodontais zobs; b — selenodontais zobs ar garenām līstēm; c, d — lofodonti zobi ar šķērslīstēm; e — ziloņa zobs ar daudzām šķērslīstēm; f—i: zobu gar-griezumi. f — virsotnains zobs bez cementa pārvalka pār kronīti; g, h — lofodonts zobs, noberzts un nenoberzts; i — ziloņa zobs. Dentīns melns, emalja balta, cements punktēts. (No Kühn'a.)



Zīm. 377. Dažādi sakrokotu grauzēju zobi. Dentīns (d) balts, emalja melna, cements punktēts. Emaljas svītras stāv gandrīz šķērsām žokļa gareniskai asi, kuļas virzienu norāda bulta. (Pēc Boas'a.)

redzam cūkveidīgiem. Beidzot tiem dzīvniekiem, kas lietā tikai augu barību, izciļņu vietā stājas dentīna līstes, kas var dažādi sakārtoties ap zoba kroni.

Ja dentīna līstes stāv šķērsām pret žokļu garenisko asi, tad lieta grozās ap t. s. lofodontu zobi sastatu. Labi izveidots tas tapiram. Ja zobi līstes novietotas parallēli žokļu virzienam, tad runā par selenodontiju. Šeit labs piemērs atgremotāji.

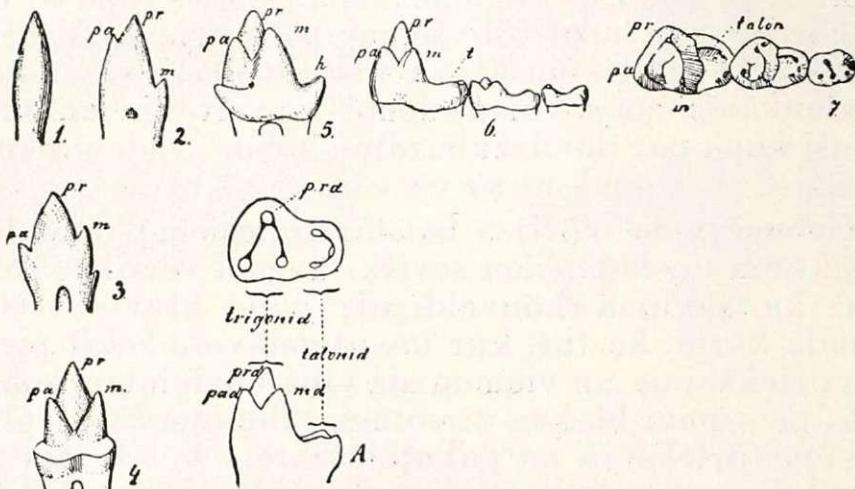
Kas attiecas uz komplikētā zīdītāju zoba filoģenetisko (palaiontoloģisko) attīstību, tad par to pastāv daudz teoriju.

Šeit pietiks, ja mēs īsos vilcienos iepazīsimies tikai ar dažām. Visas teōrijas var sadalīt divās galvenās grupās. Vai nu pieņem, ka diferencējies un kļuvis kompliečtāks viens pats, sākumā vienkāršs, zobs, vai arī domā, ka vairāki vienkārši zobi saplūduši kopā par daudzžuburainu zobu. Tāds uzskats piemit visām t. s. konkrescences teōrijām.

Diferencējuma teōrijas balstās uz tiešiem palaiontoloģiskiem faktiem un tādēļ tām sevišķi augsta vērtība. Tās visas pieņem, ka sākumā kōnveidīgais zobs kļuvis trīsvirsotnains tādā kārtā, ka tur, kur tas pretstāvošā žoklī pieskārās vienam priekšējam un vienam aiz viņa novietotam zobam, izveidojās pa vienai blakus virsotnei. Pie tam šāda zoba sakne sašķēlās priekšējā un pakaļējā zarā. Vēlāk tam pievienojās vēl divas virsotnes, kas apakšzokļa zobiem gul uz āru, bet viršzokļa zobiem uz iekšu. Pazīstamākā no diferencējuma teōrijām ir, bez šaubām, amerikānu Cope's un Oborn'a trituberkulārteōrija.

Trituberkulārteōrijas izejpunkts ir vienvirsotnains zobs, kāds sastopams daudziem reptiliem. Šo tipu dēvē par hapolodontu. Parādoties vienai jaunai mazai priekšējai un pakaļējai sāņu virsotnei no tā izcēlās primitīvo juras zīdītāju protodonatais dzeroklis. Sāņu virsotnēm sasniedzot videjās galvenās virsotnes lielumu, izveidojās trīsvirsotnainais triconodonatais juras laikmeta somaino, t. s. Triconodonta zoba tips. Šāda zoba kronīša pamatni parasti ie-
tver spēcīgs valnītis, cingulum. Tālākā dzerokļa diferenciācija izpaudās tā, ka augšzobu priekšējās un pakaļējās sāņu virsotnes pārvietojās labiālā virzienā. Apakšzobiem tās pārvietojās lingvālā virzienā. Šāda trīsstūraina trigo-
nodonata zoba galveno virsotni viršzoklī sauc par protokōnu, sāņu virsotnes par para-unmetakōniem, bet apakšzoklī par prototo-, para-unmetakōnidiem. Šādi trituberkulāri dzerokļi raksturo galvenā kārtā juras un krīta formācijas pirmatnējos Placentalia, t. s. Trituberculata.

Tālākā diferenciācijas pakāpe izpaudās ceturtās virsotnes, hypoconus izveidojumā, uz kaudāli un lingvāli gulošā izciļņa, uz t. s. talona, uz kuļa parādījās ceturtā virsotne, hypocoonus. Vēlāk starp prototo- un parakōnu izveidojās 5. virsotne, protoconus, un starp protokōnu un metakōnu — 6. virsotne, metaconus. Apakšzoklī sešvirsnainā sekstuberkulārā zoba izveidošanās norisinājās mazliet citādi. Šeit kronīša kožlājamo virsmu palielināja tās pakaļējā malā esošais talonids. Sākumā tas deva tikai ceturto virsotni, hipokōnidu. Vēlāk labio-lingvālā virzienā rādās vēl divi izcilnīši, mezo- un ektokōnids.



Zīm. 378. Trikonodontā (2, 3), trigonodontā (4, 5) un trituberkulo-sekto-riālā (6, 7) zoba attīstība no haplodontā zoba (1). pa — parakōns, pr — protokōns, m — metakōns, h — hipokōns, t — talons, pad — parakōnids, prd — protokōnids, md — metakōnids. (Pēc Osborn'a, no Weber'a.)

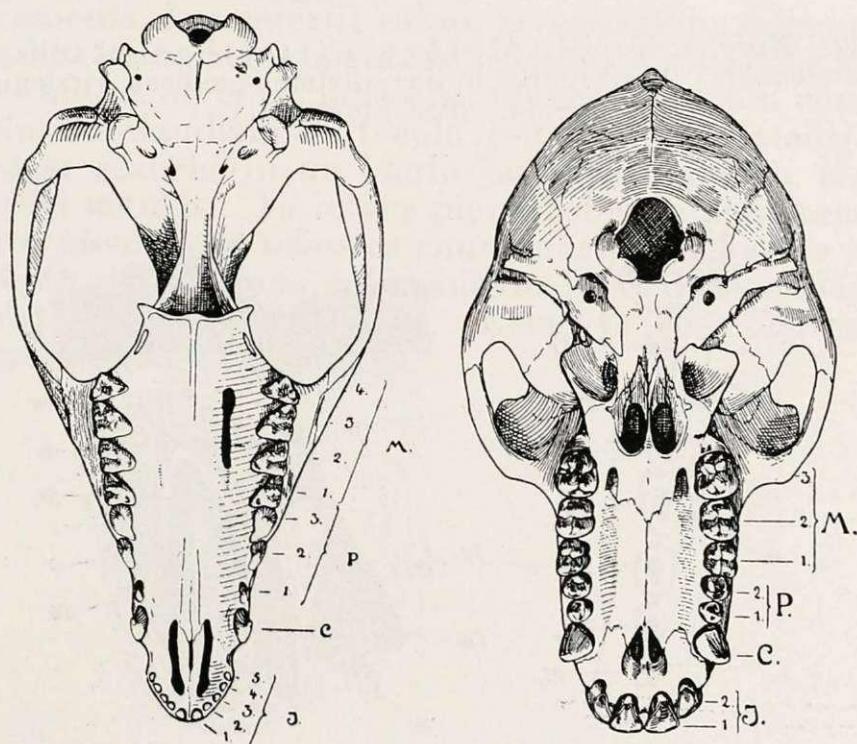
Iloti svarīgi, ka pēdējā laikā ir izdevies izdarīt arī embriologiskus novērojumus, kas runā par labu diferencējuma teorijām. Tā, piem., izrādījās, ka kukaiņēdēju trīszuburaino apakšzokļa zobi virsotnē izveidošanās seko viena otrai tādā pat kārtībā, kā tas ir atrasts palaiontoloģiski.

Pēc konkrescence teorijām, daudzžuburainie zīdītāju zobi cēlušies no vienkāršu reptīlu zobi sakušanas. No reptīlu vairākām zobi generācijām, sakarā ar to, ka tās padaļai saplūdušas, palikušas pāri tikai divas: piena zobi un paliekošie zobi. Šī konkrescence var būt divējāda. Tā var būt antero-posteriora un notikt tikai starp vienas zobi generācijas elementiem. Tad tā ved pie zobi skaita samazināšanās vienā zobi generācijā. Bet tā var notikt arī šķērsām, labio-lingvālā virzienā un savienot zobus, kas pieder dažādām zobi generācijām. Šī teorija, kuļu uzstādīja G a u d r y, K ü k e n t h a l's un citi autori, atrada sev nelielu atbalstu arī dažos embriologiskos faktos. Bez jau minētās dipnoju jauno zobi aizmetņu saplūsmes, līdzīga norise sastapta arī amfibiju vomera zobos.

Šeit vēl jāpiemin zobam līdzīgs veidojums, kas parādās echidnām olu dēšanas laikā. Šis olu zobs kalpo olas čaulas pārgriešanai un vēlāk izkrīt. Tas nav homologs reptīlu olu zobam. Jo kamēr pēdējais rodas no emaljas organa un dentīna dīgla žokļu malas dzīlumā, echidnai rodas vispirms uz nākošā praemaxillare izciļveidīga saistaudu zoba papilla. Papillas virspusē rodas cietas substances kōns. Tas sastāv no dentīnveidīga materiāla un droši vien pārklāts arī ar emalju. Nemot vērā šo primitīvo izcelšanās veidu, kas atgādina selachiju ādas zobi iz-

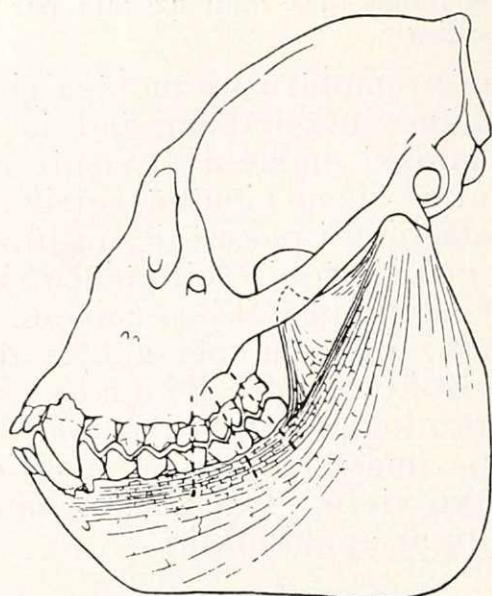
celšanos, daži autori echidnas olas zobu uzskata par vecas, zen izzudušas zobu ģenerācijas atlieku.

Kas attiecas uz premolāru un molāru rindas lieluma un diferencēšanās pakāpes atšķirībām, tad te noteicēju lomu spēlē daudzi mēchaniski momenti. Vispirms ir skaidrs, ka apakšzoklim kustoties vienā vienīgā vertikālā plāksmā (kožot), visstiprāk nodarbināti pakaļējie un līdz ar to arī žokļa locītavai vistuvāk gulošie zobi. Šeit tādēļ vajadzētu atrasties visstiprākiem un viskomplikētākiem zobiem. Bet tas ir tā tikai retos gadījumos. Plēsoņu spēcīgākais zobs, t. s. plēsējs (virsžoklī P_4 , apakšžoklī M_1) pēc Bluntschli pētījumiem guļ žoklī pret deniņu loka saaugsmi ar maxillare. Sakarā ar to, kožamā muskuļa (masseter) spiediens tiek pārnests uz zobu rindas stiprāko vietu. (Kā zināms, muskulis masseter savieno deniņu loku ar apakšžokli.)

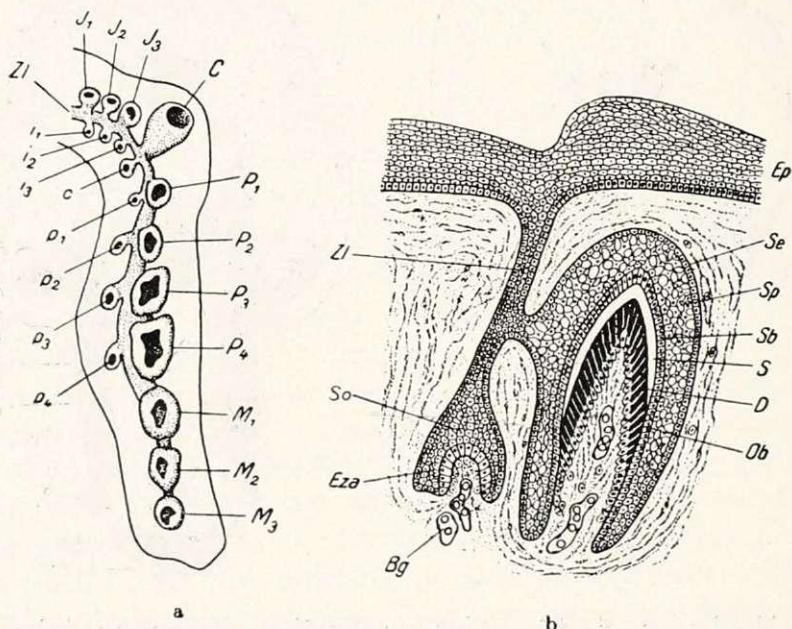


Zīm. 379. Molaru attīstības atkarība no deniņu loka stāvokļa. Pakreisi: somainās žurkas (*Didelphys virginiana*) galvas kauss; pa labi: paviāna (*Papio babuin*) galvas kauss. I — incisivi; C — canini; P — praemolares; M — molares. (Pēc Bluntschli.)

Vēl atliek pateikt dažus vārdus par zīdītāju zobu attīstību. T. s. lūpu rievā, kas iet gar žokļu malām, parādās zobi līste. Lingvāli no šīs rievas zobi līste iespiežas saistaudos. Tādas līstes brīvajā malā parādās pogveidīgi zobi aizmetņi, kas pamazām noriešas no zobi līstes un iegūst cepures



Zīm. 380. *Mycetes*, blauris. Molāru attīstības atkarība no deniņu loka stāvokļa. Pārtrauktās līnijas apzīmē spiediena virzienu molāru apvidū. (Pēc Bluntschli.)



Zīm. 381. Ziditāju zoba attīstība. a: embrija vienas apakšzokļa daļas zobi līste skatoties no apakšas. Piena zobi sastata incisīvo (I), kanīno (C) un premolāro (P) zobi aizmetni (= emaljas organi); i, c, p — attiecīgie definītīvie (jeb paliekošie) zobi. M — molares. b: šķērsgriezums caur zobi līsti ar piena zobi (pa labi) un attiecīgo paliekošo zobi aizmetniem. Bg — asinsvadi; D — dentīns, Ep — epitēls; Eza — definītīvo zobi aizmetnis; Ob — odontoblasti; Sb — emaljas epitēls (= membrana adamantina). Se — emaljas organa (So) ārējais epitēls; Sp — emaljas pulpa (= emaljas organa iekšējā irdenā šūnu masa); Zl — zobi līste. (Pēc Kühn'a.)

formu. Šīs cepures dobumā guļ saistaudu papilla. Vēlāk zoba aizmetnis kļūst zvanveidīgs, lielāks, un labiālā virzienā pālielākai daļai atbrīvojas no zobu līstes. Tagad zoba aizmetnis zobu līstes labiālā pusē piestiprīnāts tikai ar plānu audu stiegrīnu. Tādā veidā rodas piena zobu aizmetnis. Kaudāli no šiem premolāru aizmetņiem, zobu līste vēlāk kļūst garāka un dod aizmetņus molāriem, kas nav padoti zobu maiņai.

Kad zobu aizmetni no zobu līstes atsvabinājušies, pēdējā reducējas, līstes epitēls sakrīt epitēliālu tiltu režģī. Beidzot šie tilti iet bojā. Turpretim zobu līstes brīvā, lingvāli vērstā mala paliek. Uz šīs zobu līstes atliekas pēc tam rodas paliekamo zobu aizmetni. Kad arī šie aizmetni atbrīvojas, izzūd arī zobu līstes pēdējā atlieka.

Iekams vēl emaljas izveidošanās galīgi nobeigta, emaljas organs sāk reducēties.

Cements, kas ietērpj sakni, ir apkārtējo saistaudu produkts, kas veido zoba saistaudu maisiņu. Šis maisiņš kļūst par saknes ādiņu, alveolas periostu; tas saista saknes cementu ar alveolas kaulaudiem. Alveola rodas vēlākās stadijās, bet sakarā ar rezorbciju un kaulu jaunveidojumiem, tās forma pastāvīgi mainās. Tā ietveiļ piena zobu un paliekamo zobu. Beidzot piena zobs izlaužas caur smaganām, kamēr tā sakne aug tālāk. Kad piena zobi zināmu laiku funkcionējuši, osteoklasti izšķīdina to saknes. Kroni beidzot izstumj lielākais paliekamā zoba kronis.

V. Elpotāja sistēma.

Kā tipiski elpotāji organi mugurkaulniekiem funkcionē žaunas un plausas.

Žaunas.

Topografiskā ziņā mugurkaulnieku žaunas pieder priekšzarnas apvidum; tās rodas zarnas sienas spraugās, žaunspraugās.

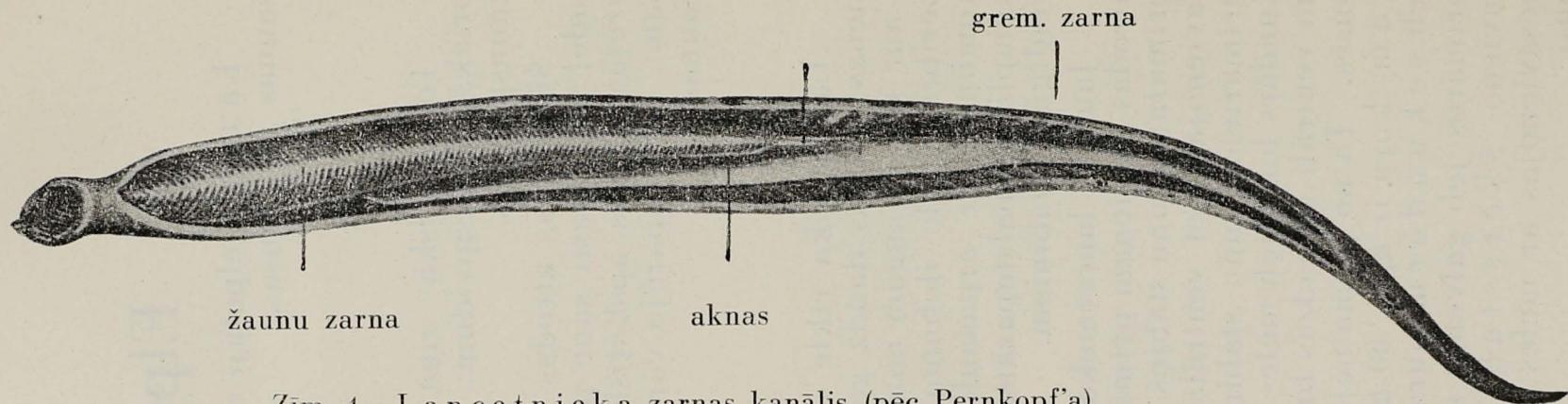
Šīs žaunas atrodas lielākā vai mazākā mērā iekšpusē, tādēļ tās parasti sauc par iekšējām žaunām. T. s. ārējās žaunas apskatīsim tikai tur, kur tas būs nepieciešami. Ar vispārējo vārdu žaunas apzīmēsim tikai iekšējās žaunas.

Amphioxus.

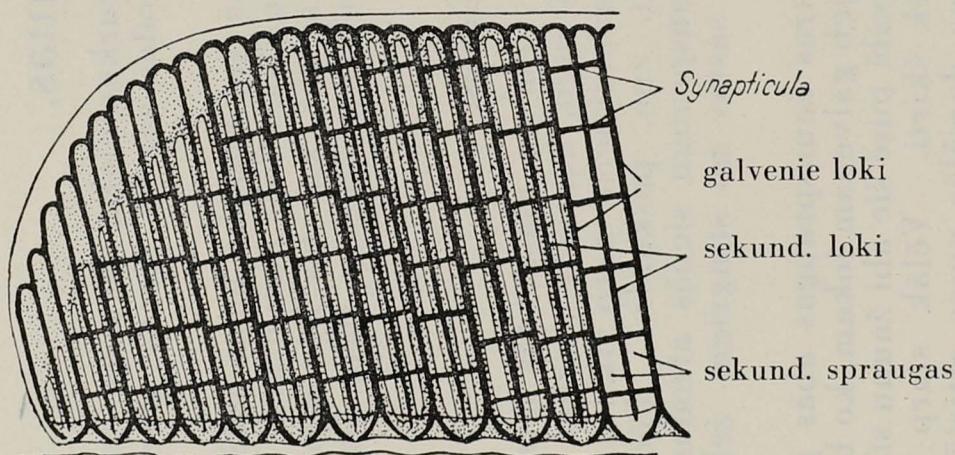
Lancetnieka rīkle ir ļoti liela un plaša; tās laterālās sienās atrodas daudz gaļu spraugu, kas stāv mazliet slīpi. Caur šīm spraugām notiek komūnikācija starp rīkli un t. s. peribranchiālo dobumu (skat. zīm., paskaidr.). Pēdējais komūnicē ar ārpasauli. Žaunspraugu sienās atrodas ļoti komplīcēts balstaparāts, kas sastāv no stingriem želatīnveidīgiem stabīniem.

Jaunam lancetniekam katras žaunspraugas abās pusēs atrodas pa vienam pīmāram jeb galvenam lokam, ko balsta pīmārais žaunu stabīns. Dorsālā pusē šie abi žaunu stabīni savienojas, bet ventrālā paliek šķirti. Vēlāk starp šiem pīmāriem žaunu stabīniem no dorsālās puses attītās sekundārs loks (jeb mēles stabīns). Tas aug ventrālā virzienā un ventrāli nobeidzas brīvi. Tas sadala žaunspraugu divās pusēs. Tā no pīmatnējām (pīmārām) žaunspraugām (ķuļu ir apm. 60 gab.) rodas dubults skaits definītīvu jeb sekundāru, šaurāku žaunspraugu. Katrus divus pīmāros jeb galvenos stabīnus dažādās vietās savā starpā savieno šķērsstabi (synapticula). Sie šķērsstabīnes savienojas ar mēles stabīniem, bet stiepjas gar to iekšpusi.

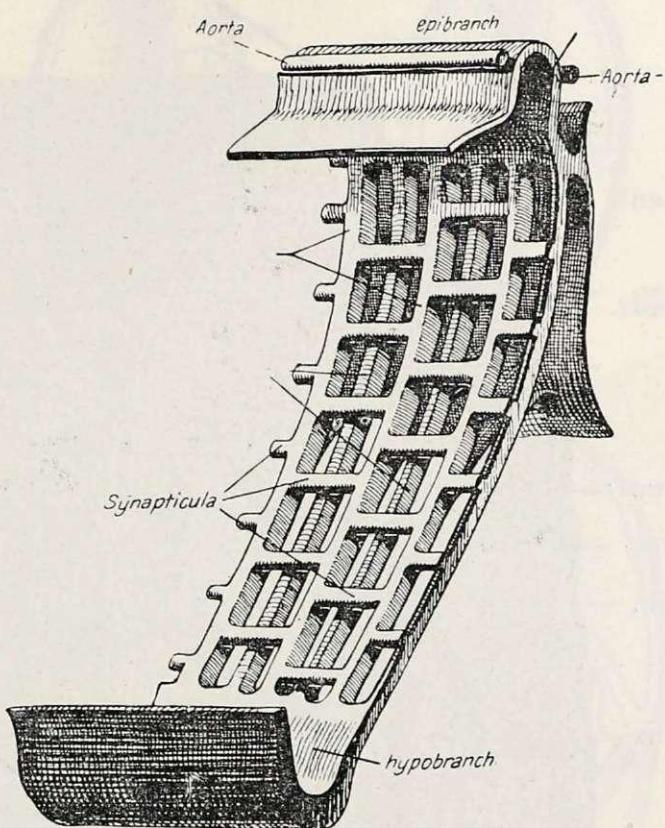
Īstie žaunu balstaudi atrodas starpspraugu sienās, kas



Zīm. 1. Lanceetnieka zarnas kanālis (pēc Pernkopf'a).



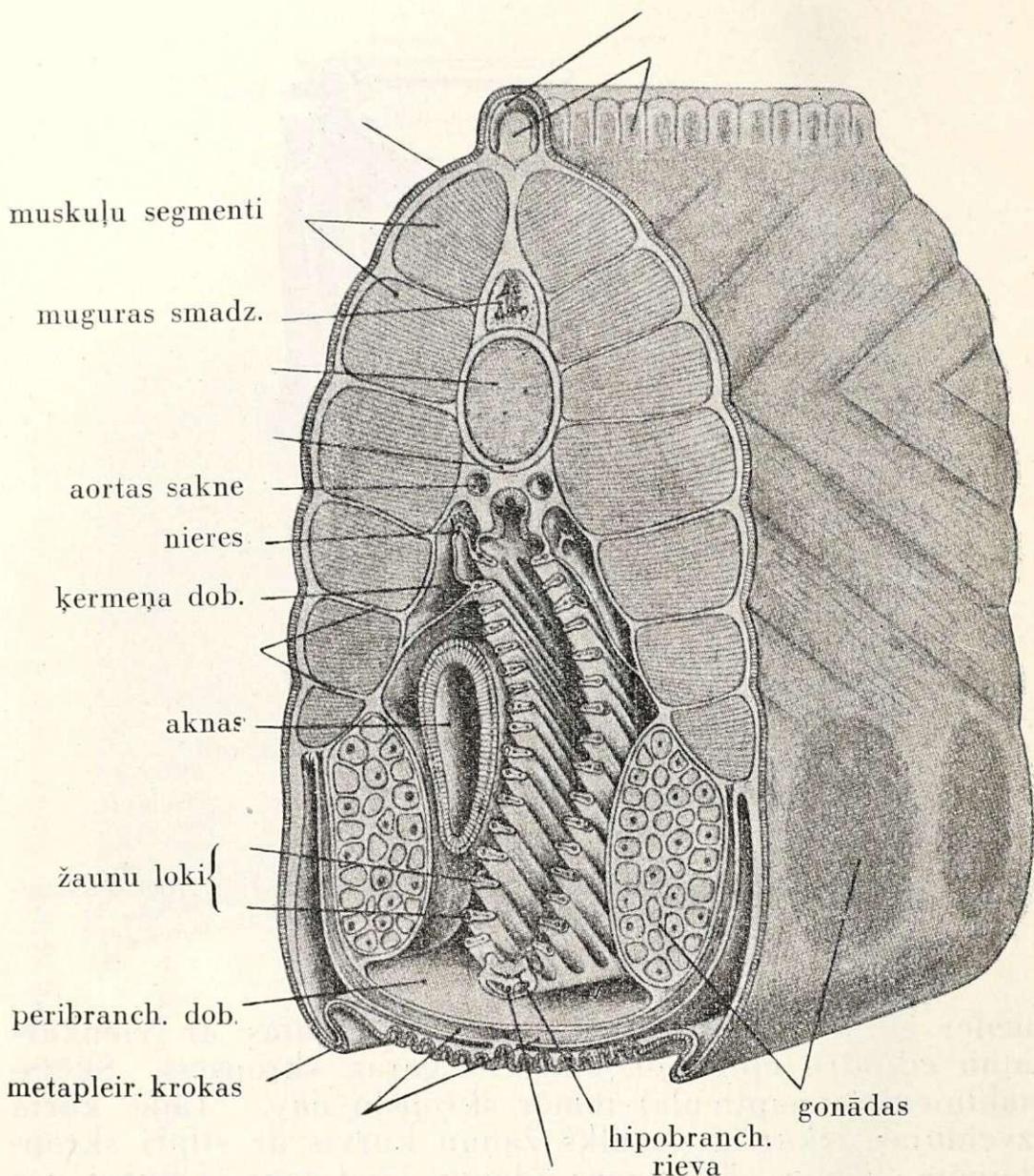
Zīm. 2. Lanceetnieka žaunu skelets (pēc Willey).



Zīm. 5. Lance tieka žaunu kurvis, schēmatisks attēls (pēc Delage-Hérouard'a).

pieder rīkles reģionam. Šīs sienas pārklātas ar vienkārtainu cilindru epiteliju, kam ir gaļas skropstas. Šķērsstabiņiem (*synapticula*) tomēr skropstu nav. Tādā kārtā izveidojas ārkārtīgi smalks žaunu kurvis ar stipri skropstainām sienām. Elpošanas ūdenim jāiet caur šo kurvi; tas iztek starp lokiem, kas darbojas kā žaunas, bet cietās daļinās tiek pie iekšējās ieejas aizturētas un ar gлотšūnu atdalīto gлотu palīdzību saveltas piciņas. Skropstas, kas atrodas žaunu stabiņu mediālā pusē, aizvada šīs piciņas ventrāli un dorsāli projām. Tā tās nokļūst dorsāli novietotā *epibranchialis*- un ventrāli novietotā *hypobranchialis*-rievas. Pirmā ir mediāla rieva rīkles dorsālā sienā, tai ir divi rindas stipri skropstainu šūnu.

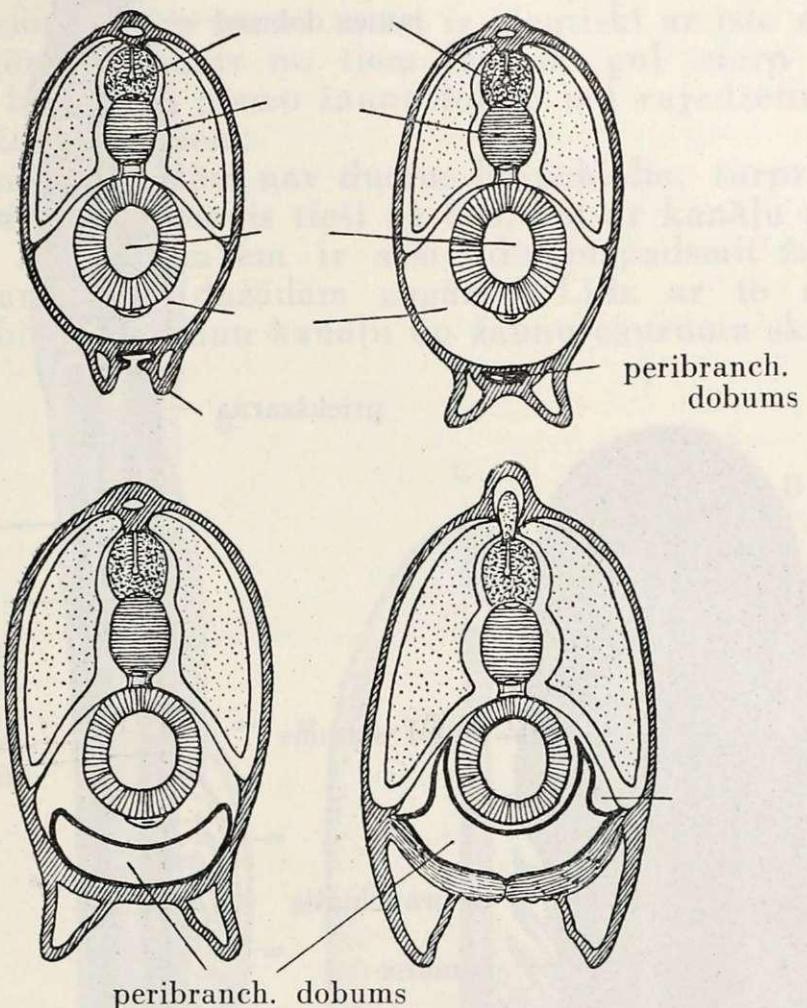
dors. spuļu kroka



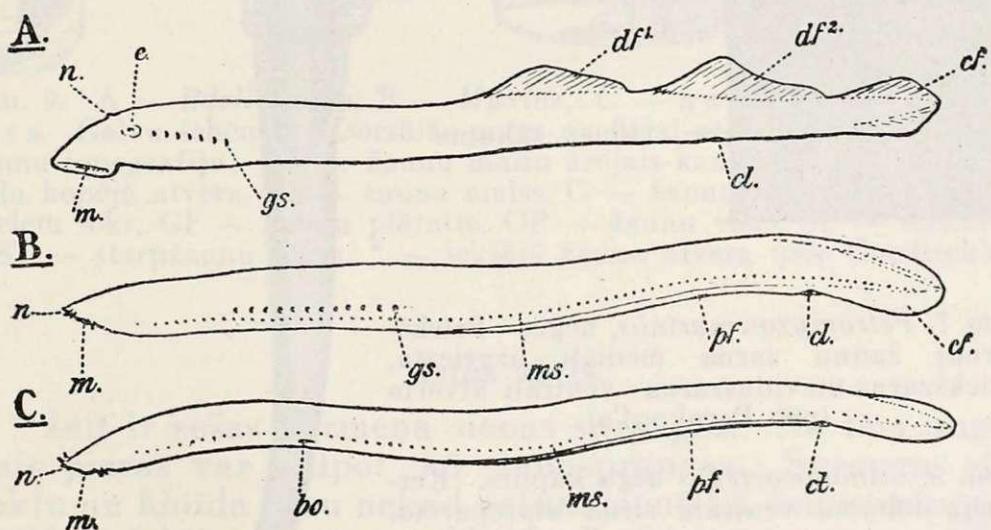
Zīm. 4. *Amphioxus, lanceatus*. Žaunu zarnas reģions, skats no priekšas (pēc Küenthal'a-Matthes).

Cyclostomata (apaļmutes).

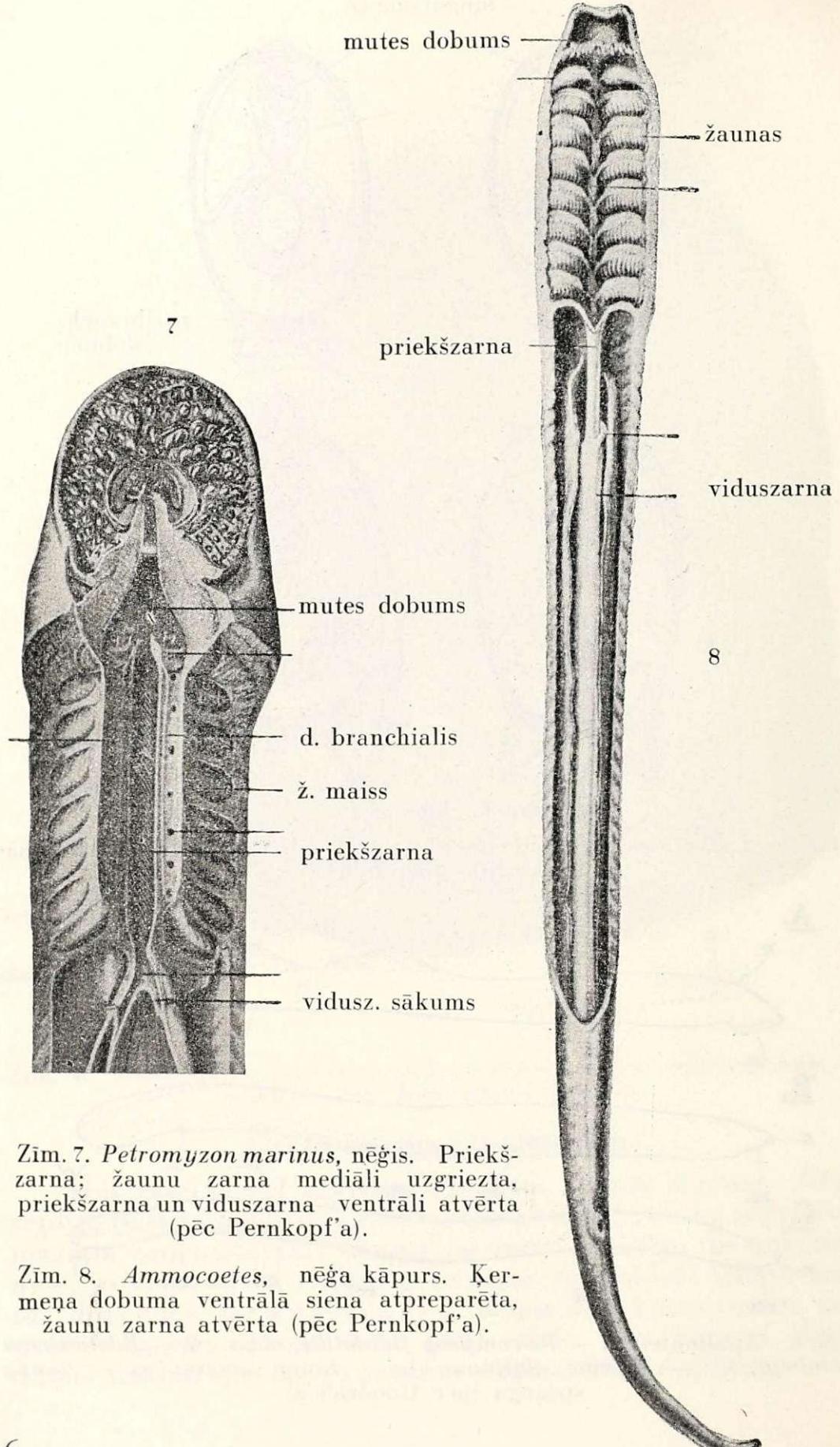
Šeit žaunas guļ sevišķos ķermeņa sienas maisos. Nēģa septiņi pāri žaunu maisu savienojas ar ārpasauli ar septiņiem maziem caurumiņiem; turpretim tieši ar zarnu tie nekomūnicē, jo ventrāli no rīkles tie atveļas branchiālā slēgtā maiſā, *ductus branchialis*. Kāpuram Ammocoetes turpretim žaunas atveļas tieši pašā rīklē. Šis kāpurs dzīvo dūnās un baļojas ar to mazām organiskām daļiņām.



Zīm. 5. Lancetnieka peribranchiālā dobuma dažadas attīstības stadijas (pēc Felix).

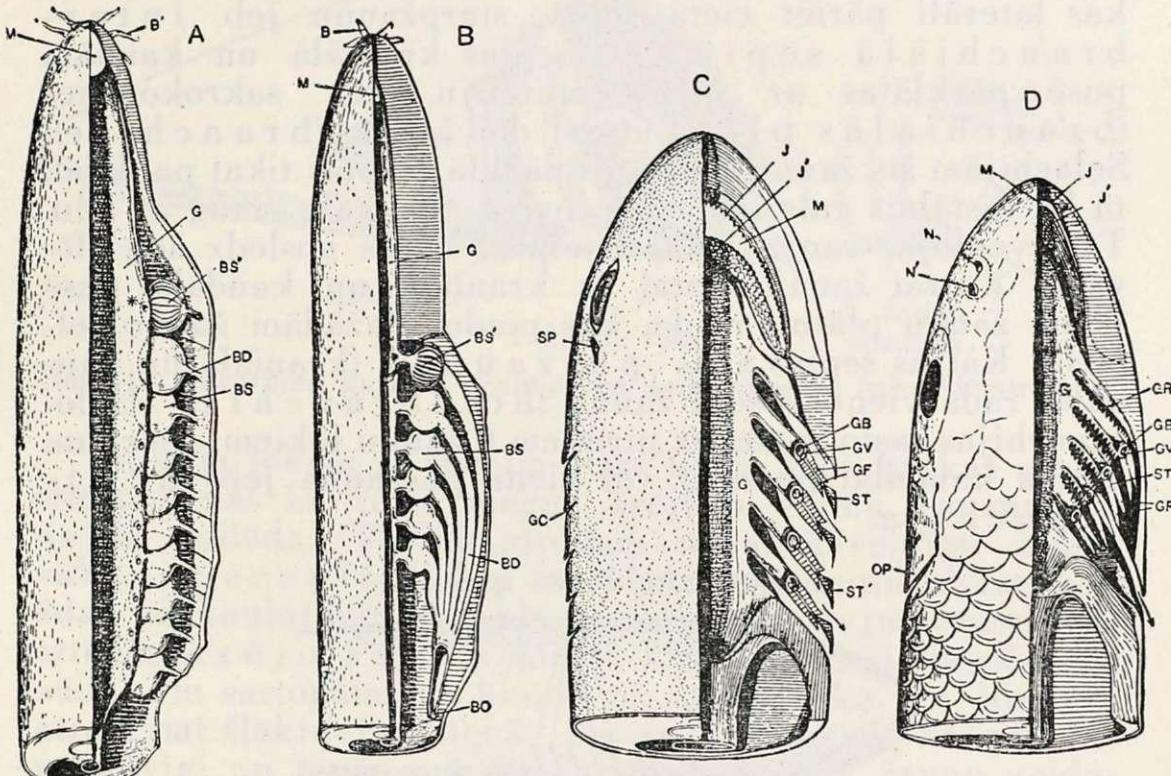


Zīm. 6. Apālmutes: A — *Petromyzon fluvialis*, nēgis. B — *Bdellostoma Dombeyi*, C — *Myxine glutinosa*; bo — žaunu atvera; gs — žaunu sprauga (pēc Goodrich'a).



Žaunas atrodas žaunu maisos. Tās ir lapām līdzīgas plātnes maisu sienās. Šie žaunu maisi ir identiski ar īsto zivju žaunspraugām; pirmais no tiem laikam guļ starp ļoti pārveidoto hioīda un pirmo žaunu loku; tad vajadzētu būt septiņiem žaunu lokiem.

Pārējām apaļmutēm nav ductus branchialis; turpretim žaunu maisi atveļas nevis tieši uz āru, bet ar kanālu palīdzību. Tā *Bdellostom’iem* ir seši līdz četrpadsmit žaunu maisi (atkarībā no dažādām sugām). Līdz ar to atrodam arī atbilstošu žaunu kanālu un žaunu caurumu skaitu.



Zīm. 9. A — *Bdellostoma*, B — *Myxine*, C — haizivs, D — kaulu zivs. Galvu schēmas. Dorsālās pusēs pa daļai atpreparētas, lai redzētu žaunu topografiju. BD — žaunu maisu ārējais kanālis, BO — žaunu kanālu kopējā atvera, BS — žaunu maiss, G — žaunu zarna, GB — žaunu skeleta loks, GF — žaunu plātnīte, OP — žaunu vāks, SP — šķaktuvīte, ST — starpžaunu septa, * — iekšējā žaunu atvera (pēc Goodrich'a).

Īstās zivis.

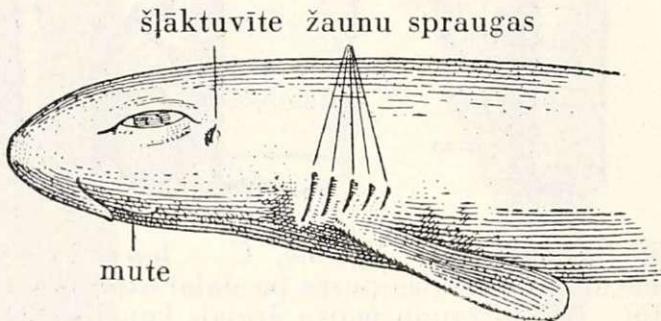
Šeit ir sešas ķermenā sienas spraugas. No tām augstākais piecas var kalpot kā žaunspraugas. Sprauga starp žokļu un hioīda loku nekad nefunkcionē kā žaunsprauga un tādēļ to šeit var arī neapskatīt.

Embrionāli žaunspraugas rodas pa labi un pa kreisi no žaunu maisiem, rīkles izspīlējumiem. Tie aug laterāli;

no ādas tiem pretim izvirzās plakanas žaunu bedres. Žaunu maisi un žaunu bedres pieskaļas viens otram; starp žaunspraugām guļ žaunu loki; pirmā žaunsprauga atrodas starp hioīda un pirmo žaunu loku, piektā starp IV un V žaunu loku. Žaunspraugu sienās attīstās žaunas.

Starp citu, ļoti iespējams, ka žaunas rodas no žaunu maisiem, jo tie vienmēr ir daudz lielāki un dziļāki par žaunu bedrēm. Tādēļ mēs žaunas varam uzskatīt par zarnas derivatiem.

Haizivīm žaunas piestiprinātas laterāli, konveksai žaunu loku pusei. Katrs žaunu loks ietverts saistaudu kārtā, kas laterāli pāriet cietā septā, starpžaunu jeb *inter-branchialā septā*. Šīs septas kraniālā un kaudālā pusē pārklātas ar rīkles epiteliju, kas sakrokojoties (*branchialās plātnītes*), dod žaunas (*branchiae*). Selachijām šīs žaunu plātnītes pārklāj septas tikai pa daļai, tā kā distālais gals ir no tām brīvs. Šīs gals saaug ar ādu. Tā izveidojas šauras žaunu telpas, kurās noslēdz ādas lēvari. Katrai žaunu septai ir kraniālā un kaudālā pusē viena žaunu plātnu rinda, kas pieder dažādām žaunu telpām. Katras septas abas pusēs žaunas (*holobranchia*). Holobranchijas sastopamas uz pirmiem 6 žaunu lokiem; bez tam hioīda kaudālai pusei ir vēl viena pusžauna jeb *hemibranchia*.

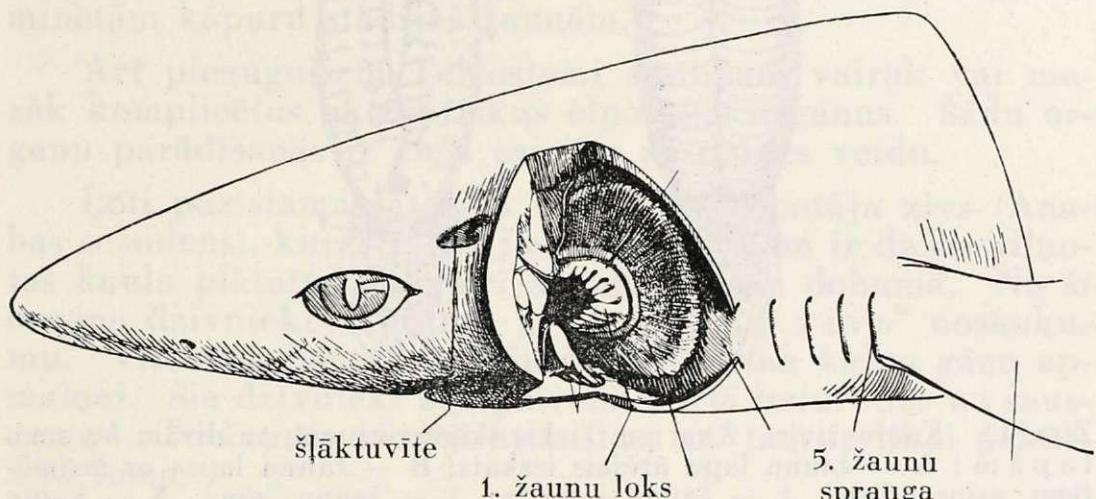


Zīm. 10. Haizivs galva (pēc Gaupp'a).

Haizivīm, tāpat kā apaļmutēm, ir žaunu maisi, jo žaunas nerēgojas brīvi, bet ir apslēptas atsevišķas telpās, kas ar žaunspraugu palīdzību savienotas ar ārpasauli. Žaunu loku konkāvā pusē varam sastapt izaugumus, kas darbojas kā žaunu siets, t. i. tie laiž caur žaunu maisiem noplūst tikai ūdenim, bet cietās sastāvdaļas aiztur rīklē.

Pirmās viscerālās spraugas, t. i. *šķaktuvītes* (*spiraculum*) kraniālā sienā var parādīties t. s. šķaktuvītes pseudožauna asinīm bagātu kroku veidā.

Holocephal'iem žaunu redukcija iet vēl tālāk. Tiem ir tikai trīs holobranchijas, proti, uz I, II un III žaunu loka; bez tam viena pusžauna sastopama hioīda kaudālā un IV žaunu loka kraniālā malā. Žaunsprauga starp ceturto un piekto žaunu loku paliek slēgta. Līdz ar šķāktuvīti izzudusi arī šķāktuvītes pseudožauna.

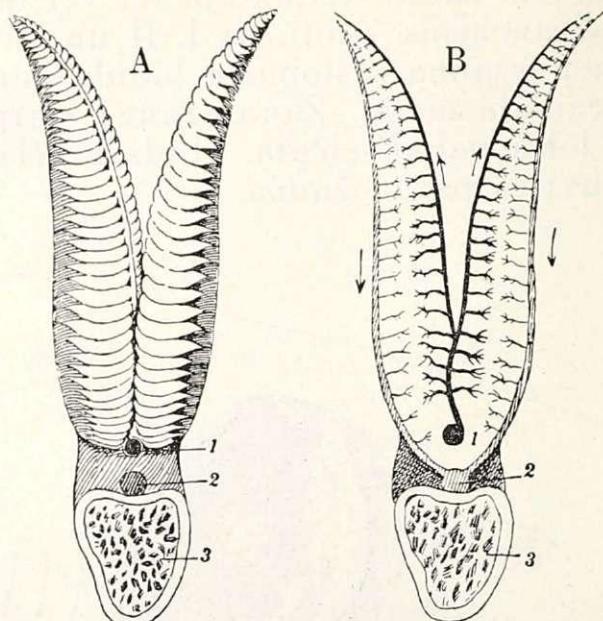


Zīm. 11. *Acanthias*, haizivs. Žaunas pa daļai atsegtas (pēc Nierstrasz'a).

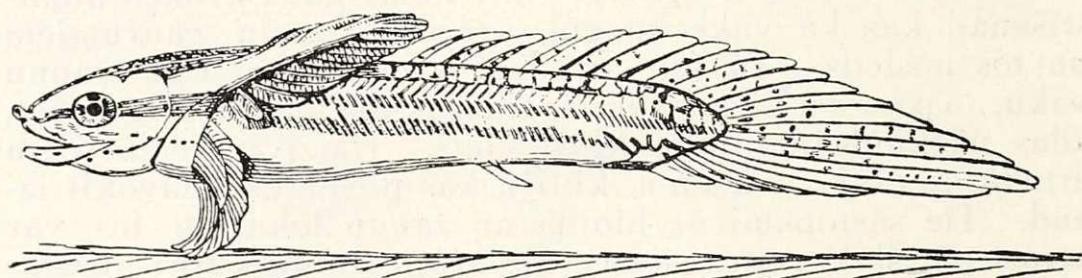
Hioīda lokam ir spēcīgi starī lielās ādas krokas atbalstīšanai, kas kā vāks pieguļ ārējiem žaunu caurumiem un tos noslēdz. Tā šeit atrodam membrānveidīgu žaunu vāku, operculum, kas izveidojas arī kaulu zivīm, bet, ādas pārkaulojumu dēļ klūst ciets. Haizivju embrijiem attīstās ārējo žaunu kūliši, kas pieaugušā stāvoklī izzūd. Tie sastopami uz hioīda un žaunu loka, un tos var atrast pat šķāktuvītes sienā. Šie ārējo žaunu kūliši attīstās patstāvīgi un tāpēc nav uzskatāmi par pašu žaunu veidojumiem; tie drīzāk ir entodermālās žaunu loku segas izaugumi.

Augstākām zivīm stārpžaunu septa ir stipri saīsināta, kaulu zivīm pat gandrīz pilnīgi izzudusi. Sakarā ar to plātnītes sēd tagad uz septu rudimenta brīvi un divas pusžaunas uz viena maza žaunu loka izveido kopā vienu atsevišķu žaunu (holobranchiju).

Vispāri šīs holobranchijas sastopamas uz pirmiem 4 žaunu lokiem; piektam žaunu lokam arī šeit nav žaunu, izņemot Dipnoi, kuŗus apskatīsim vēlāk. Stārp citu, šīs loks kā „rīkles kauls“ dažos gadījumos var kalpot barības uzņemšanai. Bet tomēr bieži novērojama šī žaunu skaita redukcija. Žaunas guļ brīvi viena otrai blakus žaunu dobumā. Žaunu dobumu noslēdz kaula žaunu vāks, kas pie-



Zīm. 12. Kaulu zivis. Žaunu loks šķērsgriezumā, ar divām žaunu lapām; A — žaunu lapu ārējais izskats; B — žaunu lapas ar iezīmētiem asinsvadiem; 1 — žaunu artērija; 2 — žaunu vēna; 3 — kaula žaunu loks; bultiņas norāda asins straumes virzienu (pēc Hesse's-Doflein'a).



Zīm. 13. Kaulu ganoīdzīvs *Polypterus senegalus*. Vairākkārtīgi palielināts kāpurs. Ķermenīs balstās uz priekšējām spurām. Ārējās žaunas labi attīstītas (pēc Budgett'a).

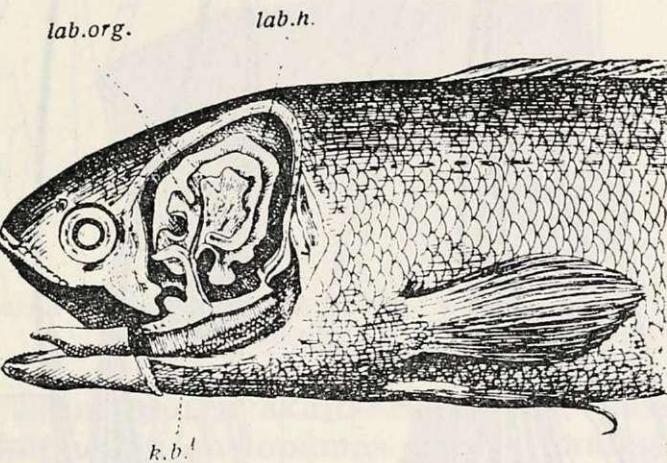
stiprināts pie hyomandibulare. Pamatvilcienos tas neatšķiras no Holocephal'u žaunu vāka. Šis žaunu vāks ir kustīgs un spēlē lielu lomu elpošanas mēchanismā; bez tam tas aizsarga žaunas. Žaunu loku mediālai, konkāvai pusei lielāko tiesu ir divkārša skrimšla vai kaula izaugumu (tuberulum) rinda, kas kopā izveido žaunu sietu. Pēdējais neļauj barības daļiņām ieklūt žaunās.

Šķaktuvīte ir lielāko tiesu izzudusi, bet reizēm tā tomēr vēl sastopama, piem., ganoīdzīvju ģintīm Acipenser un Polypterus.

Tāpat kā haizivim, arī augstākām zivīm kāpura stadijā varam novērot ārējās žaunas, bet šiem žaunu filamentiem ne vienmēr ir vienāda izcelšanās. Tā zivīm *Salmo* un *Misgurnus* redzam diegveidīgus parasto iekšējo žaunu lapiņu pagarinājumus; kaulu ganoīdzivīm *Polypterus* un *Calamoichtys* turpretim spalvveidīgus žaunu vāka malas izau-gumus, kas tā tad pieder ādai un nav homologi augstāk minētām kāpuru stadijas žaunām.

Arī pieaugušiem Teleostomi sastopam vairāk vai mazāk komplīcētus akcesoriskus elpotājus organus. Šādu organu parādīšanās ir cieši saistīta ar dzīves veidu.

Ļoti pazīstama šai ziņā ir Indijas rāpotāja zivs (*Anabas scandens*), kuras pirmajam žaunu lokam ir dažas vilņotas kaula plātnītes, kas arī atrodas žaunu dobumā. No šī organa dzīvnieki dabūjuši „l a b i r i n t a z i v s“ nosaukumu. Virsmām bagātā labirinta ārējā siena kalpo gāzu apmaiņai. Šie dzīvnieki mīl galvenā kārtā uzturēties uz sauszemes. To žaunas ir vāji attīstītas, un tām ir tikai pakārtota loma.



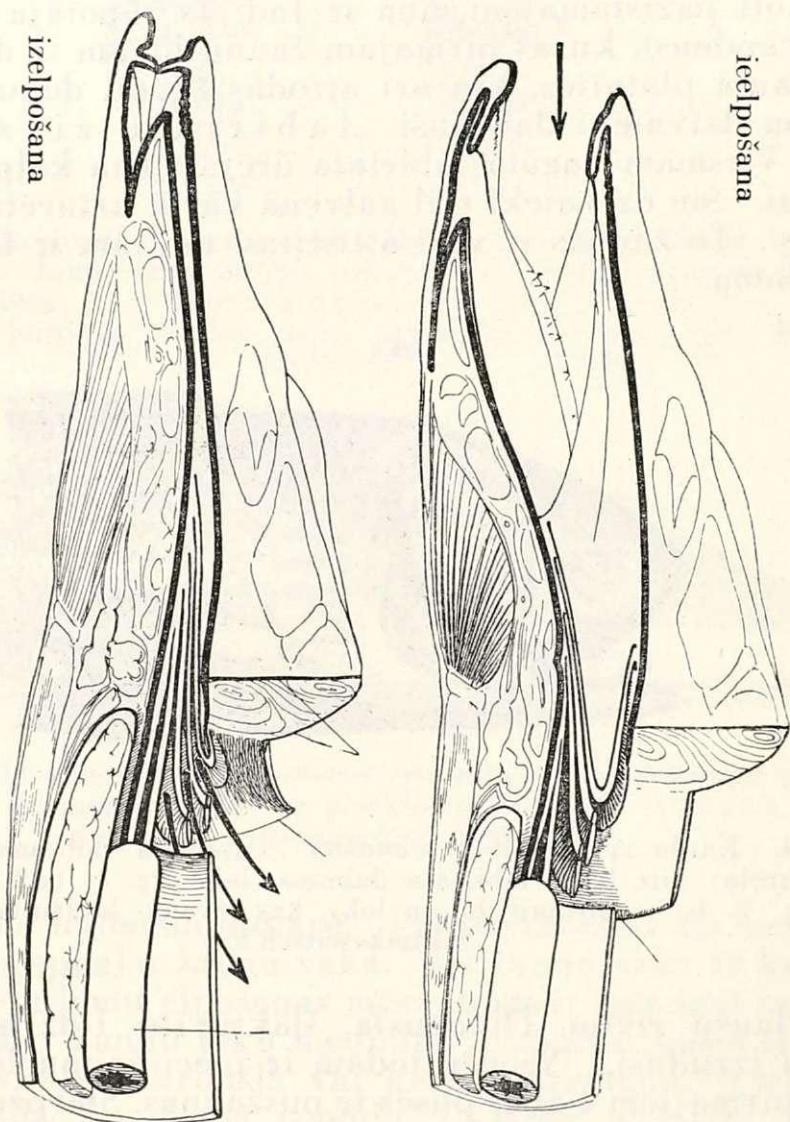
Zīm. 14. Kaulu zivs *Anabas scandens*. Labirinta dobuma ārējā siena atpreparēta; lab. h. — labirinta dobums; lab. org. — labirinta organi; k. b. — pirmsākums, kas izveido labirinta organu (pēc Schimkewitsch'a).

Plaušu zivīm, *Dipneusta*, šķāktuvīte līdz ar attiecīgo žaunu izzudusi. *Neoceratodam* ir pieci žaunu loki, no kuriem pirmajiem 4 abās pusēs ir pusžaunas. Starpžaunu septas ir labi attīstītas. Kas attiecas uz žaunām, tad *Neoceratodus* katrā ziņā pieder zivju žaunu tipam. Tas arī vienmēr dzīvo ūdenī un nekad neiet uz sauszemi. Tomēr liekas, ka tā žaunas nespēj segt ķermēņa skābekļa patēriņu, jo dzīvnieks ūdens virspusē pastāvīgi rij gaisu, kas domāts plaušām.

Divplaušu zivīm *Protopterus* un *Lepidosiren* diviem pirmajiem žaunu lokiem nav žaunu plātnītes; turpretim piektajā žaunu lokā dažas žaunu plātnītes ir sastopamas.

Kāpura stadijā protopteram ir četri pāri spalvveidīgu ārējo ādas žaunu, kas līdz ar tālāko attīstību pamazām izzūd, bet to atliekas novērotas arī pieaugušiem eksemplāriem. Tādas kāpuru žaunas sastopamas arī *Lepidosir'*iem, bet šīm formām tās izzūd daudz agrāk.

Zivju žaunas veidotas no parallēli sakārtotām žaunu lapiņu rindām, kas nav nekas cits, kā žaunspraugu ādas iz-



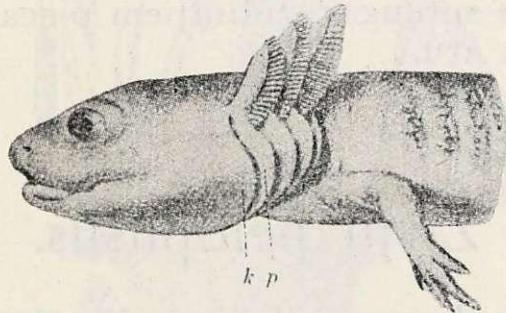
Zīm. 15. *Esox lucius*, līdaka. Ieeelpošanas un izelpošanas stāvokļa schēma. Mutes un rikles dobums apzīmēts ar resnu tumšu līniju. No pakauša izgriezta zināma dala, lai redzētu žaunu vākus (pēc Nierstrasz un Hirsch).

augumi. Tā tad uz katra žaunu loka atrodas divas tādu lapiņu rindas, no kurām katras pieder pirmatnējai hemibranchijai, bet abas kopā veido vienu holobranchiju.

Kaula zivju elpošanas kustības mēchanisms ir ļoti dažāds, bet vispāri tas notiek sekajoši. Mutes dobums paplašinās, it īpaši mutes pamatnei kustoties ventrāli, bet vākam, kas klāj žaunu dobumu, laterāli; sakarā ar to, mutei atveroties, mutes dobums pildās ar ūdeni. Ja nu mute aizvēras un mutes dobuma sienas savelkas, tad ūdens tiek izgrūsts kaudolaterāli žaunu dobumā. No šejienes ūdens, žaunu vākam paceļoties un žaunu dobumiem atveroties, aizplūst.

Abinieki.

Normāli šeit aizmetas seši viscerālie loki. Starp tiem attīstās pieci viscerālie maisi. Septītais viscerālais loks rodas kā gaisa eju balsts un saucas *cartilago lateralis*. Tikai pirmie 4 žaunu maisi var atvērties uz āru, tā kā tad parādās četras žaunspraugas. Bet bieži attīstības gaitā



Zīm. 16. Astainā abinieka kāpura galva. k — žaunu vāks, p — pirmā žaunu loka plātnīte (pēc Boas).

žaunu un žaunspraugu skaits reducējas. Visiem astaino abinieku kāpuriem sastopamas ārējās žaunas. Tās rodas no ādas un lielāko tiesu atrodas uz pirmajiem 3 žaunu lokiem. Pārejot uz sauszemes dzīves veidu, tās pilnīgi izzūd. Vienā laikā ar šo žaunu izzušanu pie hioīda loka rodas ādas kroka, kas liekas esam homologa zivju žaunu vākam. Pāraugot žaunspraugām, šī kroka pakāpeniski pilnīgi noslēdz žaunu caurumus. Dažiem pārstāvjiem tomēr paliek mazs caurums starp III un IV žaunu loku. Pastāvīgi ūdenī dzīvojošiem astainiem abiniekiem (t. s. Perennibranchiata) žaunas neatrofējas un zināms žaunspraugu skaits paliek.

Kas attiecas uz ārējām žaunām, tad embrionālā stāvoklī bezastainie abinieki pievienojas astainiem abiniekiem. Bez šķaktuvītes, kas neatvēras uz āru, še rodas četras žaunspraugas, kamēr pirmajiem 3 žaunu lokiem ir ārējās žaunas.

Bezastainiem abiniekiem ir tipiski arī pieci viscerālie maisi, no kuļiem pirmais (šķaktuvīte), starp žokļu un hioīda loku, neatveļas uz āru. Uz pirmajiem 3 žaunu lokiem attīstās ārējās žaunas, ectobranchiae. Tās tomēr funkcionē tikai īsu laiku, tad tās tiek apsegtas ar žaunu vāku un izzūd. To vietā uz žaunu lokiem rodas kokveidīgi zarotas iekšējās žaunas (en to branchiae). Šie žaunu vāki (opercula) saaug ar ādu, kādēļ katrā pusē rodas pa vienam žaunu dobumam, kuŗā guļ žaunas. Lai gan žaunu vāku malas saaug ar ādu, tomēr kreisā pusē paliek nepārū caurums, ar kuŗa palīdzību abi žaunu dobumi savienojas ar ārpasauli.

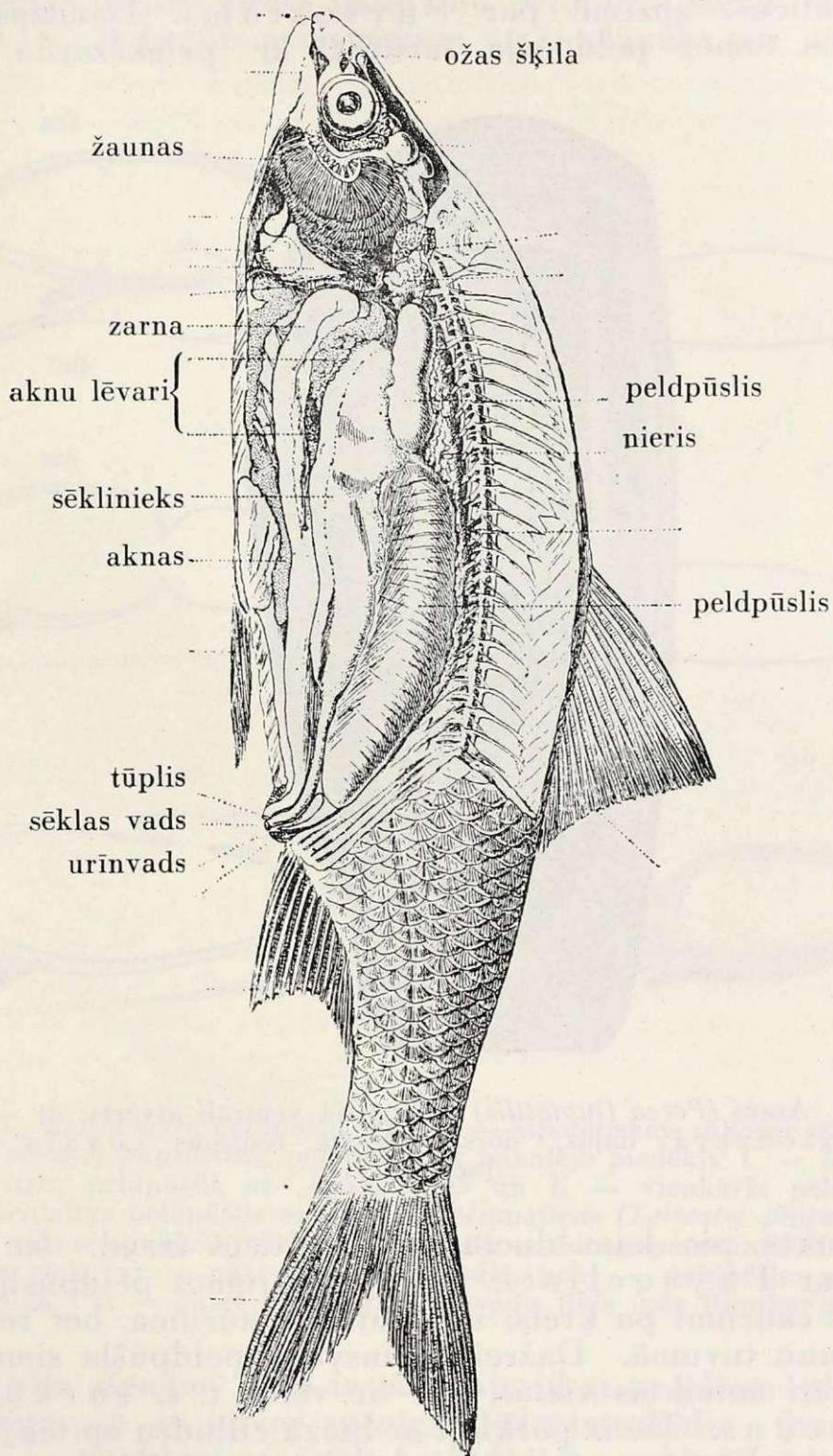
Pie amniotiem žaunu veidošanās vairs nav novērota. Tomēr visiem amniotiem aizmetas viscerālie maisi resp. viscerālās spraugas, bet tās parādās tikai pārejoši un tām nekad nav žaunu. Rāpuļiem ir pieci žaunu maisi, homologi abinieku žaunu maisiem, no kuļiem trīs — varbūt arī divi — atveļas uz āru, bet vēlāk atkal aizveļas. Piektā sprauga izzūd drīz pēc aizmešanās. Putniem atrod četras viscerālās spraugas, zīdītājiem piecas, kas bieži vēl var atvērties uz āru.

Zivju peldpūslis.

Daudzu zivju ķermēna dobuma dorsālā pusē, dorsāli no zarnas kanāļa, bet ventrāli no nieņiem un mugurkaula, sastopams saistaudu pūslis. Šis t. s. peldpūslis ir no iekšpuses izklāts ar epitēliju, un tā sienas satur muskuļu šķiedras. Peldpūšļa izskats ir ļoti dažāds, tā, piem., tas var būt ar iežmaugumu sadalīts divās komūnicējošās daļās, un ir pildīts ar gāzi. Bieži peldpūslis stiepjas no galvas līdz astei, bet dažreiz tas ir daudz īsāks.

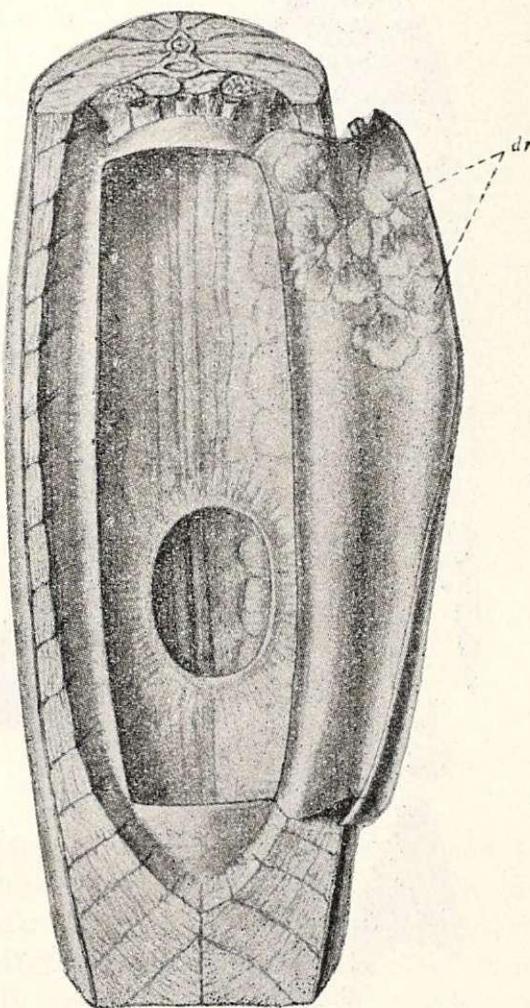
Peldpūšļa nav apaļmutēm un haizivīm, bet tas mēdz būt ganoidzivīm, Lepidostei un lielākai daļai Teleostei. Kas attiecas uz pēdējiem, tad šeit dažām dzimtām peldpūšļa nav.

Peldpūslis attīstās aiz žaunu reģiona no priekšzarnas kaudālā gala. Gandrīz vienmēr tas rodas no dorsālās sienas. Tā tad vieta, kur pūslis aizmetas, ir barības vada vai kuņķa apvidus. Peldpūšļa aizmetnis noriešas pavisam vai tikai pa daļai no savas izcelšanās vietas, citā gadījumā tas paliek ar to savienots ar valējas caurules, ductus pneumaticus, palīdzību. Tas gandrīz vienmēr dorsāli atve-



Zīm. 17. *Leuciscus rutilus*, rauda. Iekšējie organi. Peldpūslis tipiskā stāvoklī. Sk. arī 1. sējuma 345. zīm. (Pēc Kükenthal'a.)

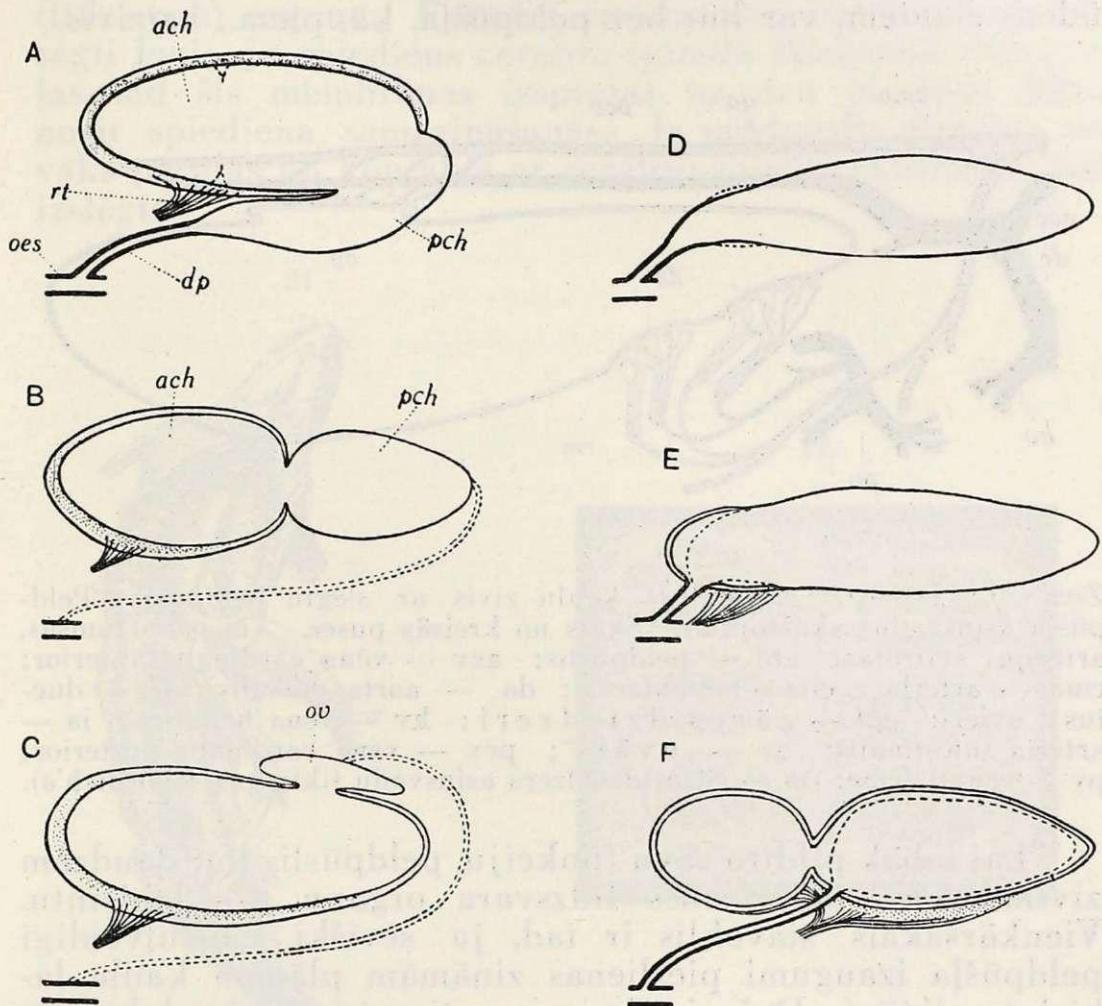
ras zarnā, tikai dažādās vietās: sākot no barības vada sākuma līdz kuņķa kaudālam galam. Teleostei, kam ir ductus pneumaticus, apzīmē par Physostomi. Daudzos gadījumos tomēr peldpūšļa saistība ar priekšzarnu tiek



Zīm. 18. Asaņa (*Perca fluviatilis*) peldpūslis, ventrāli atvērts; dr — gāzes dziedzeļa daļas; dorsāli centrā redzams „ovāls“ (pēc Jacobs'a).

pārtraukta, pie kam ductus pneumaticus izzūd. Šo tipu sauc par Physoclisti. Retos gadījumos peldpūslim ir sevišķi caurumi pa kreisi no ģenitālā cauruma, bet reizēm arī žaunu tuvumā. Dažreiz asinsvadi peldpūšļa sienā ir lokālizēti noteiktās vietās, kur tie veido t. s. sarkanos ķermenis. Tie ir pārklāti ar biezū cilindru epitēliju un funkcionē kā gāzes atdalītāji dziedzeļi. Attiecības starp skābekli, slāpekli un ogļskābi peldpūšļa gāzē ir pavisam citādākas nekā gaisā. Ductus pneumaticus parasti nespēj ievadīt gaisu peldpūslī. Bet gaisu gan var ar ductus pneu-

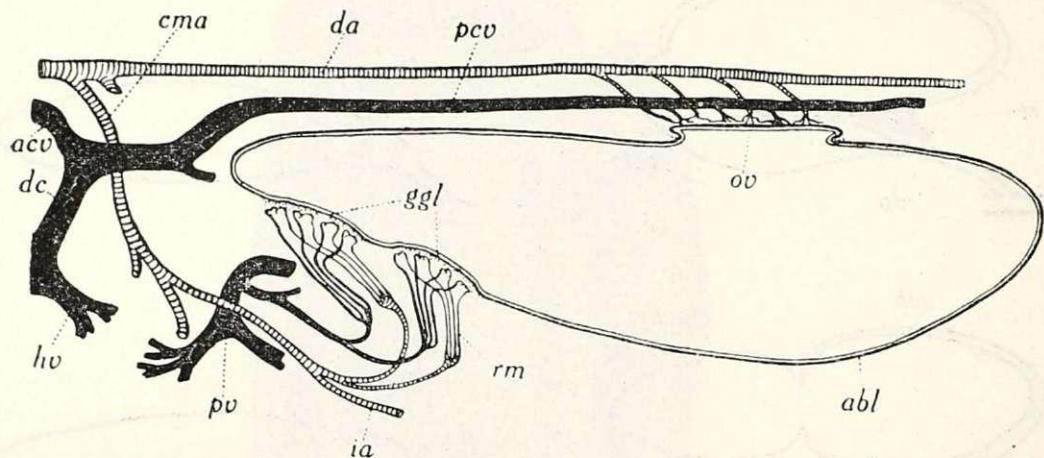
maticus palīdzību no peldpūšļa izvadīt. Pie Physoclisti arī tas ir izslēgts. Šeit gāzes izvadīšana notiek ar asi norobežotas ūvālas vietas palīdzību peldpūšļa sienā. Šis t. s. „ovāls“ ir bagāts asinsvadiem un ir plānāks par pārējām



Zīm. 19. Kaulu zivju peldpūšļu tipi; A — hipotētiskais sākuma stāvoklis; B — *Teleostei physoclisti*, peldpūslis ar pakalējo piedēkli; C — *Teleostei physoclisti*, peldpūslis ar „ovālu“; D un E — vienkāršs peldpūslis; F — divdaļīgs peldpūslis ar *ductus pneumaticus* (*Teleostei physostomi*); ach — gāzi secernējošā priekšējā daļa; dp — *ductus pneumaticus*; oes — barības vads; ov — gāzi uzsūcošais ovāls; pch — peldpūšļa pakalējā daļa; rt — gāzes dziedzēja asinsvadu tīkls (pēc Rauther'a).

peldpūšļa sienām. Tas ir pārklāts tikai ar plānu plakano epiteliju, un to ietvei spēcīgs slēdzējmuskulis. Šim muskulim kontrahējoties, ūvāls noslēdzas no peldpūšļa dobuma. Bet muskulim atslābstot, notiek gāzes rezorpcija. Pūslis samazina zivju specifisko svaru un tā palīdz vieglāk peldēt ūdenī. Dabīgi, ka zivij, kustoties vertikālā virzie-

nā, pastiprinās vai pamazinās arī ūdens spiediens. Līdztekus peldpūslī notiek gāzu sekrēcija vai resorpcija (resp. tās izdalīšana uz āru), sakarā ar ko specifiskais svars tiek pēc vajadzības rēgulēts. Ir tomēr jāsaka, ka arī labi peldētājas zivis, kas lielā ātrumā traucas caur dažādiem ūdens slāņiem, var būt bez peldpūšla, kā, piem., haizivis.



Zīm. 20. *Teleostei physoclisti*, kaulu zivis ar slēgtu peldpūsli. Peldpūšla asinsvadu sakārtojums. Skats no kreisās puses. Vēnas — tumšas, artērijas svītrotas; abl — peldpūslis; acv — vēna cardinalis anterior; cma — arteria coeliaco-mesenterica; da — aorta dorsalis; dc — ductus Cuvieri; ggl — gāzes dziedzeļi; hv — vena hepatica; ia — arteria intestinalis; ov — „ovāls“; pcv — vena cardinalis posterior; pv — vena portae; rm — gāzes dziedzeļa asinsvadu tikls (pēc Goordich'a).

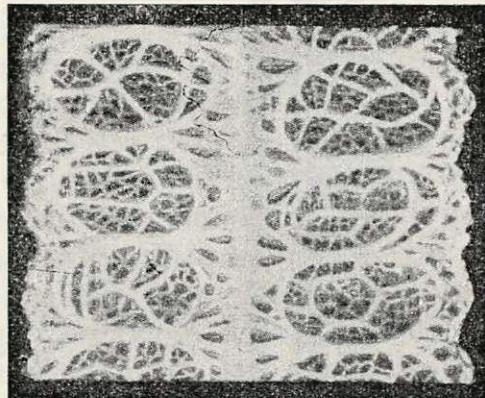
Lai labāk pildītu savu funkciju, peldpūslis ļoti daudzām zivīm savienojas ar auss līdzsvara organu, t. s. labirintu. Vienkāršākais stāvoklis ir tad, ja sevišķi caurulveidīgi peldpūšla izaugumi pieslienās zināmām plānām kaula labirinta vietām. Dažreiz šie izaugumi pat iespiežas labirintā un tādā kārtā savienojas ar līdzsvara organu. Sevišķi komplikētos gadījumos kontakts notiek ar triju t. s. Weber'a kauliņu palīdzību. Tie rodas no pirmiem trim skriemeļiem. Kraniālā peldpūšla daļa ar Weber'a kauliņu palīdzību savienojas ar mazu, kustīgu kaula gabaliņu, kas atrodas mugurkaula sienā. Visvairāk kaudāli novietotais, sirpjveidīgais kauls, „svīra“, ir ar savu vidējo izaugumu kustīgi piestiprināts mugurkaulam; tas kaudāli atduļas pret peldpūšla sienu, kamēr tā kraniālai daļai piegūl „vāks“ (otrs Weber'a kauliņš). Šis vāks kraniāli pieslienās minētajam kustīgajam kaula gabaliņam mugurkaulā. Trešais Weber'a kauliņš, „regulātors“, savieno mugurkaulu ar vāku. Ja nu peldpūslis ir uzpūsts, tad viņa siena spiež svīru kraniāli, kādēļ vāks tiek spiests pret brīvo

mugurkaula kaula gabaliņu. Rēgulātors pie tam novērš novirzīšanos un rūpējas par labu svīras un vāka kustības spēju. Šādā kārtā spiediens peldpūslī tiek pārnests uz muguras smadzeņu kanāla spinālo šķidrumu un līdz ar to arī uz cerebrālo šķidrumu, kas savukārt ir kontaktā ar statisko (līdzvara) organu. Pakausī atrodas divi membrānām aizsegti logi; ja spiediens cerebro-spinālā šķidrumā stipri ceļas, tad šīs membrānas izspiežas uz āru un tādā kārtā norit spiediena samazināšanās. Ja peldpūslis atslābst, tad vāks pacelās un kontakts ar cerebro-spinālo šķidrumu tiek izslēgts.

21



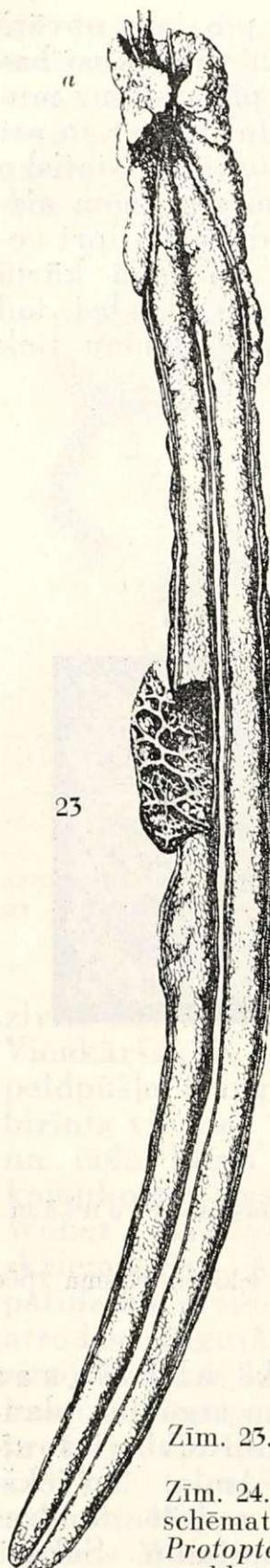
22



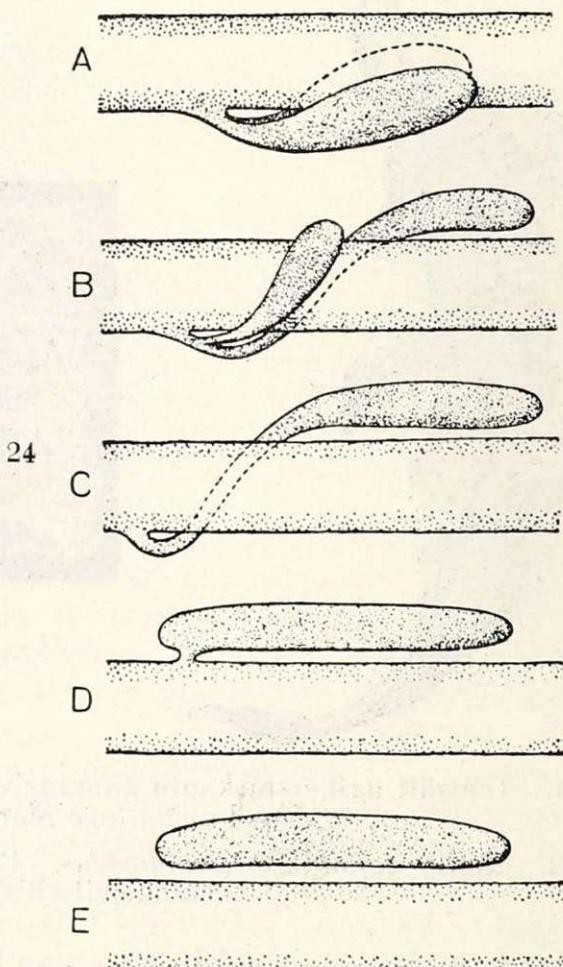
Zīm. 21. Ventrāli uzšķērsta kaulu ganoïdzivs ar piepūstām plaušām ; M — kuņģis (pēc Marcus'a).

Zīm. 22. Kaulu ganoïdzivs *Lepidosteus*. Peldpūšļa iekšējā virsma (pēc Schimkewitsch'a).

Retos gadījumos peldpūslis var kalpot kā elposanas orgāns. Tad tas iegūst sevišķu uzbūvi un atgādina plaušu zivju plaušas. Iznemot dažas retas kaulu zivis, tas attiecas uz kaula ganoīdiem *Lepidosteus* un *Amia*. No iekšpuses apskatot, *Lepidosteus* peldpūslī var redzēt daudzas stipras līstes, starp kuļām ir daudz padziļinājumu. Sakarā ar to siena iegūst sūkņveidīgu izskatu. Tāds peldpūslis atveras žaunu dobuma kaudālā daļā mediāli un dorsāli rīklē



25



Zīm. 25. Plaušu zivs *Lepidosiren paradoxus* plaušas (pēc Marcus'a).

Zīm. 24. Plaušas un peldpūšļi līdzās priekšzarnai, schēmatiski. A — vardes plaušas; B — divplaušu zivs *Propterus* „peldpūšļi“; C — vienplaušu zivs *Ceratodus* „peldpūšlis“; D — skrimšļu ganoīdzivju un kaulu zivju *Physostomi* peldpūslis; E — kaulu zivju *Physoclisti* peldpūslis (pēc Hesse's-Doflein'a).

ar spraugu, kurās lielums, viņu ietverošiem muskuļiem kontrahējoties, var mainīties. Funkcionāli šeit ir darišana ar plaušu, jo dzīvnieks pastāvīgi paceļas ūdens virspusē, lai ie-rītu gaisu. Līdzīgi izturas arī ģints Amia. *Polypterus*'am ventrāli no zarnas kanāļa atrodam peldpūslī, kas sadalās divi daļās. Mazākā kreisā daļa savienojas ar labo par nepāru priekšējo gabalu, kas atveras barības vada (*oesophagus*) ventrālajā sienā. Siena nav sūknveidīga, bet tai ir apmēram 25 gareniski epitēlijas sabiezinājumi.

Dipnoi (plaušu zivis). *Ceratodus* plauša ir nepāru, atrodas dorsāli un ir ventrāli savienota ar barības vadu. Savienošanās notiek ar cauruli, kas iet pa labi no barības vada. Ventrāli-dorsāla saistaudu stiegra plaušu nepilnīgi sadala divi daļās. Katrai no šīm daļām ir pa vienai kambāru rindai ar skaidri izteiktiem plaušu pūslīšiem jeb alveolām. Šī uzbūve stipri atgādina *Lepidosteus*'a apstākļus. *Protopterus*'am un *Lepidosiren*'am turpretim ir pāru plaušas, kas guļ laterāli no priekšzarnas. Kraniāli tās savienojas nepāru nodalījumā — vestibulum, kas lepidosīriem atrodas vai nu pa kreisi vai pa labi no mediālās plāksmas, bet protopteriem atveras mediāli barības vadā. Šī muskuļainā atvera atrodas tieši aiz pēdējā žaunu spraugu pāra. *Ceratodus* tā tad pieder pie *Monopneumona* (vien-plaušu), *Protopterus* un *Lepidosiren* turpretim pie *Dipneumona* (divplaušu) apakšgrupas. Mēs tā tad redzam, ka starp zivju peldpūslī un *Dipnoi* plaušām nav principiālu atšķirību; šeit nav asu robežu ne vispārējā stāvoklī, ne smalkākā struktūrā, ne arī tai veidā, kā tie atveras zarnā. Tā rodas iespaids, ka plaušas un peldpūslis ir homologi organi ar vienu un to pašu izcelšanās veidu, kas tomēr piemērojušies dažādām funkcijām. Abi organu tipi embrioloģiski katrā ziņā atvasināmi no žaunu reģionam piederošiem priekšzarnas izspilējumiem.

Tetrapodu (četrkājaino) plaušas.

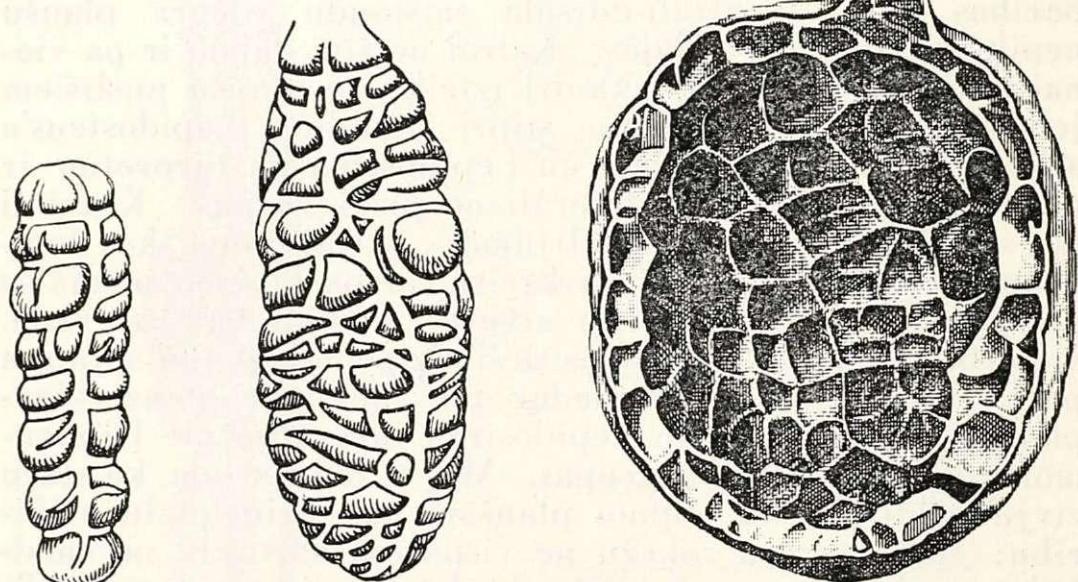
Plaušas, kas aizmetas kā pāru izspilējumi, kopīgi noriešas no priekšzarnas, tā kā tās paliek savienotas ar rīkli (*pharynx*) ar nepāru nodalījumu. Šī caurule, *ductus laryngo-trachealis*, vēlāk dod gaisa vadu jeb tracheju. Tās gaļums parasti atbilst kakla gaļumam. Plaušas paliek krūšu kurvī, bet trachejas atvera līdz ar to var pārvietoties kraniāli.

Abinieki.

Prīmitīvāko astaino abinieku, kā *Proteus* un *Menobranchus*, plaušas ir maisi ar gludām sienām. Pārējiem šīs kārtas pārstāvjiem jau sastopama plaušu iekšējās elpotājas virsmas palielināšanās. Tas notiek ar plaušu epitēlijā kroku izveidošanos starp plaušu sienu asinsvadu tīklu un saistaudu stiegrām. Amfibijām plaušu epitēlijā izveidojas krokas, pie kam rodas dažādu pakāpju kamerās. Plaušas vidū

26

25



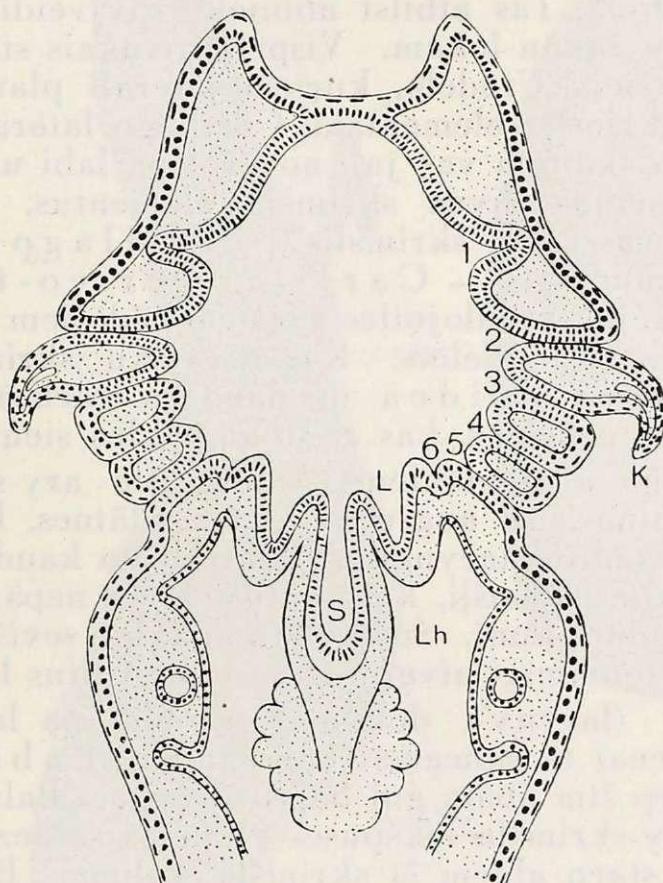
Zīm. 25. Salamandras un vardes plaušas (pēc Wiedersheim'a).

Zīm. 26. Varde. Uzpūstas plaušas iekšējā uzbūve (pēc Gaupp'a).

paliek brīva telpa. Labi izteiktu kameru attīstību uzrāda *Gymnophiona* jeb *Apoda* labā plauša. Kreisā plauša šiem tārpveidīgiem dzīvniekiem ir reducēta. Ľoti labi kameru uzbūve redzama augsti attīstītajās bezastaino abinieku plaušās. Šeit pirmās pakāpes kamerās var izšķirt otrās pakāpes kamerās un tājās savukārt mazas trešās pakāpes kamerās jeb alveolas. Centrālā plaušu telpa, līdzīgi zīdītāju bronchiem, noder tikai gaisa vadīšanai, kamēr alveolas, kas atrodas vairāk malās, noder elpošanai.

Vispārīgi runājot, var sacīt, ka vardes elpošana norit pēc spiedējsūkņa principa. Mierā esošam dzīvniekam elpojot, visas elpošanas kustības norit pie aizvērtas mutes, pie kam svarīga loma piekrīt zoda muskulātūrai. Gaisa vada ieeja — elpošanas atvera (*aditus laryngis*) —

paliekt pie tam noslēgta. Nāšu atveras ir valā. Rīkles reģions (zoda muskulātūra) vienmērīgi pulsē. Zoda muskuļi te pēkšni savelkas, te atkal atslābst. Tādā kārtā mutes dobums iesūc gaisu vai izspiež to ārā. Šeit tā tad notiek mutes elpošana, pie kam asinis oksidējas mutes glotādas asinsvados. Bez tam notiek arī īstās sūkņa kustības, kas iespiež gaisu plaušās. Šīnī elpošanas veidā var izšķirt trīs fases:



Zīm. 27. Abinieka kāpura priekšējās daļas horizontālgriezums; 1—5 žaunu spraugas; 6 — sestās spraugas aizmetnis; K — žauna; L — plaušu aizmetnis; S — rīkle (pēc Goette's).

1) Gaisa uzņemšana — aspīracija, — ko veic tikko aprakstītā mutes mēchanisma kustība.

2) Uzņemtā gaisa daļas izelpošana (ekspīracija) pie atvērta aditus laryngis, galvenā kārtā vēdera muskulātūrai kontrahējoties.

3) Inspīracija - ieelpošana, kas tieši seko izelpošanai. Tā notiek pie aizvērtiem nāšu caurumiem un atvērta aditus. Mutes dobumam sašaurinoties, šīnī fazē gaiss tiek iespiests plaušās.

Elpošanas procesā sevišķas funkcijas veikšana piekrīt plaušu gludajai muskulātūrai, kas sevišķi spēcīgi ir attīstīta

plaušu lielo šķērssienu jeb septu iekšējās daļās un stiepjas šeit cirkulāri. Runa ir par plaušu iekštelpas samazināšanos, kur pildītās plaušās ar noslēgtu aditus gaiss tiek iespiests plaušu sienām tuvāk esošā telpā, un tādā celā tas nokļūst vis-sīkākās alveolās.

Jau abiniekim sastopams vairāk vai mazāk kompli-cēti būvēts gāmura (larynx) skelets (sk. arī I sē-juma 251. līp.). Tas atbilst abinieku zivjveidīgo priekš-teču pēdējam žaunu lokam. Visprimitīvākais stāvoklis no-vērojams dažiem Urodela, kuņiem laterāli plaušu pieejai atrodas pa skrimšla elementam, Cartilago lateralis. Lielā-kam urodelu skaitam var jau novērot pa labi un pa kreisi no plaušu piejas divus skrimšla elementus. Kraniālais elements saucās „ary-skrimslis“ (cartilago arytae-noidēa), kaudālais — Cartilago crico-trachaea-lis. Trachejai izveidojoties, no šiem pēdējiem skrimšliem rodas dažreiz tās skelets. Kā atsevišķu skrimslī izšķīt Cartilago cricoidea un daudzus tracheālskrimšlus, Cartilagines tracheales, kas guļ balssrīkles sienā.

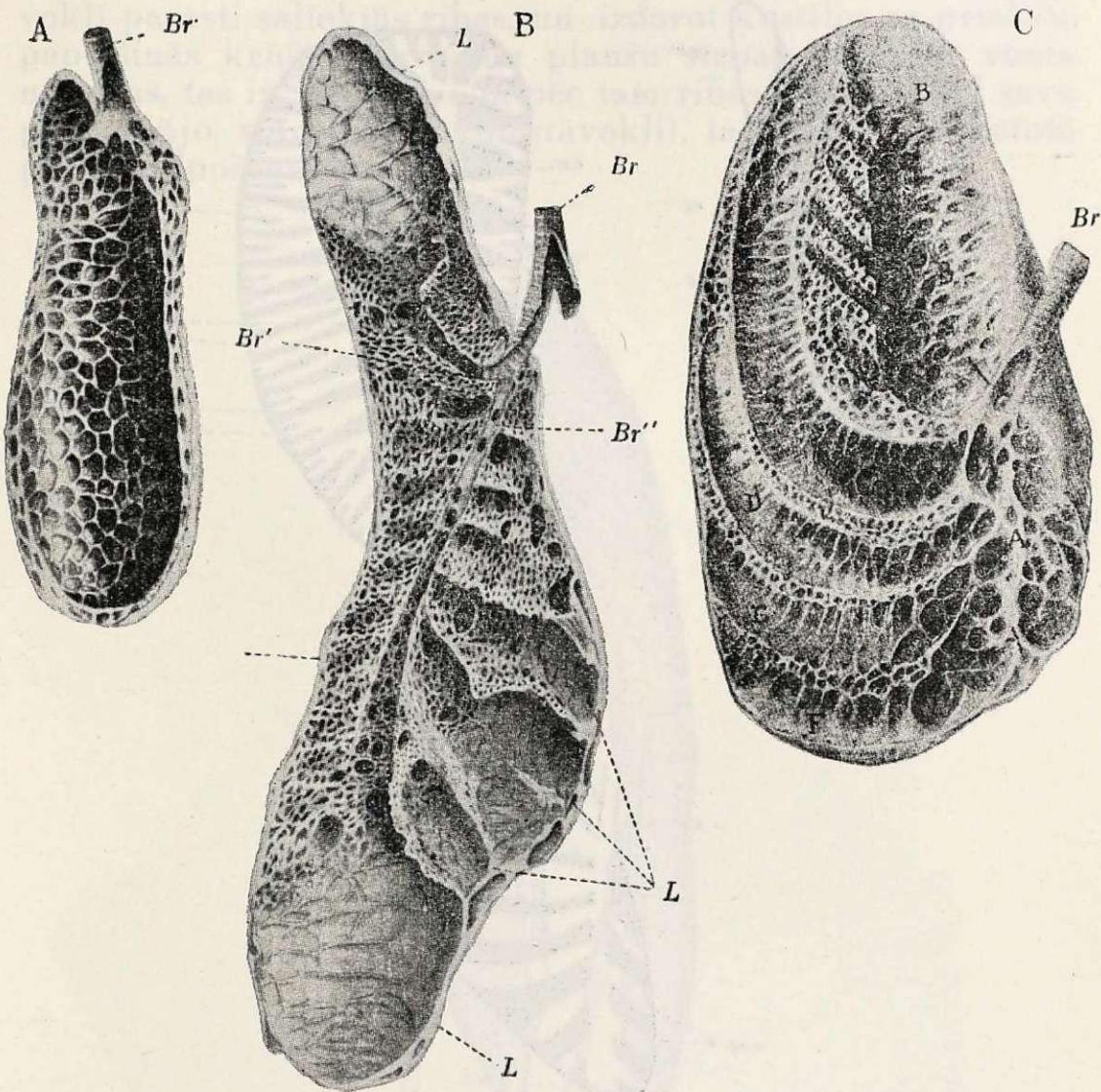
Bezastainiem abiniekim (Anura) šie ary-skrimšli ir plānas, stūrainas, uz augšu izliektas plātnes, kas aptver plaušu ieeju (aditus laryngis). Ventrāli un kaudāli atrodas krikotracheālie skrimšli, kas saplūst kopā nepārā ar izau-gumiem apgādātā rāmī. Šo skeletu apkalpo sevišķa musku-lātūra, kas vienlaicīgi atveļ vai noslēdz Aditus laryngis.

Gāmurā (larynx'a dobumā) atrodas pa labi un pa kreisi pa vienai tā saucamai balss lūpai (L a b i u m v o-c a l e). Starp šīm abām guļ balss sprauga. Balss lūpa pa-tiesībā ir ary-skrimšla iekšpuses gлотādas sabiezējums. Tā ir uzstiepta starp abiem šī skrimšla galiem. Balss lūpas brīvā mala ir sadalīta divās daļās — augšējā un apakšējā. Apakšējā atrodas no elastīgā skrimšla veidota balss saite.

Rāpuļi.

Vienkāršākā plaušu uzbūve starp rāpuļiem ir dažām ķirzakām. Tie ir plaši maisi, kuļu sienās atrodas sīkas kameras, alveolas. Parasti tomēr, alveolārā uzbūve ir labāki izteikta nekā abiniekim. Dažām ķirzakām, bruņu-rupuļiem un krokodiliem plaušās ir izveidojušās lielas šķirtnes (septas), pie kam plaušu dobums sadalās lielākās kameras un vienā ūsaurākā centrāli ejošā iekštelpā. Šādi radušās lielās kameras izveidojas mazākas šķērssiennes, ku-ļām savukārt ir trešās pakāpes šķērssiennes. Rezultātā izveidojas komplikēta alveolāra struktūra. Galveno šķērs-

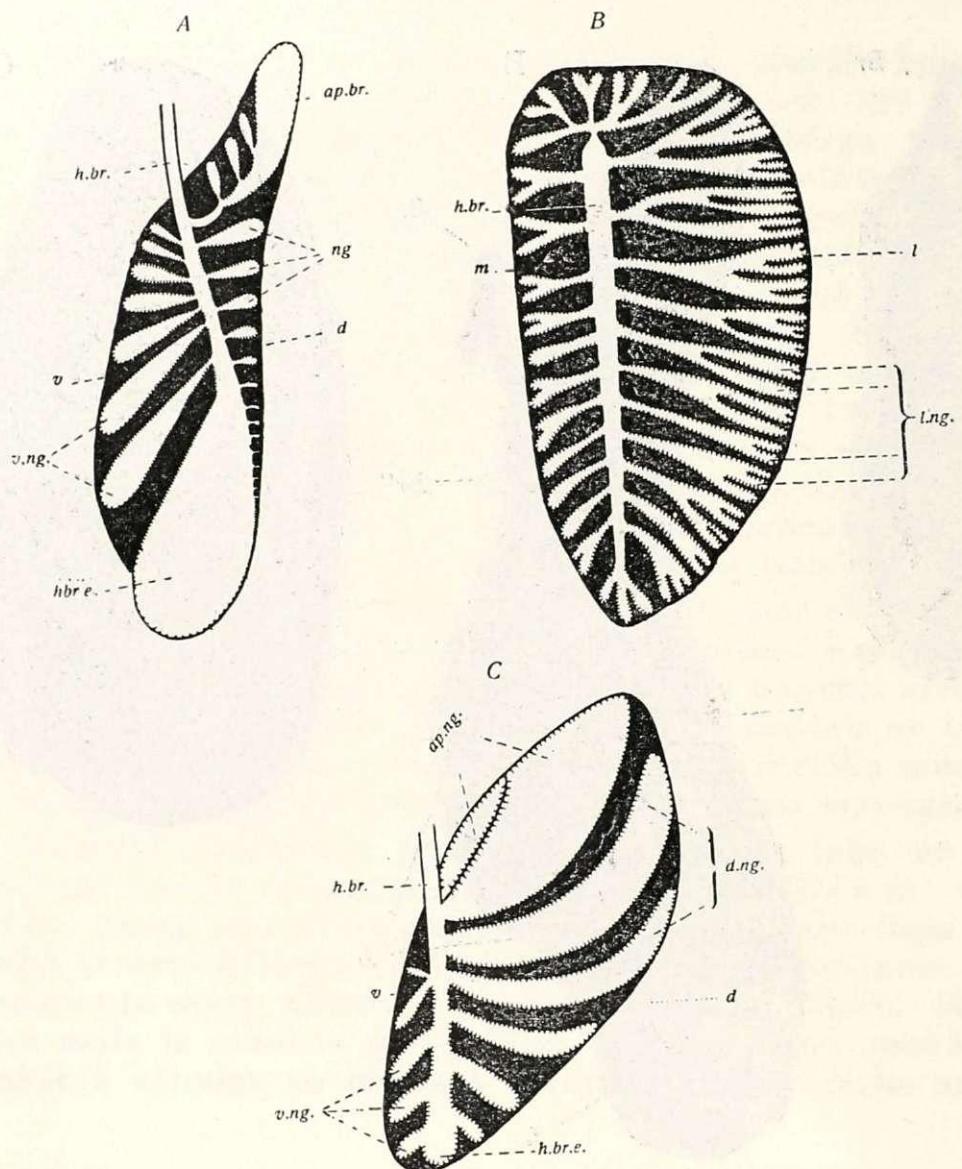
sienu (septu) iekšējās malas paplašinās plaušu galvenās ass virzienā, kamēr tās galīgi piekļaujas viena otrai un izveido vienu caurumotu cauruli, kas gala rezultātā ir bronchu turpinājums: **intrapulmonālais bronchs**.



Zīm. 28. Rāpuļu plaušas gargriezumā; A — Jaunzēlandes ķirzakas *Sphenodon*; B — ķirzakas *Varanus*; C — aligatora; Br — galvenais bronchs; Br' un Br'' — priekšējais un pakalējais bronchu zari; L — bronchu gala paplašinājumi; A, B, C, D, E, F aligatora plaušas nozīmē atsevišķos plaušu kambārus (pēc Milani un Gegenbaur'a).

Rāpuļu intrapulmonālo (iekšplaušu) bronchu siena nereti sabiezē un tanī novietojas skeleta elementi. Līdzīgi centrālam intrapulmonālam broncham, var no otrās un trešās katēgorijas šķērssienām rasties otrās un trešās pakāpes bronchi. Gala rezultātā plaušu iekšienē rodas sarežģīts

bronchu zarojums. Čūskām un čūskveidīgām kīrzakām viena plauša (parasti kreisā) stipri reducējas vai pat pavisam izzūd.

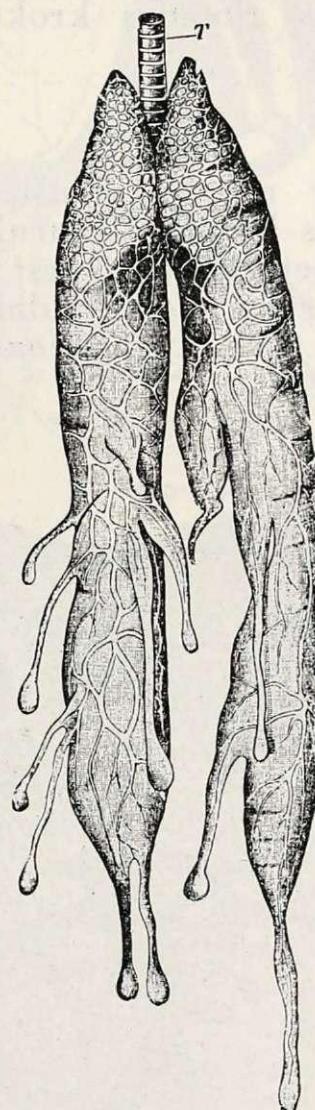


Zīm. 29. Trīs plaušu uzbūves schēmas: A — kīrzakas *Varanus*, B — bruņu rupuča *Thalassochelys*, C — aligatora; h. br. — galvenais bronchs; h. br. e. — galvenā broncha gala paplašinājums; no galvenā broncha atiet sekundārie bronchi (pali g bronchi) (pēc Milani).

Dažām kīrzaku dzimtām, bruņurupučiem un čūskām ir bieži sastopami sevišķi maisveidīgi plaušu sienas izspīlejumi, tā saucamie gaisa maisi, galveno un blakus bronchu galos. Šo maisu sienas ir izklātas ar sīkām alveolām vai arī ir pilnīgi gludas. Tā tad šādi gaisa maisi nenoder

oksidācijai. Ūdenī dzīvojošiem pārstāvjiem tie varē varbūt pildīt gaisa rezervuāru lomu.

Rāpuļu elpošanas mēchanismā ir pavisam citi uzbūves principi, nekā abinieku. Šeit ribas ar savu muskulātūru ir tās, kas noteic gāzu kustību plaušās. Izplēšot, miera stāvoklī parasti saliektās ribas, un izdarot kustību uz priekšu, paplašinās krūšu kurvis un plaušu sienas attālinās viena no otras, tas ir, izplēšas. Ja pēc tam ribas ieņem atkal savu pirmatnējo stāvokli (sākumstāvokli), tad notiek nolietotā gaisa izelpošana.



Zīm. 50. Chameleona plaušas ar gaisa maisiem (pēc Wiedersheim'a).

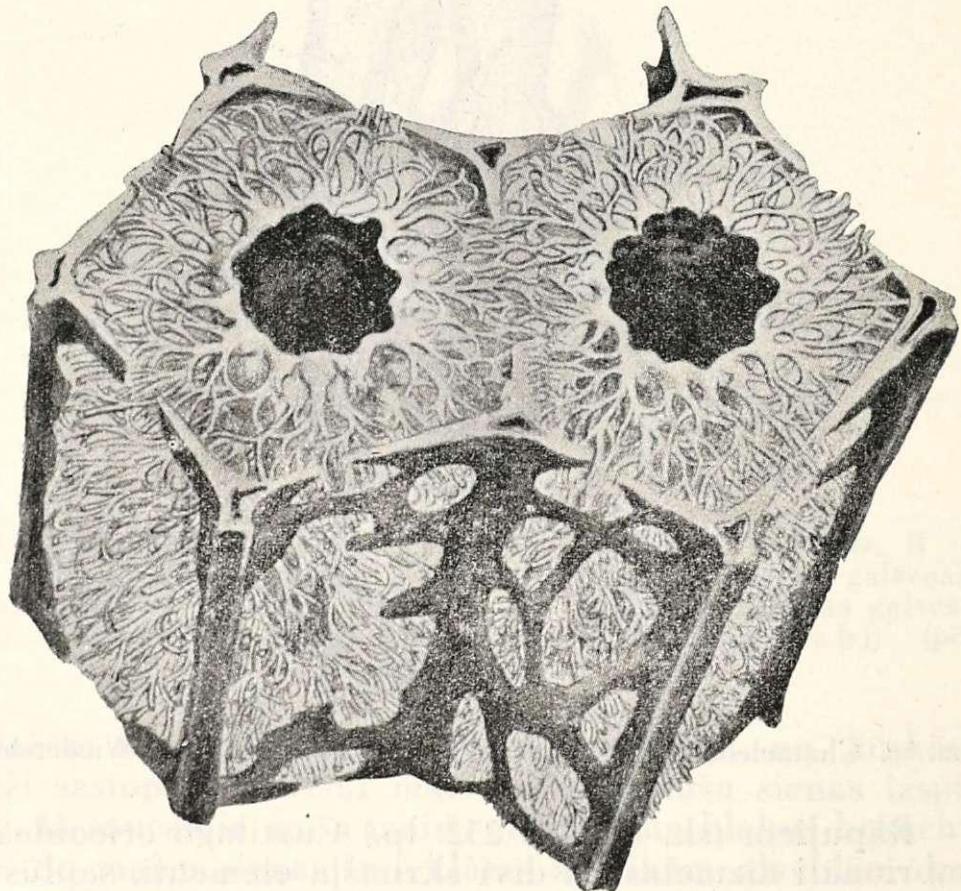
Rāpuļiem (sk. I daļas 252. lpp.) Cartilago cricoidea, kas embrionāli aizmetas kā divi skrimšķa elementi, saplūst vienā vienīgā gredzenā vai kausam līdzīgā elementā. Ary-

skrimšli ir labi attīstīti. *Cartilagines tracheales*, *trachealskrimšli*, izveido tā saucamos *tracheal-gredzenus*, kuŗi var būt pa daļai savrup viens no otra, kā arī no krikoidskrimšliem, un dorsāli var būt atvērti. Viss rāpuļu gāmura skelets ir vairāk vai mazāk cieši savienots ar mēles kaula ķermenī (*Corpus hyoideum*), pie kam pirmais atrodas virs otrā.

Tikai reti novērojamas balss saites, galvenā kārtā dažās ķirzaku dzimtās. Visbiežāk šīs elastīgās saites ir uzstieptas starp dorsālo un ventrālo krikoidsienu. Krokodīla rēcieni nav īsto balssaišu radīti, bet gan ceļas ary-skrimšļu membrānozās glotādas kroku mediālām malām vibrējot.

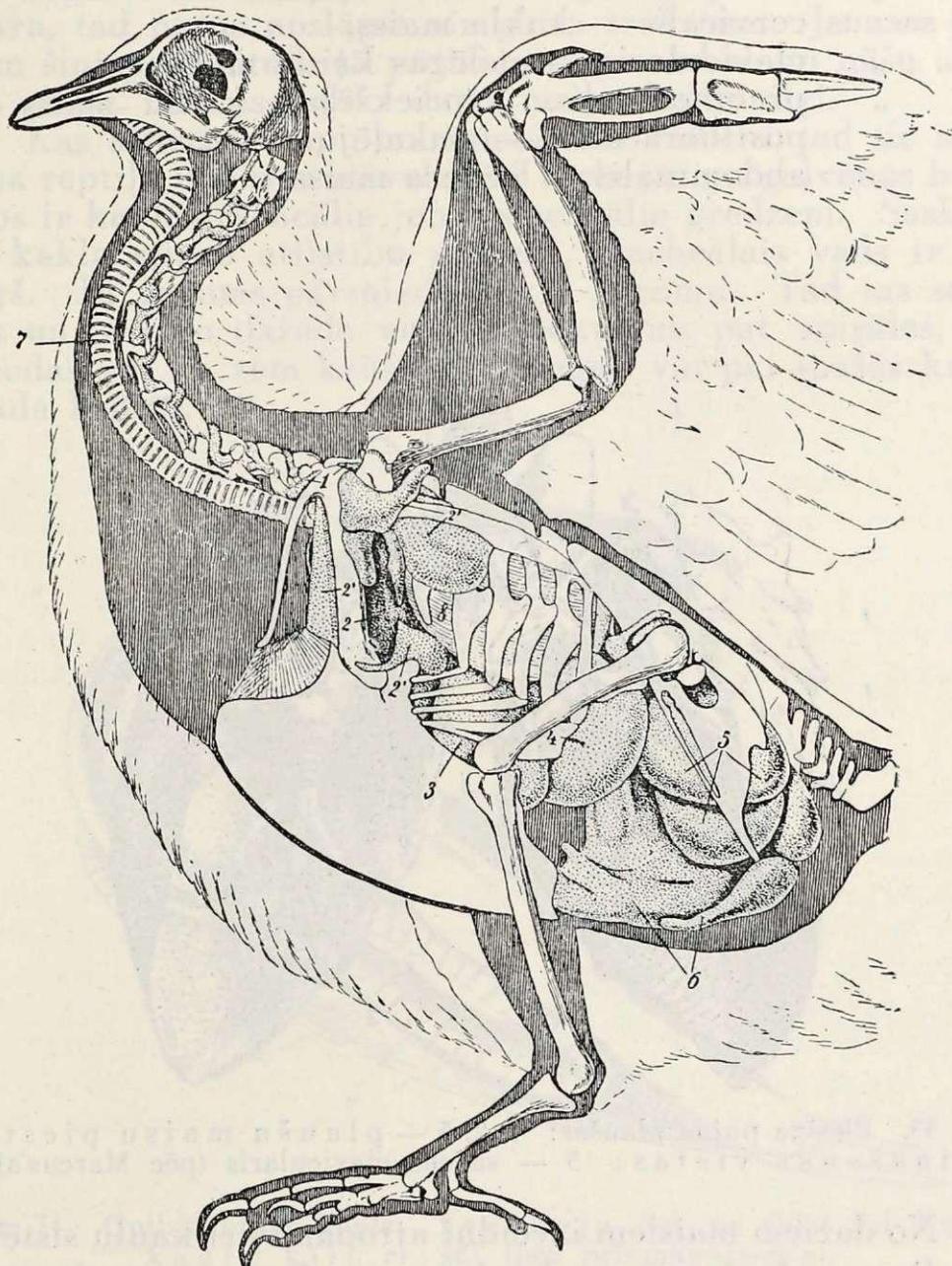
Putni.

Putnu plaušas ir rāpuļu plaušu tipa tālāka modifikācija. Šeit iekšējās bronchiālcaurules neizbeidzas mazās plaušu kamerās, bet gan vienkārši komūnicē savā starpā. Tāpēc un arī caur spējo intrapulmonālo bronchu sazarojumu rodas cauruļu tīkls, kuŗa sienas kalpo gāzu maiņai,



Zīm. 31. Putnu plaušu stabulu schēma (pēc Marcus'a).

bet plaušu alveolām šeit piekrīt mazāk ievērojama loma. Putnu bronchiālsazarojumus sauc par „gaisa stabulem”, un, atkarībā no viņu attiecībām pret centrālo intrapulmonālo bronchu, izšķiri pirmās, otrās un trešās pakāpes



Zīm. 32. Baloža gaisa maius novietojums; 1 — saccus cervicalis; 2 — sacc. interclavicularis; 2' un 3 — priekšējais sacc. thoracalis; 4 — pakalējais sacc. thorac.; 5 un 6 — kreisais un labais sacc. abdominalis; 7 — balsene (trachea); 8 — plaušas (pēc Müller'a).

stabules. Pašas plaušas, relātīvi nemit, ir mazas, kas stāv sakarā ar spēcīgi veidoto gaisa maius (pneumatiisko maius) esamību. Šeit gaiss plūst cauri plaušām

gaisa maisos un no tiem atkal caur plaušām uz āru; tādā kārtā oksidācija var notikt ne tikai ieelpojot, bet arī izelpojot.

Putnu plaušām ir tipiski 5 pāri gaisa maisu, kas nosaukti pēc to topografijas. Mēs izšķiram:

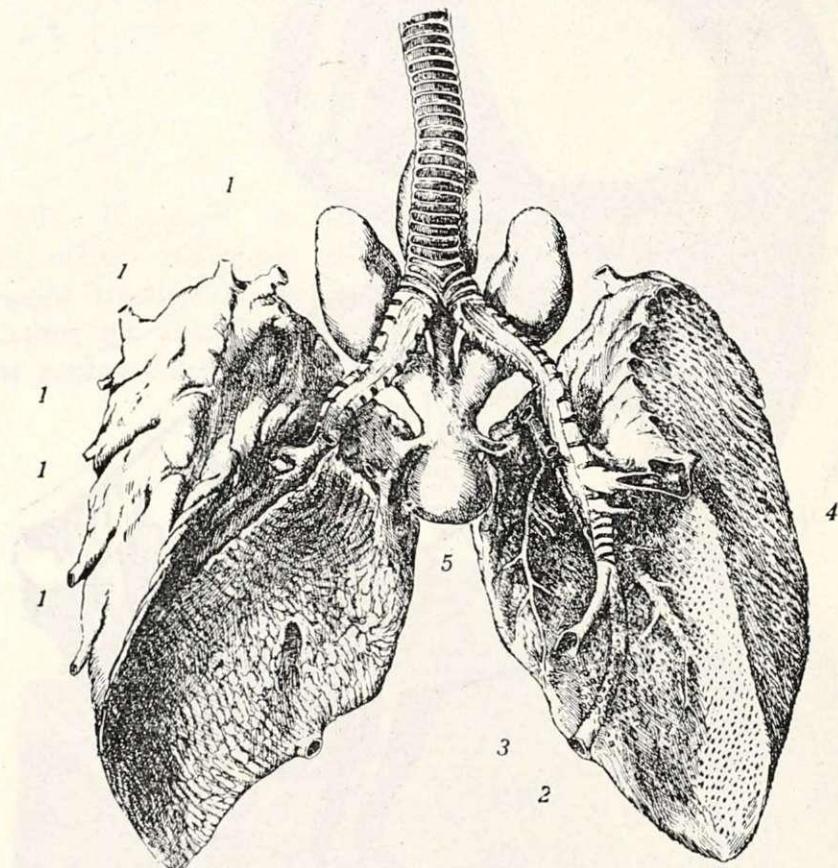
saccus cervicalis — kakla maiss,

„ clavicularis — atslēgas kaula maiss,

„ praethoracalis — priekšējais krūšu maiss,

„ postthoracalis — pakalējais „ „ „

„ abdominalis — vēdera maiss.



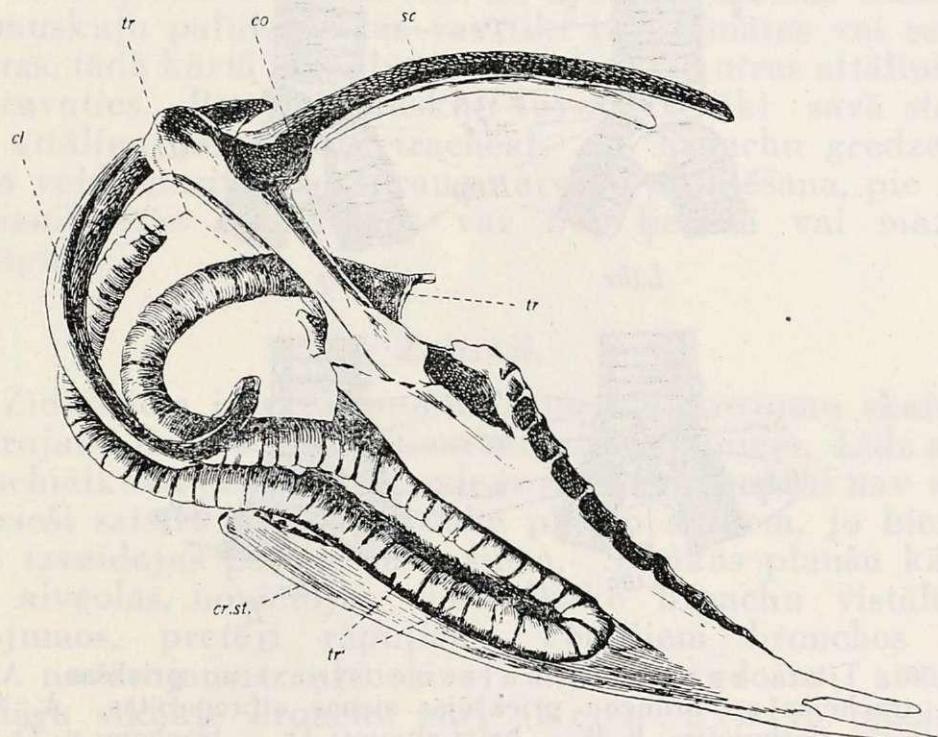
Zīm. 33. Plēsīga putna plaušas; 1, 2, 3 — plaušu maisu piestiprināšanās vietas; 5 — saccus clavicularis (pēc Marcus'a).

No dažiem maisiem izveidņi atrodami arī kaulu sistēmā.

Putnu elpošanas mēchanisms var funkcionēt divējādi. Pirmais veids atgādina rāpuļus, ar jau minēto atšķirību, ka šeit tiek izmantots arī uz āru ejošais gaiss. Otrais veids tiek pielietāts lidojot: lai spārniem sagādātu labāku atbalstu, ribas kopā ar krūšu kaulu vairs nekustas. Turpretim gaisa maisi starp lidmuskuļiem tiek pamīšus paplašināti un saspiesti. Starp citu, tas notiek tīri mēchaniski, ar spārnu sitieniem. Gaiss tiek tā tad pastāvīgi caur

plaušām spiests vai sūkts, kā caur gaisa sūknī. Še klāt nāk vēl vēja spiediens, kas attīstās ātri lidojot. Tā tad gaiss nonāk plaušās un gaisa maisos pavisam pasīvi. Šī momenta svarīgums kļūst saprotams šādā mēginājumā. Ja uz muguras noguldītam balodim uzliekam uz krūtīm kādu noteiktu svaru, tad putns noslāpst aiz gaisa trūkuma. Ja mēs putnam šīnī pašā situācijā pūtīsim ar gaisa balonu nāšu atverās gaisu, tad tas paliks dzīvs neaprobežoti ilgi.

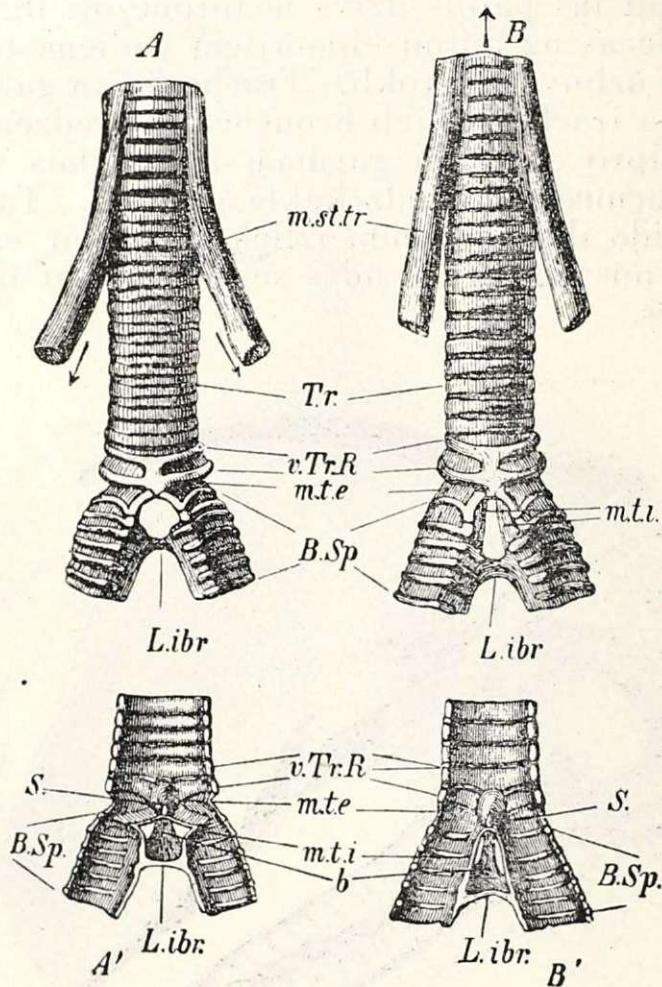
Kas attiecas uz putnu elpotājiem vadiem, tad tie atgādina reptīju uzbūves stāvokli. Trachejās un galvenos bronchos ir kaula tracheālie jeb broncheālie gredzeni. Saskaņā ar kakla stipro attīstību gaļumā, tracheālais vads ir ļoti gaļš. Tā gaļums pārsniedz kakla gaļumu. Tad tas saliecas un izveido dažāda veida izliekumus, pat spirāles, kas atrodas vai nu zem krūšu ādas segas, vai pat īpašās krūšu kaula bedrēs.



Zīm. 54. Gulbja krūšu kauls. Tracheja (tr) pa daļai gul krūšu kaula kīlī (cr. st.) (pēc Schimkewitsch'a).

Trachejas ievērojamais gaļums sniedz ātri un aukstākos gaisa reģionos lidojošam putnam zināmas priekšrocības. Šādam gaļam vadam caurplūstot, ieelpotam gaisam ir laika diezgan un arī pietiekoša gлотādas platība, lai, pirms ieejas plaušās, sasiltu. Tā var arī uzņemt vajadzīgo mitruma daudzumu, lai plaušu ātri elpojosā virsma nebūtu apdraudēta no izžūšanas.

Putnu balsenes (larynx) skelets ir tikai vāji attīstīts. Tas var būt pat rudimentārs. Ir gan sastopami dažādi skrimšļi, bet visa šī ierīce nenoder balssaišu (kuļas galīgi iztrūkst) piestiprināšanai, bet gan elpošanas spraugas (aditus laryngis) atbalstīšanai. No otras puses, putniem piemīt tikai viņiem tipiskā apakšējā balss rīkle



Zīm. 35. Tītara apakšējā balsene (syrinx) no priekšas. A' un B' — trachejas un bronchu priekšējās sienas atpreparētas. A, A' — balss saitēm darbojoties; B, B' — brīvi elpojot; Tr. — tracheja; v. Tr. R — saaugušie apakšējie trachejas gredzeni; B. Sp. — bronchu pusgredzeni; L. ibr. — labium internum; m. t. e. — membrana tympaniformis externa; m. t. i. — membrana tympaniformis interna (pēc Grützner'a).

(Syrinx). Tā atrodas trachejas pārejas vietā bronchos. Apakšējais gāmurs (balss rīkle) sastādās no tracheālgredzeniem vai bronchiālgredzeniem, vai pat no abiem ārējo gaisa vadu gredzeniem kopīgi. Šis pēdējais ir visbiežāk sastopamais tips. Šādam broncho-tracheālam syrinx'am virs bronchiem saplūst daži trachejas gredzeni un veido

tā saucamās bungas, kas parasti atrodas tālāk par tracheju. Arī otrs un trešais bronchiālgredzens saplūst savā starpā, kamēr starp šiem un bungām paliek plaša starptelpa. Šeit atrodas saistaudu siena, kas izveido tā saucamo Membrana tympaniformis externa. Zem šīs membrānas bronchu iekšienē atrodas elastisks spilvens, tā saucamā ārējā balsslūpa (labium externum). Bronchu savienošanās vietā trachejas dobumā atrodas kaula plātne, Pessulus. Tās pamatne ir pārklāta ar elastīgu balsslūpu (labium internum). Kaudāli no šejienes atrodas membrana tympaniformis interna. Tā rodas no bronchu mediālām sienām, jo šīnī vietā bronchiālgredzeni ir nepilnīgi. Visu apakšējās balss rīkles mēchanismu ietekmē sevišķi muskuļi. Sevišķi komplikēti šie muskuļi ir dziedātājputniem, kam ir līdz septiņiem pāriem syrinx - muskuļu. Putnu īpatnējās balss spraugas nav savos pamatos nekas cits, kā bronchu atveras trachejā. Ar muskuļu palīdzību tās var tikt paplašinātas vai sašaurinātas, tādā kārtā balss lūpas var viena no otras attālināties vai tuvoties. Bez tam muskuļi tuvina ciešāki savā starpā vai attālina atsevišķus tracheāl- un bronchu gredzenus. Tādā veidā norit balss spraugu atveru rēgulēšana, pie kam timpaniformās membrānas var būt lielākā vai mazākā spraigumā.

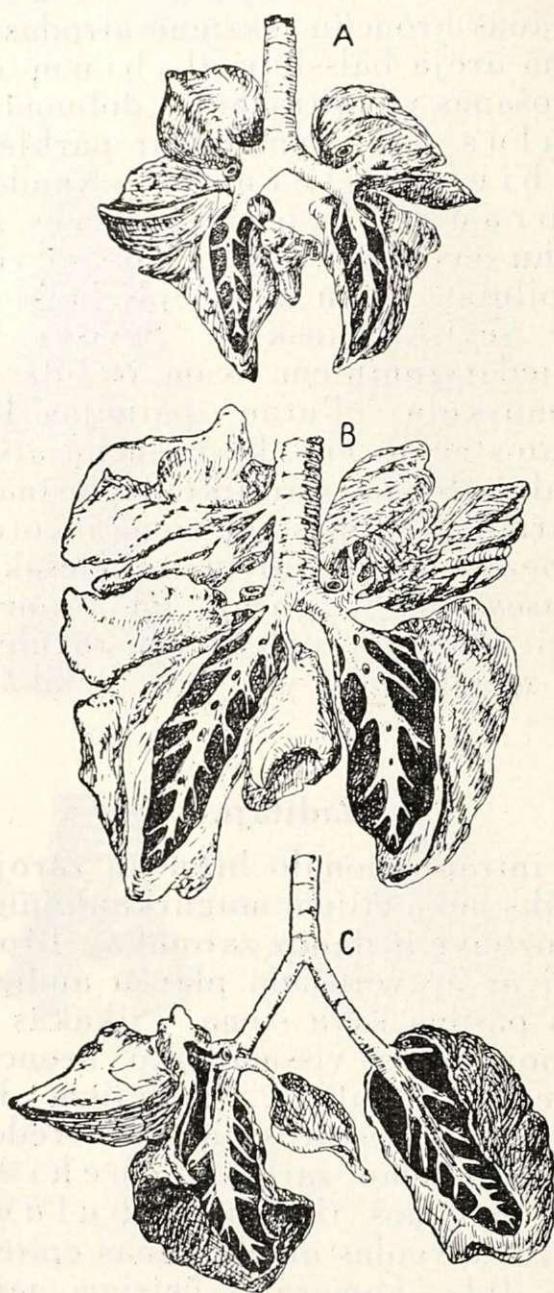
Zīdītāji.

Zīdītājiem intrapulmonālo bronchu zarojumu skaits ir ievērojami lielāks nekā citiem mugurkaulainiem. Līdz ar to bronchiālkoka uzbūve ir daudz zarotāka. Bronchi nav vairs tik cieši saistīti ar aptverošiem plaušu audiem, jo biežāki tiem izveidojas pašiem sava siena. Sīkākās plaušu kāmeras, alveolas, novietojas vissmalkāko bronchu vistālākos zarojumos, pretēji rāpuļiem. Pēdējiem bronchos aizvien novērojamas alveolāros audos vedošas atveras. Zīdītāju sīkākie bronchu zari (bronchiolī) izbeidzas noslēgti alveolu maisiņos (Infundibulum), kuļu siena veido ļoti daudzas alveolas ar elpošanas epiteliju. Cilvēka plaušām skaita līdz, apmēram, četriem miljoniem šādu alveolu.

Ārējo bronchu sienas satur skrimšļa balstgredzenus, tieši tā kā tracheja. Tomēr tie var būt vāji attīstīti vai arī pilnīgi iztrūkt.

Zīdītāju elpošana norit šādā kārtā. Plaušas ietverošais krūšu dobums ir šeit ar muskuļainu šķērssienu (tā saucamo Diaphragma) pilnīgi norobežots no vēdera dobuma.

Diafragma ir pret krūšu dobumu konveksi izliekta. Šīs sienas radiāliem muskuļiem savelkoties, diafragma kļūst plakana, tā kā ar to krūšu dobums paplašinās kranio - kaudālā virzienā. Ja nu ribas virzās vienlaicīgi uz priekšu, tad

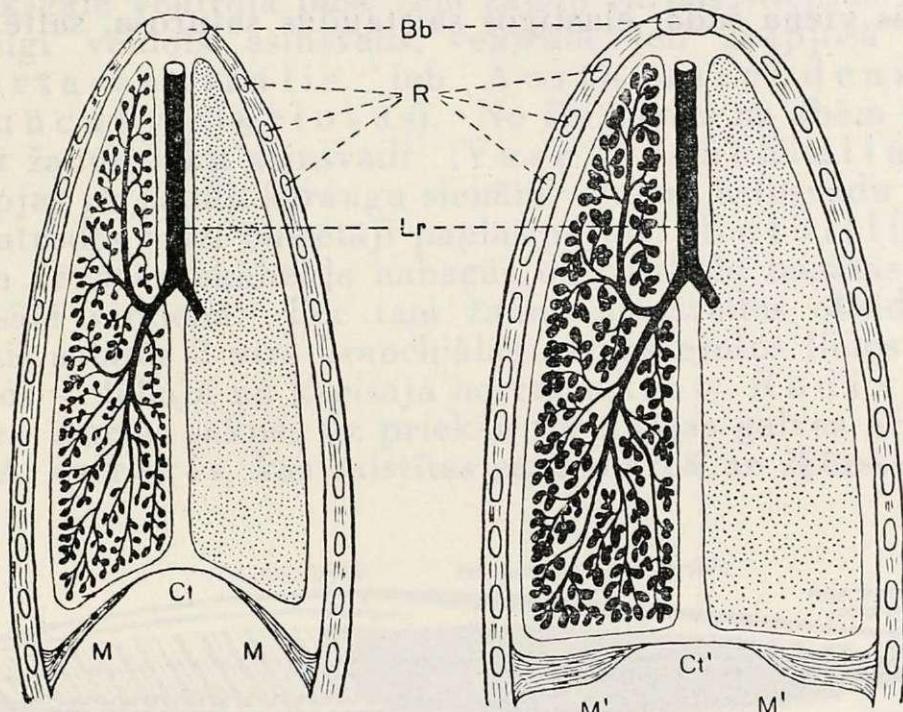


Zīm. 36. Puspērtiķa (A), liellopa (B) un pīlknābja (C) plaušas ar daļai atpreparētiem bronchiem (pēc Aeby).

krūšu dobums paplašinās tai pašā laikā dorso-ventrālā virzienā. Krūšu kurvīm cieši piegulosās plaušas arī izdara abas šīs kustības, un tā notiek ieelpošana, inspīrācija. Gaiss plūst līdz sīkākiem bronchu zarojumiem. No šejiennes

alveolās gāzu maiņa notiek difūzijas ceļā. Izelpošana seko ribu un diafragmas muskuļu atslābšanai, kā arī sevišķu ribu muskuļu grupām kontrahējoties.

Zīdītāju (sk. arī I, 253. l.p.) gāmura skelets ir būvēts ie-vērojami komplīcētāki nekā citu mugurkaulaino. Bez mums jau pazīstamiem elementiem, nāk še klāt vēl divi, kuri sastopami tikai zīdītājiem: *vairogskrimslis* (*C. thyreoides*) un rīkles vāks (*Epiglottis*). Pirmais atbilst otram un trešam zivju un abinieku žaunu lokam, kamēr rīkles vāks ir īsts zīdītāju jaunveidnis un nav atvasi-



Zīm. 37. Zīdītāja krūšu kurvja horizontāls griezums; pa kreisi — izelpošanas stāvoklis; pa labi — ieelpošanas stāvoklis; Lr — tracheja; Ct — diafragmas cīpslainā daļa; M — diafragmas muskuļi atslābušā stāvoklī; M' — diafragmas muskuļi kontrahētā stāvoklī (pēc Hesse's-Doflein'a).

nāms no branchiālskeleta. Sevišķi primitīvi un tāpēc ļoti pamācoši Monotremata (zīm. I, 330) uzbūves pamati, kur vairogskrimslis vēl ir veidots no diviem pāri esošiem gabaliem un viena vidū guloša nepāra — *Cartilago media*, kas atbilst copula'i. Citiem zīdītājiem visas šīs daļas saplūst vienā vienīgā plātnē, kuŗa tad izveido pāri esošus priekšējos un pakaļējos izaugumus.

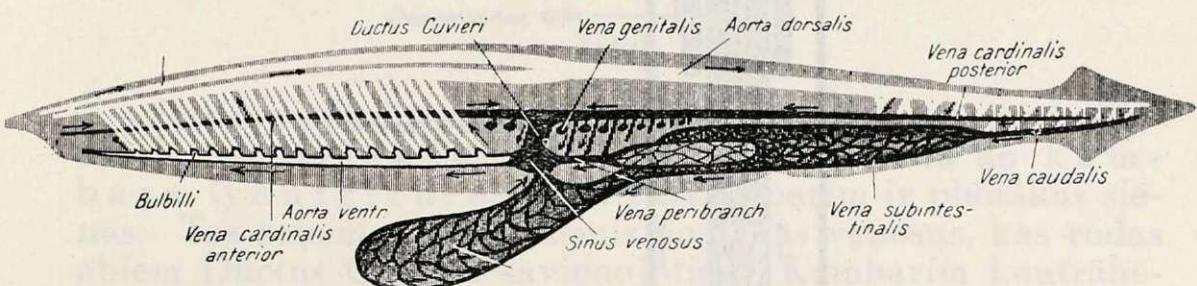
Skrimšļaina rīkles vāks (*Epiglottis*) piestiprināts tracheālatveras priekšpusē. Tam ir svarīga loma rīšanas aktā. Trachejas atvera (*larynx'a atvera*) atrodas

tālu rīkles (pharynx'a) priekšgalā (kraniāli), sekundāro choanu tuvumā. Tādā kārtā pa nāsim uzņemtais gaiss var noklūt trachejā pa vistuvāko ceļu. Bet arī barības celš ved no mutes dobuma dorsāli no trachejas atrodošā barībvadā (oesophagus) tāpat caur rīkli. Ar to, ka epiglottis, rijot, līdzīgi vākam aizsedz aditus laryngis (larynx'a atvera), tiek novērsta barības ieklūšana gaisa vados. Elpošanas pārtraukumam pa šo īso rīšanas akta laiku nav nekāda loma.

Zīdītājiem starp vairogskrimslī un ary-skrimšļiem rodas larynx'a glotādas sega, kas funkcionē kā balsssaitē (Ligamentum vocale). Pa labi un pa kreisi atrodas viena šāda, elastīgos saistaudus saturoša, saite.

VI. Asinsriņķotāja sistēma.

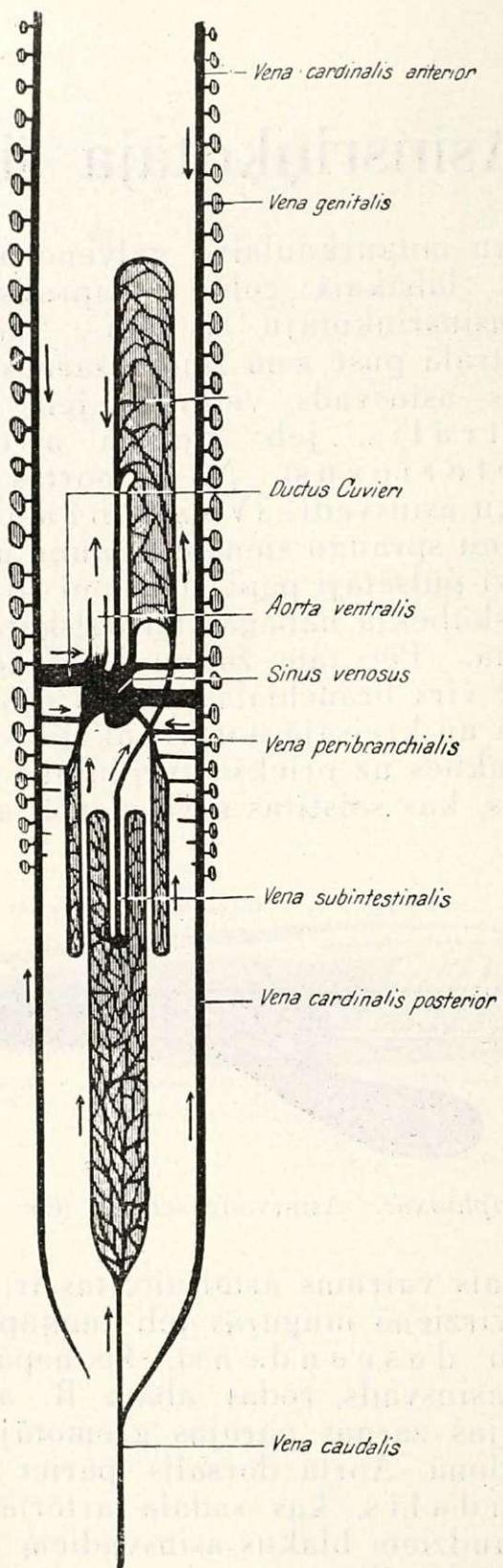
Lai ievadītu mugurkaulaiņo galveno asinsvadu sakārtojuma plānā, labākais ceļš ir aprakstīt **lanceetnieka** (*Amphioxus*) asinsriņķotāju sistēmu. Amfioksa ķermeņa priekšgalā ventrālā pusē zem žaunu zarnas stiepjas nepārs spēcīgi veidots asinsvads, ventrālā jeb „kāpjošā“ aorta (*Aorta ventralis*, jeb *Aorta ascendens*, jeb *Truncus arteriosus*). No šīs aortas uz abām pusēm atiet žaunu loku asinsvadi (*Vasa branchialia*), kas stiepjas pa žaunu spraugu sienām. Žaunu asinsvadu pamatos atrodas mazi pulsētāji paplašinājumi (*Bulbilli*), kuri dzen vēnōzās, skābekļa nabagās un oglskābi bagātās asinis dorsālā virzienā. Pēc tam žaunu asinsvados oksidējušās asinis salasās 2 virs branchiālās zarnas ejošos lielos asinsvados — labajā un kreisajā aortas saknē — *Radix aortae*. Aortas saknes uz priekšu turpinājas galvas artērijās — *A. carotis*, kas saistītas savā starpā ar šķērssavieno-



Zīm. 38. *Amphioxus*. Asinsvadu schēma (ēpc Nierstrasza).

jumu. Bet lielais vairums artēriālo, tas ir, oksidēto asiņu plūst kaudālā virzienā muguras jeb „nokāpjošā“ aortā (*A. dorsalis*, jeb *descendens*). Šis nepārais, dorsāli no zarnas ejošais asinsvads, rodas abām *R. aortae* saplūstot tieši aiz elpotājas zarnas pārejas gremotājā zarnā. Ķermeņa astes reģionā *Aorta dorsalis* pāriet astes artērijā, *Arteria caudalis*, kas sadala artēriālās asinis visā savā gaļumā daudziem blakus asinsvadiem un to sīkākiem zarojumiem, jeb kapillāriem.

Līdz šim apskatītā ir artēriālā asinsriņķotāja sistēma.

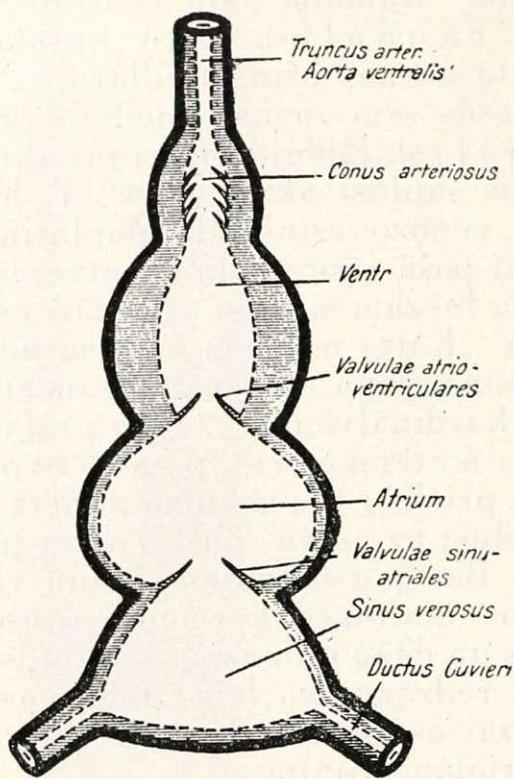


Zim. 39. *Amphioxus*. Vēnu sistēma, dorsāli (pēc Zarnik'a.)

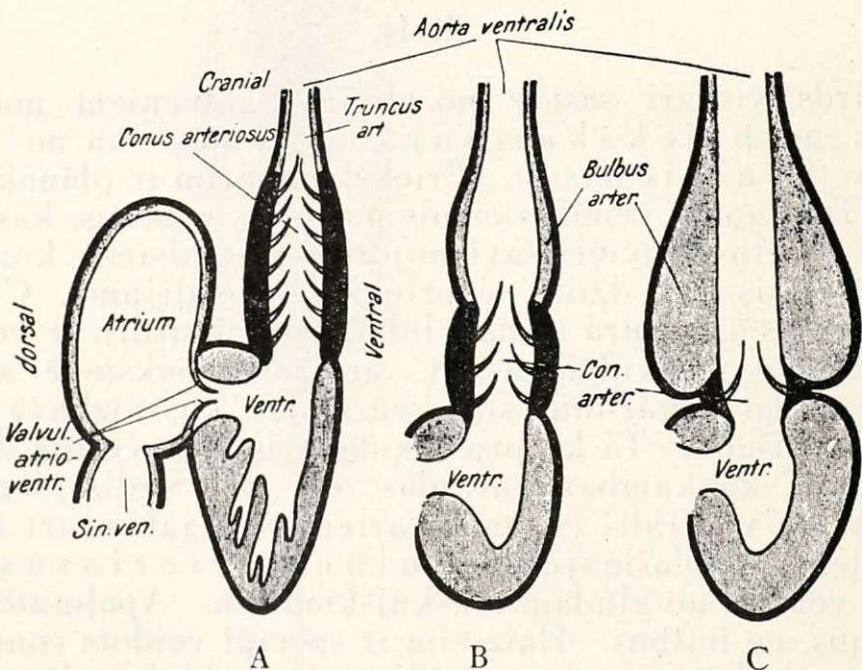
Vēnōzā sistēma savos pamatos ir būvēta no nepārās, mediālās asins straumes un no pāri esošiem, laterāliem, (jeb sānu) asinsceļiem. Kaudālā galā ventrāli stiepjas nepārā astes vēna (V. c a u d a l i s), kuŗa kraniālā virzienā sadalās lielā skaitā zarnas asinskapillāru. No šiem kapillāriem asinis salasās zem zarnas mediālā zarnas vēnā (V. s u b i n t e s t i n a l i s). Pēdējā sazarojas aknu kapillārrežģi. No aknām asinis saplūst aknu vēnā (V. h e p a t i c a) un beidzot ieplūst vēnōzo asinsvadu paplašinājumā, S i n u s v e n o s u s. Šīnī pašā vēnōzā sinusā atveras no labās un kreisās puses īsi, biezām sienām apgādāti asinsvadi, D u c t u s C u v i e r i. Katrs no šiem vadiem nes vēnōzās asinis no divām, ķermeņa sienā esošām, tā saucamām priekšējām un pakaļējām kardinālvēnām (V. c a r d i n a l i s a n t e r i o r un V. c a r d i n a l i s p o s t e r i o r). No Sinus venosus atiet uz priekšu jau sākumā minētā Aorta ventralis, pa kuŗu asinis plūst uz galvas pusī, kamēr pa A. dorsalis tās virzās kaudāli. Bez jau minētiem žaunu vadu pulsētājiem paplašinājumiem, amfioksa ķermeņa asinseirkulāciju veicina A. ventralis un dažu citu asinsvadu pulsācija. No mūsu schēmas skaidri redzams, ka lancetnieka asinsvadu sistēmā nolietotās, vēnōzās asinis ir stingri norobežotas no svaigām, oksidētām, artēriālām asinīm.

Zivis.

Sirds vispāri sastāv no diviem galveniem nodalījumiem: no priekškambara (atrium) un no kambara (ventriculus). Priekškambarim ir plānākas sienas. Tas saņem vēnōzās asinis no Sinus venosus, kas rodas abiem Ductus Cuvieri savienojoties. Kambarim kontrāhējoties, asinis tiek dzītas tā priekšējā nodalījumā, C o n u s a r t e r i o s u s, kuŗa sienas, līdzīgi pašai sirdij, ir veidotas no svītrotās muskulatūras. C. arteriosus ieksienē atrodas dažās rindās sakārtotas sirds vārstules, kas aizkavē asiņu atpakaļplūšanu. Tā kā priekškambaris ir novirzīts dorsāli, tad iznāk, ka kambaris atrodas zem tā. Sirdij piegulošajam Aorta ventralis (Truncus arteriosus) galam arī ir dažreiz sienas paplašinājums (B u l b u s a r t e r i o s u s), kas tomēr veidots no gludām muskuļķiedrām. Apaļmutēm nav ne conus, ne bulbus. Haizivīm ir spēcīgi veidots conus, bet bulbus iztrūkst. Kaula ganoīdiem Amia blakus diezgan sīkam konusam novērojams vidēji liels bulbus. Kaulu zivīm (Teleostei) turpretim ir ļoti spēcīgi veidots bulbus, kamēr



Zīm. 40. Sirds schēma (pēc Nierstrasz'a).



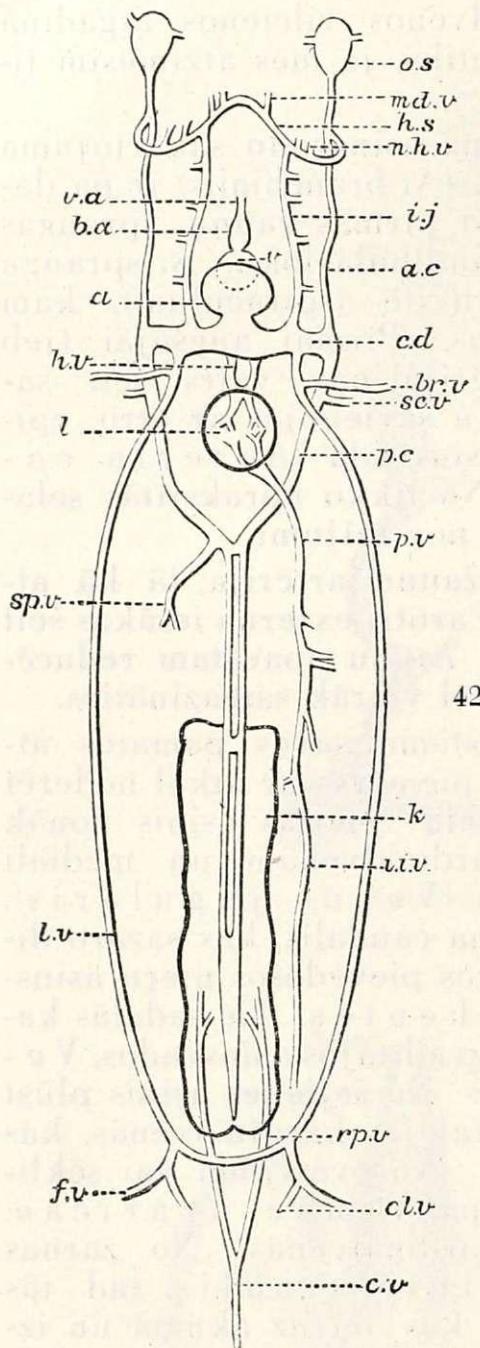
Zīm. 41. Zivju sirds schēmas. A — haizivs; B — kaulu ganoidzivs *Amia*; C — kaulu zivs (pēc Wiedersheim'a).

conus ir stipri reducēts un tam ir tikai viena vārstuļu rinda. Zivju asinsriņķotāja sistēma galvenos vilcienos atgādina stāvokli pie amfioksa. Tāpēc pietiks, ja mēs atzīmēsim tikai galvenās atšķirības.

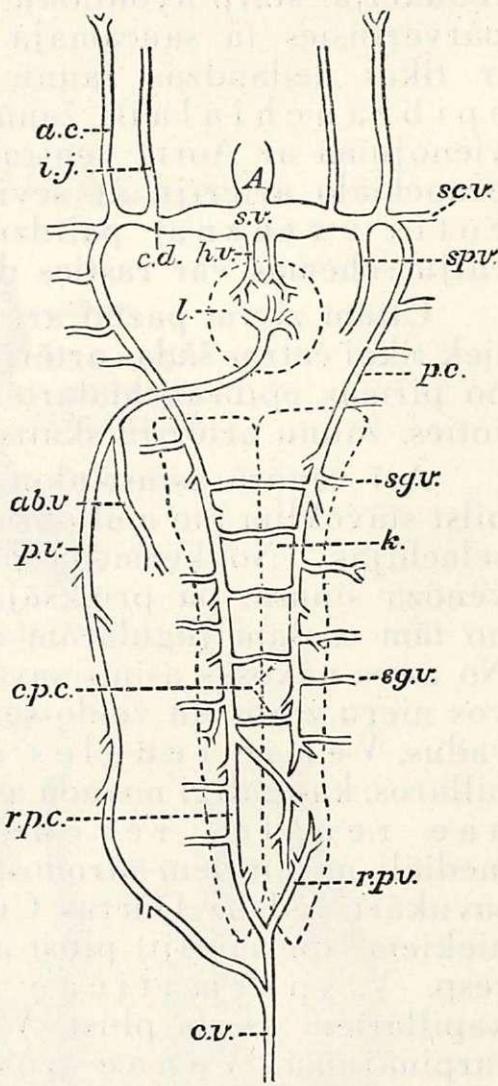
Kā no selachiju žaunu reģiona asinsvadu sakārtojuma redzams, priekšējā žaunu artērija (*A. branchialis*) ir pa daļai reducēta. Šis stāvoklis atbilst pirmās žaunu spraugas redukcijai starp hyoidloku un mandibulārloku. Šī sprauga pārvērtusies tā saucamajā šķķktuvītē (*spiraculum*), kam ir tikai nedaudzas žaunu lapiņas. Pirmai augšējai (jeb *e p i b r a n c h i ā l a i*) žaunu artērijai nav vairs šeit savienojuma ar Aorta ventralis. Tā savienojas ar otro epibranchiālo artēriju ar sevišķa asinsvada (*Arteria carotis externa*) palīdzību. No tikko aprakstītās selachiju schēmas var rasties dažādi novirzījumi.

Citām zivīm pazūd arī otrā žaunu artērija, tā kā atliek tikai četras šādas artērijas. *Carotis externa* iesākas šeit no pirmās epibranchiālartērijas. Žaunu aparātam reducējoties, žaunu artēriju skaits var vēl vairāk samazināties.

Arī vēnōzā asinsriņķotāja sistēma savos pamatos atbilst stāvoklim pie amfioksa. Kā piemērs var atkal noderēt selachijas. No ķermeņa priekšgala vēnōzās asinis nonāk vēnōzā sinusā, pa priekšējām kardinālvēnām un mediāli no tām esošām jugulārām vēnām (*Vena jugularis*). No astes nākošās asinis savāc *Vena caudalis*, kas sazaro divos nieru zaros un veido šeit mazos pievedošos nieru asinsvadus, *Vena renales advehentes*. Tie sadalās kapillāros, kas galīgi novada asinis izvadītājos asinsvados, *Vena renales revehentes*. No šejienes asinis plūst mediāli no niekiem atrodošās pakaļējās kardinālvēnās, kas savukārt ved uz *Ductus Cuvieri*. No ovārijiem vai sēkliniekiem (*spermāriji*) plūst asinis pa *Vena ovariae*, resp. *V. spermatica* arī kardinālvēnās. No zarnas kapillāriem asinis plūst *Vena intestinalis*, tad tās turpinājumā, *Vena portae*, kas iet uz aknām un izplūst šeit kapillārtīklā. No šiem kapillāriem rodas abas aknu vēnas, *Vena hepatica*, kas ieplūst *Ductus Cuvieri*. Attēlotais stāvoklis atbilst patiesībā visā pilnībā tikai haizivju embrijiem, jo tikai šeit zarnu vēna (*V. intestinalis*) pastāv visā savā garumā. Haizivīm tipiska ir vēdera vēnu — *V. abdominales (laterales)* esamība, kas stiepj as ventrāli ķermeņa sienā un kaudāli savā starpā saplūst. Tās saņem asinis galvenām kārtām no priekšējo spuļu vēnām (*V. subclavia*) un no pakaļējo spuļu vēnām, *V. iliaca*.



42a



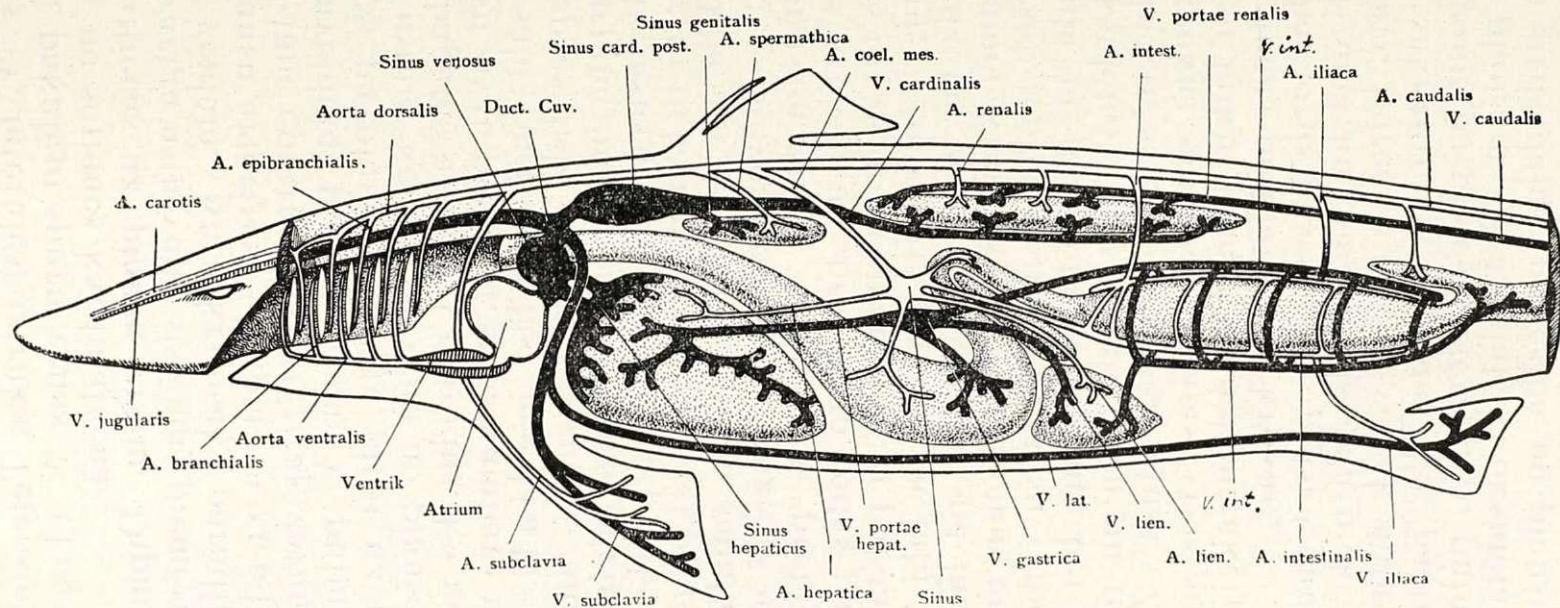
Zīm. 42. Haizivs *Mustelus antarcticus* vēnu sistēma. a — priekškambaris, a. c — v. cardinalis anterior, b. a — conus arteriosus, c. d — ductus Cuvieri, c. v — v. caudalis, f. v — v. iliaca, h. v — v. hepatica, i. i. v — v. intestinalis, i. j — v. jugularis, k — nieris, l — aknas, l. v — v. lateralis, p. c — v. cardinalis posterior, p. v — v. portae, r. p. v — v. renalis, s. v — sinus venosus, v — sirds kambaris, v. a — truncus arteriosus jeb aorta (pēc Parker'a).

Zīm. 42a. Kaulu zivs vēnu sistēma. A — priekškambaris, ab. v — peldpūšļa vēna, a. c — v. cardin. anter., c. d — d. Cuvieri, c. v — v. caudalis, h. v — v. hepatica, i. j — v. jugularis, k — nieris, l — aknas, p. c — kreisā v. card. poster., p. v — v. porte, r. p. v — nieņu vēna, v. renalis, sc. v — v. subclavia, s. v — sinus venosus (pēc Boulenger'a).

Augstāko zivju garai, spēcīgi veidotai V. porta e (subintestinalis) ir tiešs savienojums ar V. caudalis. Pēdējā var labā pusē savienoties ar labo kardinālvēnu. Laterālvēnas (V. laterales) iztrūkst Teleostei un ganoīdzivīm. Tāpēc arī pakaļējo spuru vēnas V. iliaca e ieplūst tieši niečos un no šejienes kardinālvēnās.

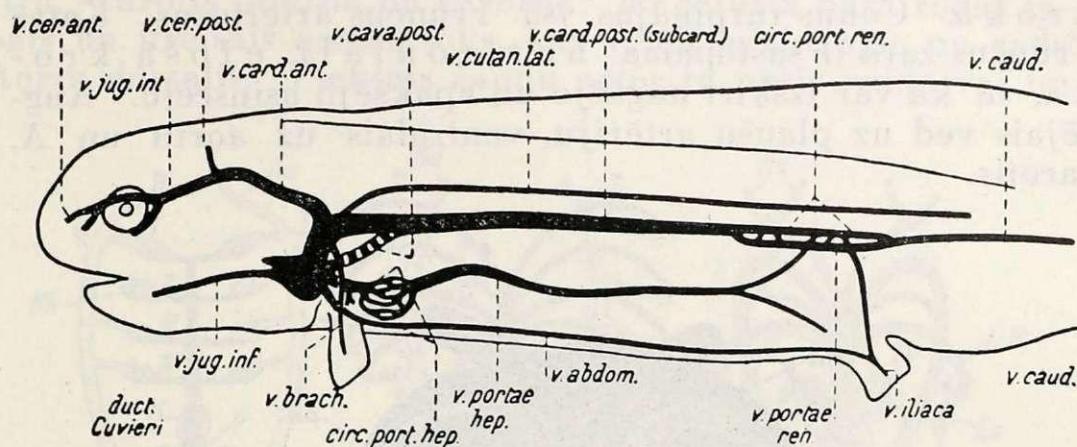
Kas attiecas uz **plaušu zīvīm**, Dipnoi, tad šeit novērojama svarīga asinsvadu sistēmas piemērošanās divējādam elpošanas veidam. Kā uzkrītošāka parādība ir: katrā pusē vienas plaušu artērijas (A. pulmonalis) esamība, kas atbilst sestam epibranchiālartērijas zaram, un viena pilnīgi jaunveidota plaušu vēna, V. pulmonalis. Dzīvojot virs zemes, pa plaušu artēriju plūst uz plaušām oglskābi saturošas asinis, kamēr pa vēnu no plaušām uz sirdi plūst skābekli bagātas asinis. Ceratodus, ko mēs apskatīsim kā visu plaušu zivju piemēru, sirds kambara un priekškambara sienā dorsālā pusē atrodas mediāli ejoša kroka, kas nestiepjās līdz ventrālai sienai. Zināmā mērā kā šīs krokas turpinājums ir novērojams līdzīgs veidojums arī Conus arteriosus'ā, kas šeit taisa spīrālei līdzīgu pagriezienu. Ar to tiek panākts kōnusa iekšējās krokas horizontāls stāvoklis, un kōnusa iekštelpa sadalās, ja arī ne visā pilnībā, divos stāvos jeb ejās: augšējā un apakšējā. Sirdij un kōnusam stipri savelkoties, pretējās puses sienas pieklaujas krokai, un līdz ar to rodas pārejošs iekštelpas sadalījums divās funkcionāli pilnīgi patstāvīgās daļās. Vēnōzais sinus ir novirzīts mazliet pa labi, tā kā lielākais asiņu daudzums no tā ieplūst sirdī pa labi no gaīvirziena krokas, kamēr kreisā sirds puse saņem no tām daudz mazāk. Bet šeit ieplūst asinis no plaušu vēnām. Labajā sirds pusē cirkulē, tā tad, nolietotās asinis, bet kreisā, galvenām kārtām oksidētas asinis no plaušām un tikai neliels daudzums reducētu asiņu no vēnōzā sinusa. Zem dorsālās gaīvirziena krokas samaisās, zināms, visas sirds asinis, tomēr tikai uz īsu laiku, kamēr seko kontrakcija ar jau minēto ventrālās sienas pieklaušanos krokai.

No labās sirds puses asinis plūst Conus arteriosus dorsālā nodalījumā un nonāk tādā ceļā piektā un sestā žaunu artēriju pārī, kuļas saņem visvairāk nolietotās asinis. No asinsvadu sakārtojuma redzams, ka, pārtraucot žaunelpošanu, šīs asinis pa plaušu artēriju, A. pulmonalis, var tikt pievadītas plaušām. Bet vislabāki oksidētās asinis plūst tad no kreisās sirds daļas (patiesībā no plaušu vēnas) kōnusa apakšējā stāvā un no tā tālāk trešā un ceturtā žaunu artēriju pārī, kas apgādā ar asinīm A. carotis un Aorta dorsalis.



Zīm. 43. *Acanthias*, haizivs. Asinsriņķotājas sistēmas schēma (pēc Nierstrasz'a-Hirsch'a).

Plaušu zivīm, žaunām pilnīgi funkcionējot, līdzīgi īstām zivīm, visās epibranchialartērijās plūst ar skābekli bagātas asinis, kas tad sadalās pa visām artērijām.



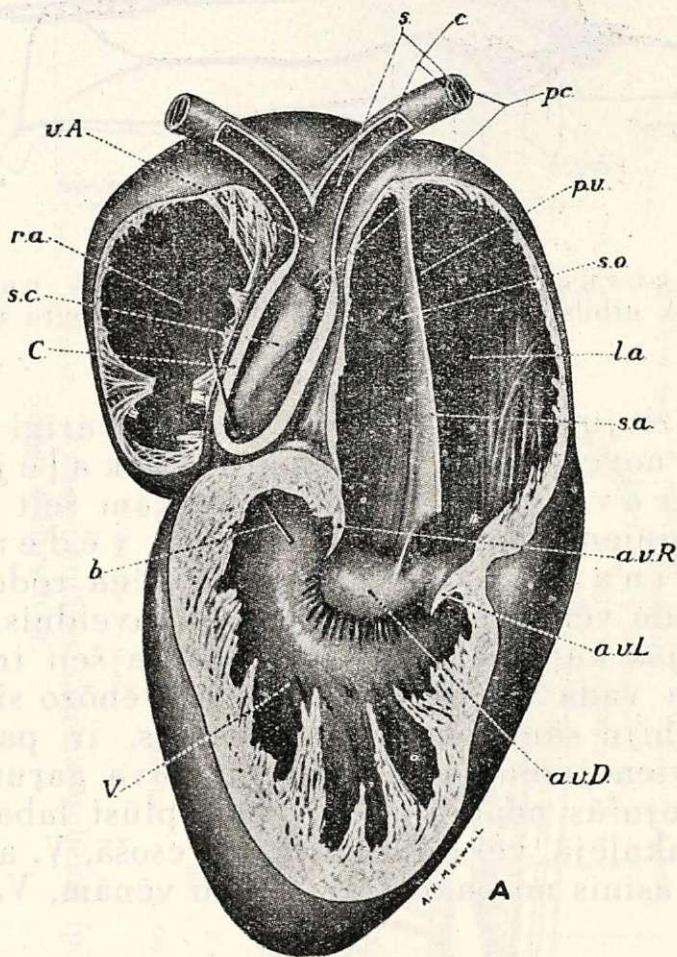
Zīm. 44. Mugurkaulnieku vēnu sistēmas pamatplāns, kuļam vistuvāk atbilst vienplaušu zivs *Ceratodus* kāpura uzbūves plāns (pēc Semon'a Kellicott'a).

Plaušu zivju vēnōzā sistēmā sevišķi svarīgi ir divi apstākļi. Šeit novērojam vienu nepāru pakaļējo dobju vēnu (V. cava posterior), pie kam šeit pirmo reiz mugurkaulainiem parādās nepārā vēdera vēna, V. abdominalis. Pakaļējā dobjā vēna rodas pa daļai no jau esošām vēnām, pa daļai tā ir jaunveidnis. Tā uzņemas pakaļējās kardinālvēnas lomu (kuļa šeit ir tikai vāji attīstīta) un vada asinis no niekiem uz vēnōzo sinusu. Pāri esošās selachiju sānu vēnas, V. laterales, ir pazaudejušas kaudālo savienojumu savā starpā un sava garuma lielākā daļā savienojušās nepārā vadā, kas ieplūst labajā Ductus Cuvieri. Pakaļējā, vēl dubultā skaitā esošā, V. abdominalis daļa saņem asinis no pakaļējām spūru vēnām, V. iliaceae.

Abinieki.

Abinieku sirds ir novirzīta vairāk kaudāli. Embrionālā attīstībā tā izdara arī griešanos, tā kā priekškambaris negul vairs dorsāli, bet gan tieši krāniāli no kampaņa. Vēnōzais sinus ir labi attīstīts. Priekškambaris ir aizvien pārdalīts ar šķērssienu (Septum atriorum) divos nodalījumos, bet tā kā šķērssienā atrodas vairākas atveras, tad šis dalījums nav vēl pilnīgs. Bezastainiem abiniekim, turpretim, šķērssiena ir jau masīva. Kambaris vēl ir nedalīts, tā

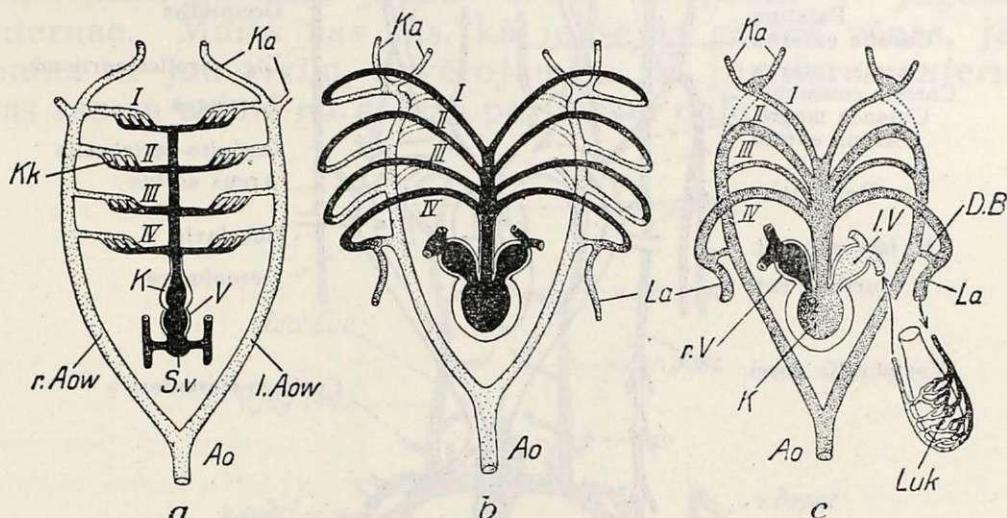
tad, zivīm līdzīgs, bet tā iekšienē jau izveidojusies sūklim līdzīga siena, kas pa daļai kavē no abiem priekškambaļiem nākošo asiņu sajaukšanos. Conus arteriosus arī ir mazliet spirāliski saliekts un tam ir gareniski ejoša spirālkroka. Conus turpinājas īsā Truncus arteriosus. Katrā Truncus zarā ir sastopama horizontāli ejoša kroka, tā ka var izšķirt augšējo un apakšējo asinsceļu. Augšējais ved uz plaušu artēriju, ventrālais uz aortu un A. carotis.



Zīm. 45. Vardes sirds iekšējā uzbūve. a. v. D — dorsālais priekškambaļa — kambaļa vārstulis; b — zonde, ievadīta no kambaļa truncusā; C — truncus arteriosus; c — a. carotis eja; l. a — kreisais priekškambaris; p. v — plaušu vēnas atvera; p. c — a. pulmo-cutanea eja; r. a — labais priekškambaris; s — aortas eja; s. a — priekškambaļu starpsiena; s. c — truncusā starpsiena — spirāliskais vārstulis; s. o — sinus venosus atvera; V — kambaris; v. A — truncus arteriosus (aorta ventralis jeb ascendens) (pēc Kerr'a).

Abinieku kāpuriem ir sastopamas vēl četras funkcionējošas žaunas, kamēr plaušas nemaz, vai tikai vāji darbojas.

Žaunu vadu sistēma stipri atgādina dipnoju žaunu sistēmu un sastāv no četriem pāriem žaunu vadu un plaušu vadiem. Pārejot uz sauszemes dzīvi, notiek šādas pārmaiņas: trešais žaunu artēriju pāris veido iekšējo un ārējo galvas artēriju, Carotis interna un externa; no ceturtā pāra rodas labais un kreisais aortas loks, kas vēlāk savienojas un rada Aortu dorsalis. Piektais žaunu artēriju pāris veido vai nu

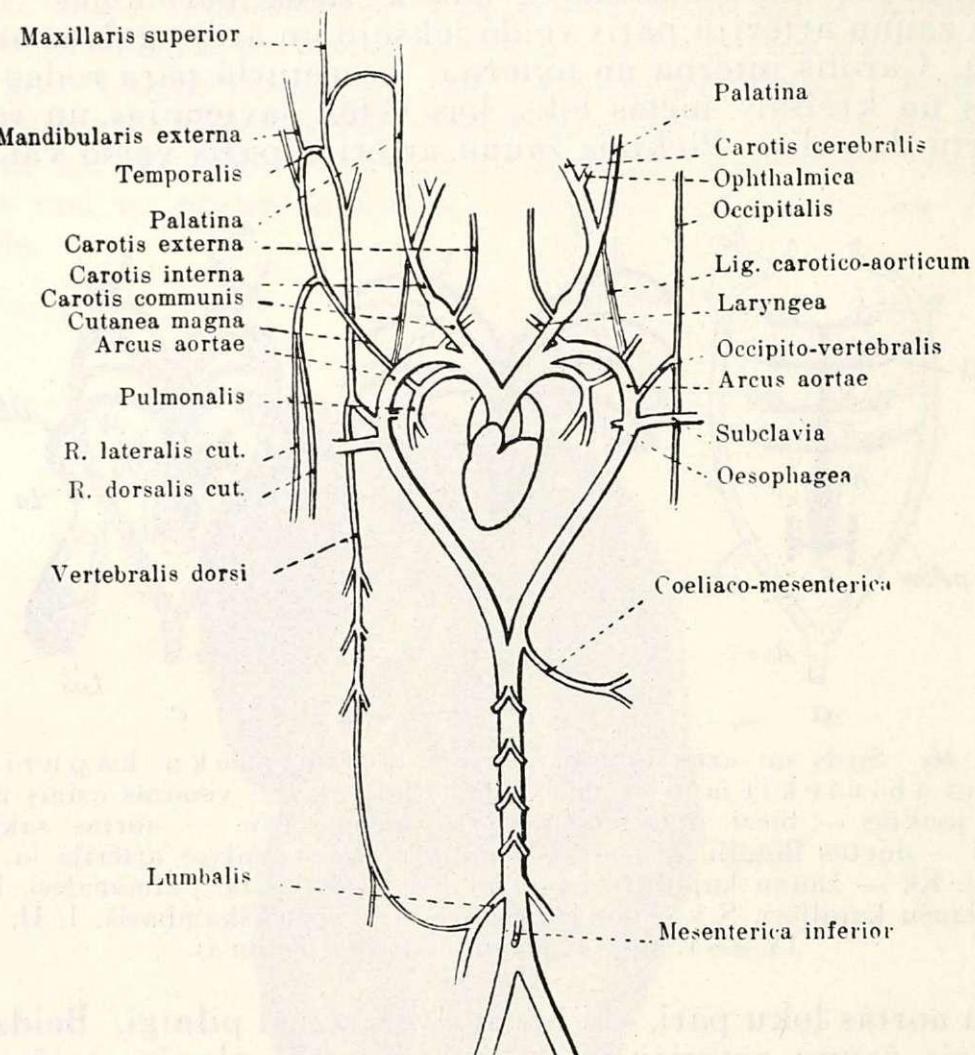


Zīm. 46. Sirds un artēriju loki zivīm (a), abinieku kā puriem (b) un abiniekim pēc metamorfozes (c); venōzās asinis melnas, jauktās — biezi punktētās; Ao — aorta, Aow — aortas saknes, D. B — ductus Botalli, K — sirds kambaris, Ka — galvas artērija (a. carotis), Kk — žaunu kapillāri, La — plaušu artērijas (a. pulmonales), Luk — plaušu kapillāri, S. v — sinus venosus, V — priekškambaris; I, II, III, IV — 1. līdz 4. aortu loki (pēc Kühna).

otru aortas loku pāri, vai arī tas var izust pilnīgi. Beidzot, sestais žaunu artēriju pāris pārveidojas plaušu artērijās (Art. pulmonalis). Abiniekim pirmais un otrs žaunu vadu pāris novērojami, līdzīgi plaušu zivīm, tikai embrionāli. Tie atbilst tad embrionālā viscerālskeleta mandibulār- un hyoidlokam. Ja paliek ceturtā un sestā epibranchiālvada savienojums, tad to sauc par Ductus Botalli. Paliekošs savienojums starp ceturto (aortas loks) un trešo žaunu artēriju (Carotis externa) saucas par Ductus caroticus.

Abinieku organismam ļoti svarīgā ādas elpošana ir atkarīga no sevišķu asinsvadu esamības. Astainiem abiniekim tās ir no aortas lokiem atejošās mugurkaula artērijas, A. vertebrales, kas apgādā ar asinīm muguras ādu un mutes gлотādu, tālāk no A. subclavia atejošās A. sternales un, beidzot, Art. pulmonalis zars, A. cutanea, ādas artērija. Pēc tam, kad asinis ādā ir kļuvušas ar skābekli bagātas, tās salasās specīgā V. subclaviae sānu

zarā, pāri esošā V. cutanea magna, un, otrkārt, vienā V. jugularis externa zarā.



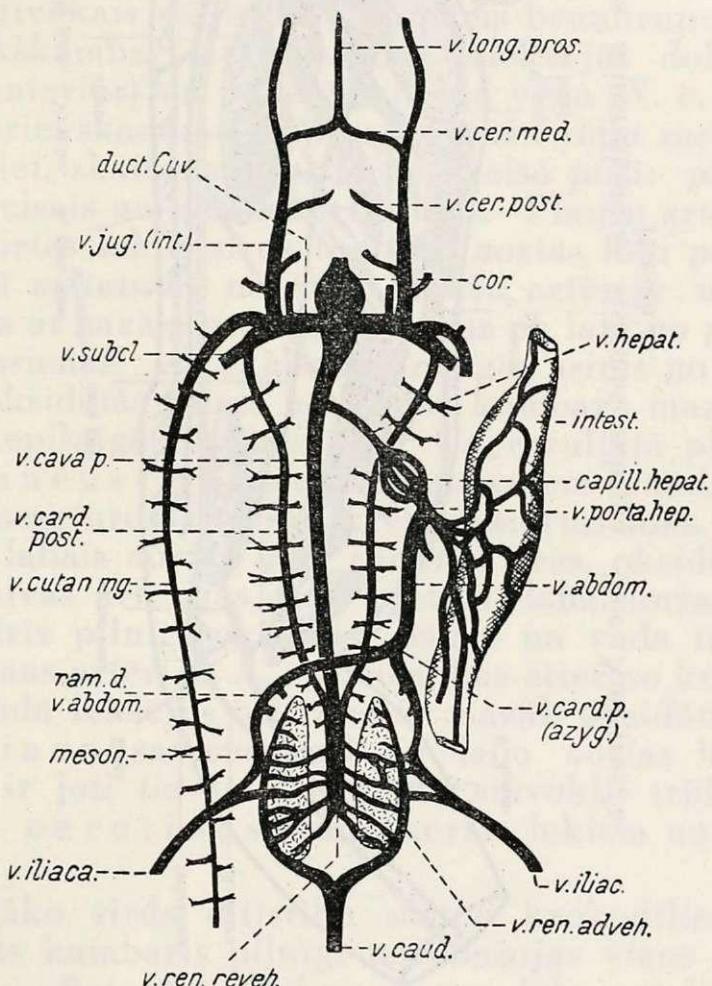
Zīm. 47. *Rana esculenta*, varde. Aortas loki un lielās ādas artērijas, a. cutanea magna, sazarojums (pēc Gaupp'a).

Anuru āda, mutes un rīkles dobums sanem skābekli nabagas, bet ogļskābi bagātas asinis pa ādas artēriju, A. cutanea. Oksidētās asinis plūst atpakaļ pa spēcīgām ādas vēnām, V. cutaneae magnae, kas, savienojoties ar priekšķaju vēnām (V. brachiales), dod V. subclaviae.

Abinieku vēnōzā sistēma daudzos vilcienos atbilst plaušu zivju vēnōzai sistēmai. It sevišķi tā saskan urodelām. Tomēr šeit astes vēna nav savienota ar dobjo vēnu, kamēr aknu vēnas, V. hepaticae, ieplūst dobjā vēnā, bet ne Ductus Cuvieri. Kardinālvēnas ir labi attīstītas, bet nesniedzas tomēr līdz ķermeņa dobuma galam. Salīdzinot ar V. cava, tām ir tikai neievērojama loma: šeit tās nepamatoti

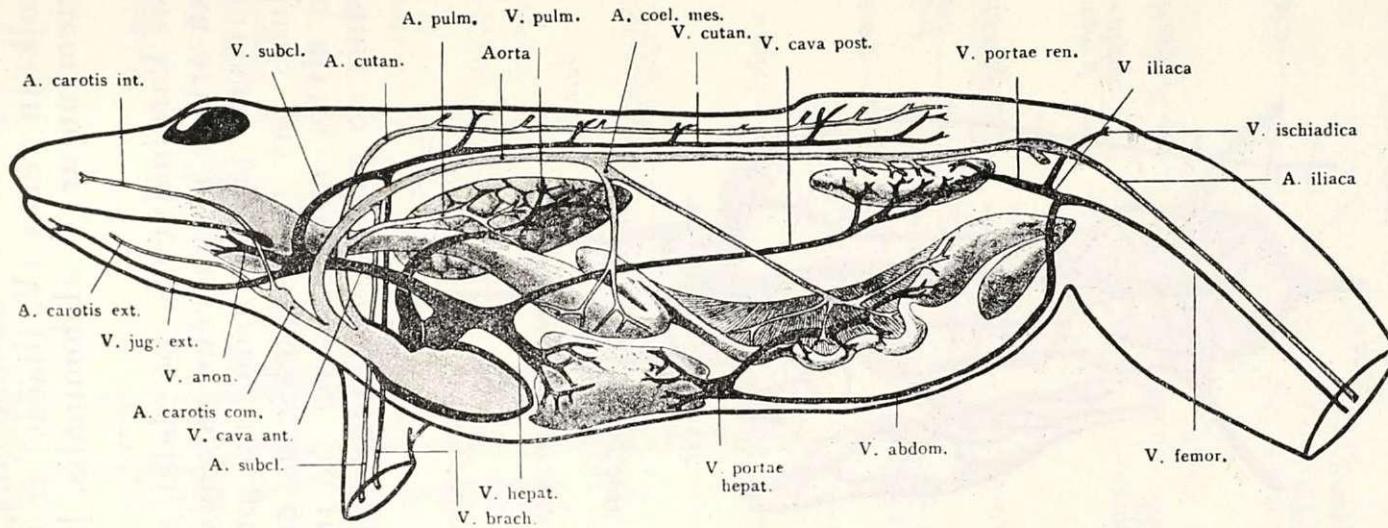
sauc par V. azygos. V. abdominalis kommūnicē ar V. portae. Pakalķāju vēnas (V. iliaca) ir tieši savienotas ne tikai ar niekiem un ar V. abdominalis, bet gan arī ar V. caudalis.

Priekšējās kardinālvēnas, pa daļai sakarā ar to pārveidošanos, kā arī ar jaunu vēnu rašanos kakla un galvas daļā, dabū pavism jaunu vārdu, un proti, V. jugulares internae. Mums nav tās, kā iekšējās galvas vēnas, jāsamaina ar jau zivīm novērojamām V. jugulares externae, kas saņem asinis no galvas perifērām daļām.



Zīm. 48. Salamandra. Vidukļa vēnu sistēma, ventrāli (pēc Wiedersheim'a).

Bezastainiem abiniekiem V. jugulares savienojas ar V. subclaviae un dod V. cavae anteriores (priekšējās dobjās vēnas). Šīs ieplūst mazā vēnōzā sinusā, un tādēļ tās var uzskatīt par Ductus Cuvieri atliekām. V. caudalis un abas V. azygae nav sastopamas.



Zīm. 49. Vardes asinsriņķotājas sistēmas schēma (pēc Nierstrasz'a-Hirsch'a).

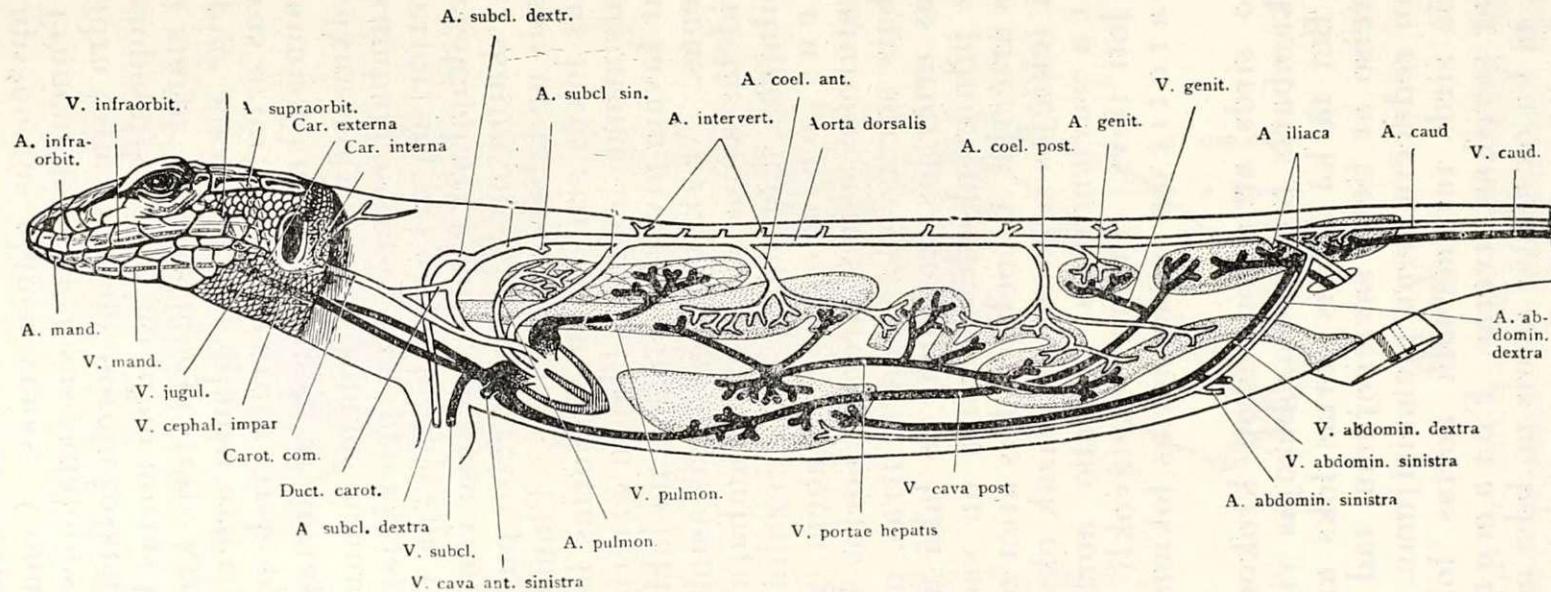
Rāpuļi.

Rāpuļu sirds ir novirzījusies vēl tālāk kaudāli nekā abiniekui. Sinus venosus ir uzglabājies tikai Rhynchocephala kārtai (Hatteria), citām kārtām tas ir uzzemts labajā priekškambarī. Starp abiem priekškambariem atrodas pilnīga šķērssiene. Arī kambari ir sastopama gaļvirziena

šķirtne (septum), kas tikai krokodiliem ir pilnīga, kamēr pārējiem rāpuļiem abas kameras kommūnicē savā starpā. Labajā priekškambarī atveļas lielās ķermeņa vēnas, bet kreisajā — apvienotās plaušu vēnas. *Conus' am arteriosus* pazūdot un *Truncus' am arteriosus* sadaloties divos vados, ir notikusi skaidra asins plūsmas norobežošanās. Kā patstāvīgi asinsvadi sastopami kreisais un labai aortas loks (kuļi krustojoties savā starpā iesākas labajā, resp. kreisajā kambarī) un viens kopīgs sākums abām plaušu artērijām (*A. pulmonalis*). Galvas artērijām (*A. carotis*) ir kopīgs sākums (*A. carotis communis*), kas ir savienots ar aortas labo loku.

Prīmitīvākais stāvoklis sastopams bruņurupučiem. Labajā priekškambarī atveļas abas priekšējās dobjās vēnas (*V. cava anterior*) un pakaļējā dobjā vēna (*V. c. posterior*), kreisajā priekškambarī kopīgais plaušu vēnu zars. No kambariem atiet, skaitot no labās uz kreiso pusē: plaušu artērija un kreisais un labais aortas loks. Plaušu artērija krusto abus aortas lokus sirds tuvumā, aortas loki paši krustojas nelielā atstatumā no tās. Plaušu artērija un kreisais aortas loks ar savām atverām atrodas pa labi no priekškambara šķērssienu. Ar skābekli nabagās asinis no labā kambara un oksidētās asinis no kreisā kambara mazliet sajaucas virs nepilnīgās šķērssienu. Un rezultātā plaušu artērija, *Truncus pulmonalis*, saņem gandrīz pilnīgi skābekli nesaturošas asinis, kreisais aortas loks — jauktas asinis un labais aortas loks gandrīz tīras, oksidētās asinis. Tā tad galvas artērijas, kas atiet no labā aortas loka, saņem gandrīz pilnīgi oksidētās asinis un vada tās smadzenēm. Zarnas artērija, *A. coeliaca*, kas atiet no kreisā aortas loka, apgādā iekšējos organus ar mazāk oksidētām asinīm. *A. coeliaca* savienojums ar labo aortas loku kārtai *Chelonia* ir ļoti tievs. Pieaugušā stāvoklī trūkst pilnīgi *Ductus caroticus* starp aortas lokiem un galvas artērijām.

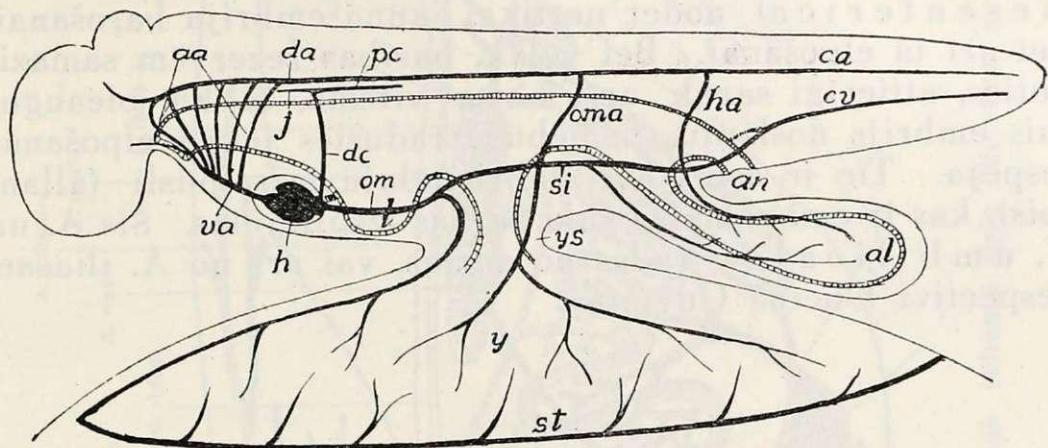
Augstāko sirds attīstību sastop krokodiliem. Labais un kreisais kambaris pilnīgi norobežojas viens no otra ar šķērssienu. Bet tā kā labais aortas loks arī krokodiliem saistīts ar kreiso ar tievu savienojumu, tad *Aorta dorsalis* saņem zināmu reducētu asiņu piemaisījumu. Bez tam krokodiliem pašā sirds tuvumā abi aortas loki kommūnicē savā starpā ar sevišķas atveras *Foramen Panizzae*, starpniecību, tā ka oksidētās asinis no labā aortas loka (kas atiet no sirds kreisās puses) pāriet pa daļai arī kreisā aortas lokā un pavairo tur skābekļa daudzumu. Tādā kārtā zarnas kanālis saņem ar *Art. coeliaca* jauktas, zarnas audu elpo-



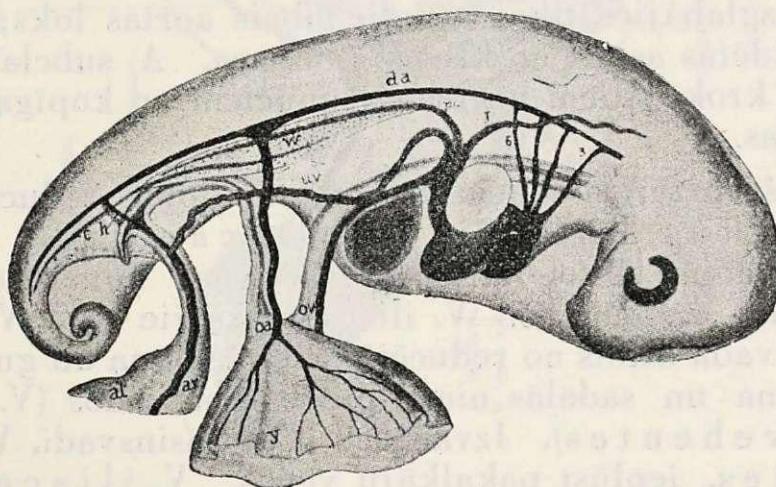
Zīm. 50. Kirzakas asinsriņķotājas sistēmas schēma (pēc Nierstrasz'a-Hirsch'a).

šanai pietiekoši noderīgas asinis. Ar minēto labās un kreisās asinsstraumes savienojumu krokodila organismā tiek sasniegts tas, ka, neskatoties uz asiņu anatomisko norobežošanos sirdī, kreisā oksidētā un labā reducētā daļā, asinsriņķotājā sistēmā cirkulē tikai jauktas asinis. Arī šeit nav sastopami Ductus carotici, kuŗi novērojami Jaunzēlandes ķirzakai Hatteria.

Rāpuļu vēnu sistēma līdzinās abinieku vēnu sistēmai.



Zīm. 51. Ar dzeltenuma maisu apbalvoto amniotu (*Sauropsida*) embrionālās asinsriņķotājas sistēmas schēma. aa — aortas loki; al — allantois; an — anus; ca, cv — a. un v. caudalis; da — aorta dorsalis; dc — ductus Cuvieri; h — sirds; ha — a. hypogastrica (umbilicalis); i — v. jugularis; l — aknas; oma un om — a. un v. omphalo — mesenterica; pc — v. cardinalis posterior; si — v. subintestinalis; st — sinus terminalis; va — aorta ventralis; y — dzeltenuma maiss; ys — dzeltenuma maisa kāts (pēc Kingsley'a).



Zīm. 52. Bruņurupuča *Chelydra* embrionālā asinsriņķotāja sistēma; al — allantois, ar un uv — v. umbilicalis un v. subintestinalis, c — v. caudalis, da — aorta dorsalis, j — v. jugularis, oa un ov — a. un v. omphalo — mesenterica, pc — v. card. poster., w — mesonephros, y — dzeltenuma maiss, 3.—6. — aortas loki (pēc Kingsley'a).

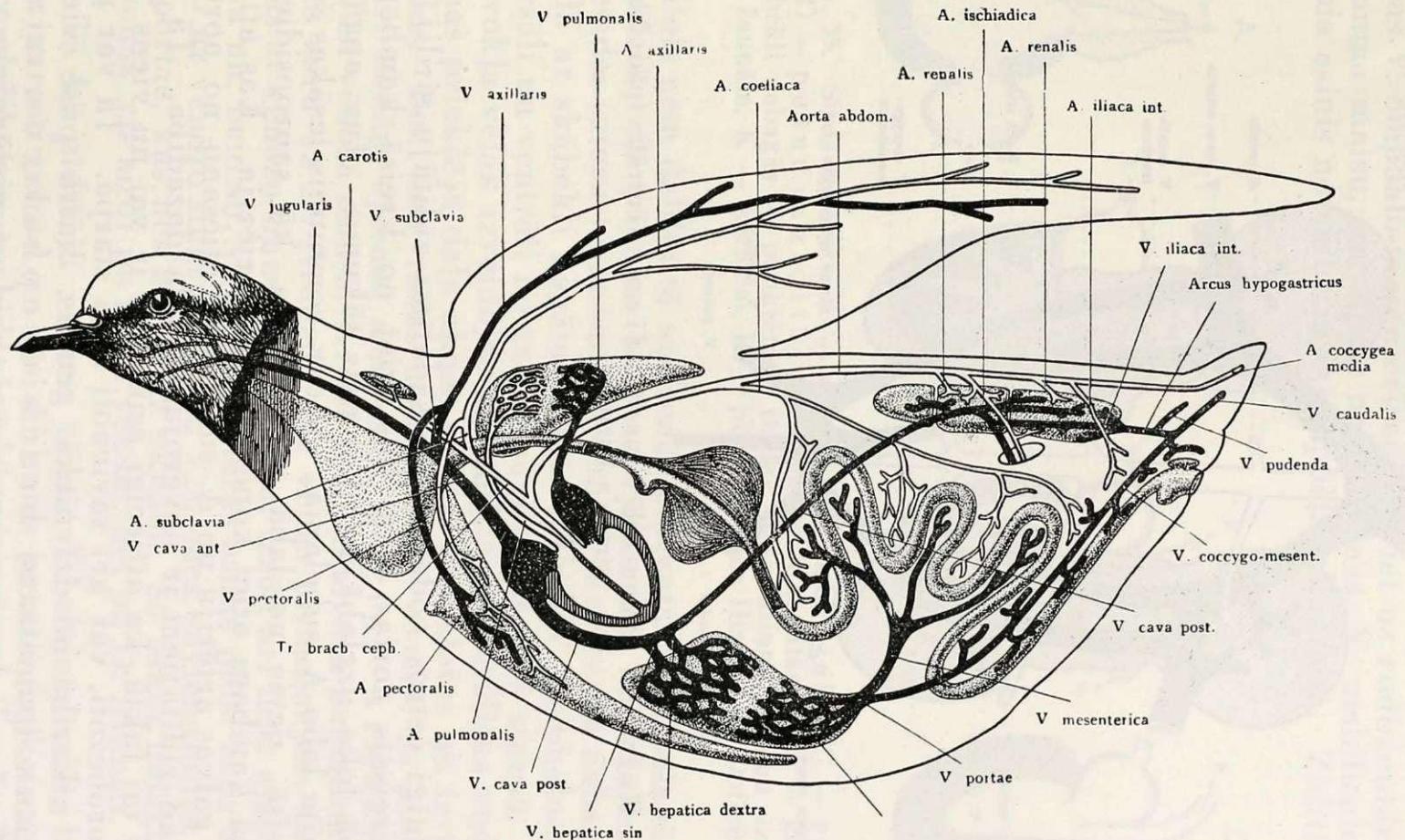
Sinus venosus un Ductus Cuvieri var vēl dažreiz pastāvēt. Vēnā portae izplūstošā V. abdominālis var būt dubultskaitā.

Rāpuļi pieder, kā zināms, amniotiem, tā tad līdzīgi putniem un zīdītājiem tiem piemīt embrionālās segas, kā a m - n i o n s , a l l a n t o i s s un c h o r i o n s . Bet dzeltēnuma maiss rāpuļu embrijiem ir mantots no zivīm. No entoderma un mesoderma veidotais maiss, kas ietveř olas dzeltēnumu, ar savu asinsvadu starpniecību (V. un A. o m p h a l o - m e s e n t e r i c a) noder ne tikai jaunā embrija barošanai, bet arī tā elpošanai. Bet vēlāk, barības rezervēm samazinoties, attiecīgi saņuk arī maisa virsma, tā ka pieaugušais embrijs noslāptu, ja nebūtu radusies jauna elpošanas iespēja. Tie ir asinsvadi embrionālajā mīzalpūslī (allantois), kas ir embrionālās gala zarnas izspilējums. Šīs A. un V. u m b i l i c a l e s rodas no aortas, vai arī no A. iliaceae, respectivi Ductus Cuvieri.

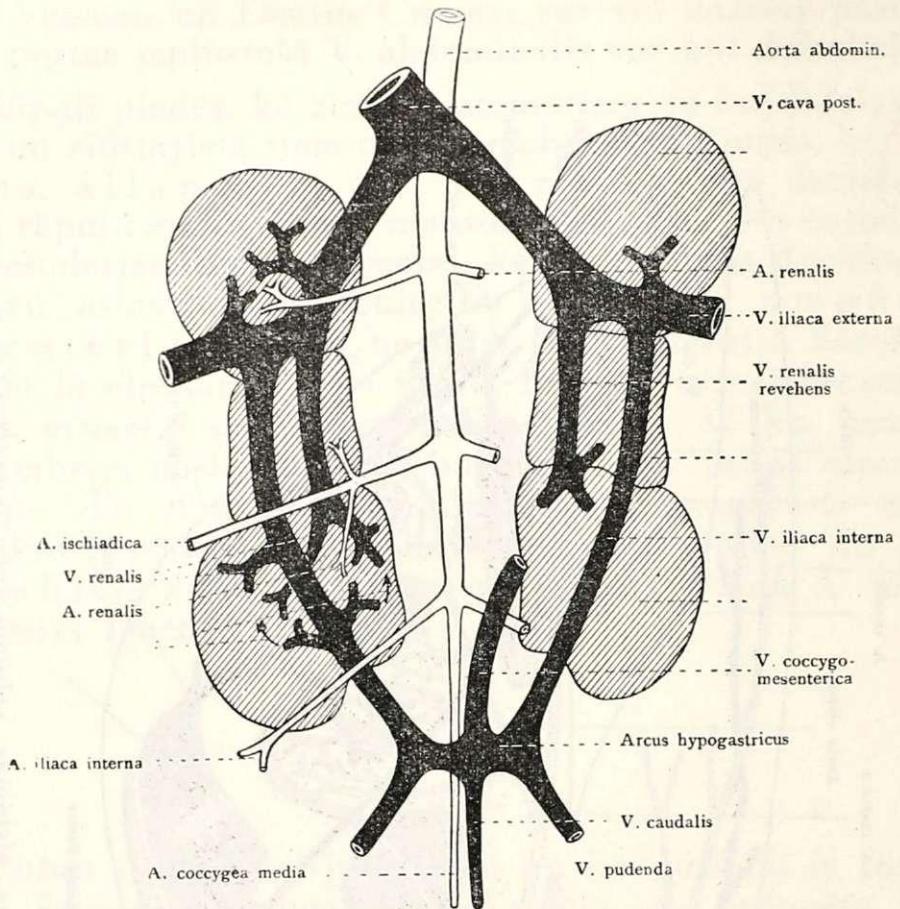
Putni.

Putnu sirds sadalījums labā un kreisā daļā ir jau pilnīgs. Šeit, tā tad, nenotiek oksidēto un reducēto asiņu samaisīšanās. Labā kambaņa plānā siena aptveř bezsienaino kreiso kambari. Pateicoties šādam stāvoklim, labā kambaņa muskulātūra var atbalstīt kreisā kambaņa kontrakcijas spiedienu un veicināt asiņu ieplūšanu aortā un tās zaros. Šeit ir uzglabājies tikai rāpuļu labais aortas loks; tas saņem oksidētās asinis no kreisā kambaņa. A. subclavia atiet tāpat kā krokodīliem un bruņurupučiem no kopīgas A. carotis daļas.

Plaušu artērija saņem pilnīgi nolietotas, reducētas asinis. Ductus Botallii un D. carotici putniem nav satopami. Astei iztrūkstot, šeit nav novērojama arī astes vēna, V. caudalis. V. iliaceae iekšējie zari, V. iliaceae internae vada asinis no reducētā astes reģiona un gurnu joslas reģiona un sadalās nieņu pievedošos vados (V. r e n a - l e s a d v e h e n t e s). Izvadītāji nieņu asinsvadi, V. r. r e - v e h e n t e s , ieplūst pakalkāju vēnās, V. i l i a c a e e x - t e r n a e , vai V. i. communis, kuļa rodas vēnām, V. i. i. un V. i. e. savienojoties. Aknas saņem asinis no vairākām Venae portae. Putnu embrionālā asinsriņķošana stāv ļoti tuvu rāpuļu embrionālai asinsriņķošanai.



Zīm. 53. Baloža asinsriņķotājas sistēmas schēma (pēc Nierstrasz'a-Hirsch'a).

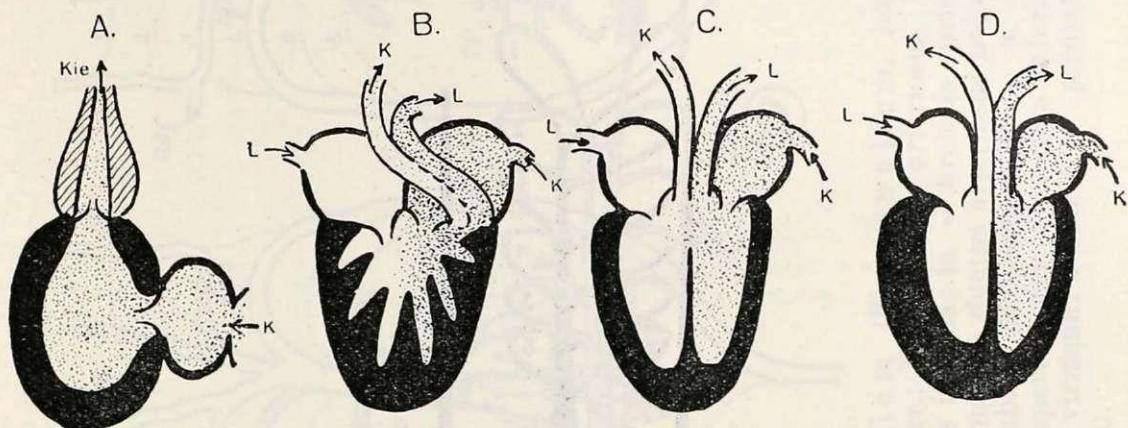


Zīm. 54. Balodis. Asiņu ceļš caur niekiem, ventrāli (pēc Nierstrasz'a-Hirsch'a).

Zīdītāji.

Pilnīgi četros nodalījumos sadalītai zīdītāju sirdij ir tikai kreisais aortas loks, kas atiet no kreisā kambāra. No labā loka uzglabājas tikai pats sākums. Tas apgādā ar asinīm labo A. subclavia. A. car. communis iesākas šeit no kreisā, nevis no labā aortas loka, kā sauropsidiem. No labā kambāra atiet kopēja plaušu artērija. Kas attiecas uz galvas artēriju un A. subclaviae atiešanu no aortas loka, tad zīdītājiem ir novērojama liela dažādība. Tā izpaužas tai faktā, ka attiecīgi asinsvadi ir vai nu viens no otra norobežoti, vai arī savienoti savā starpā. Tā var pastāvēt, atkarībā no dzīvnieka grupas, katrā pusē viens Truncus (pamatzars) brachiocephalicus, vai arī viens nepārs T. br. communis, vai, beidzot, novērojam vieku kopīgu karotīdu pamatzaru, A. carotis communis, un katrā pusē vienu dalītu A. subclavia sākumu.

Zīdītāju vēnu sistēmu sapratisim vislabāk, ja vienlaicīgi aplūkosim tās attīstību. Simmetriski abiem D. Cuvieri rodas divas priekšējās un divas pakaļējās kardinālvēnas, abas V. omphalo-mesentericae, kas iet uz rudimentāro dzeltēnuma maisu, un divas nabas vēnas, V. umbilicales, kas vada asinīs no embrija mīzalpūšķa, allantoisa. Zīdītāju al-

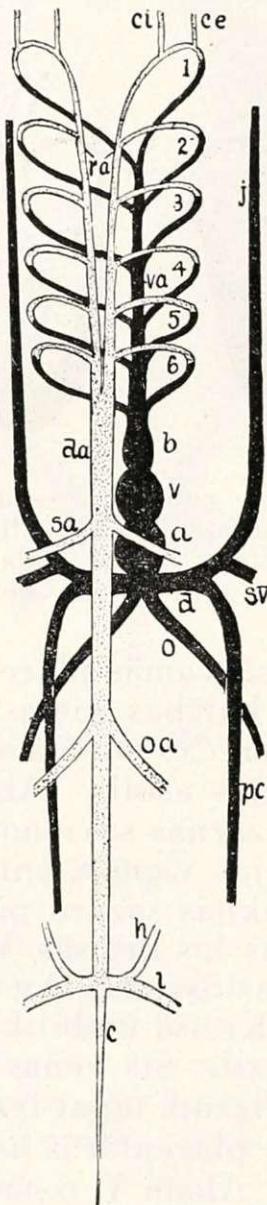


Zīm. 55. Sirds schēmas: A — zivju, B — abiņiekus, C — rāpuļu un D — putnu un zīdītāju. Ar skābekli bagātās asinīs — gaišas, ar skābekli nabagās — punktētas. Bultas rāda asiņu virzienu uz Kie — žaunām, K — ķermenī, L — plaušām (pēc Hesse's un Doflein'a).

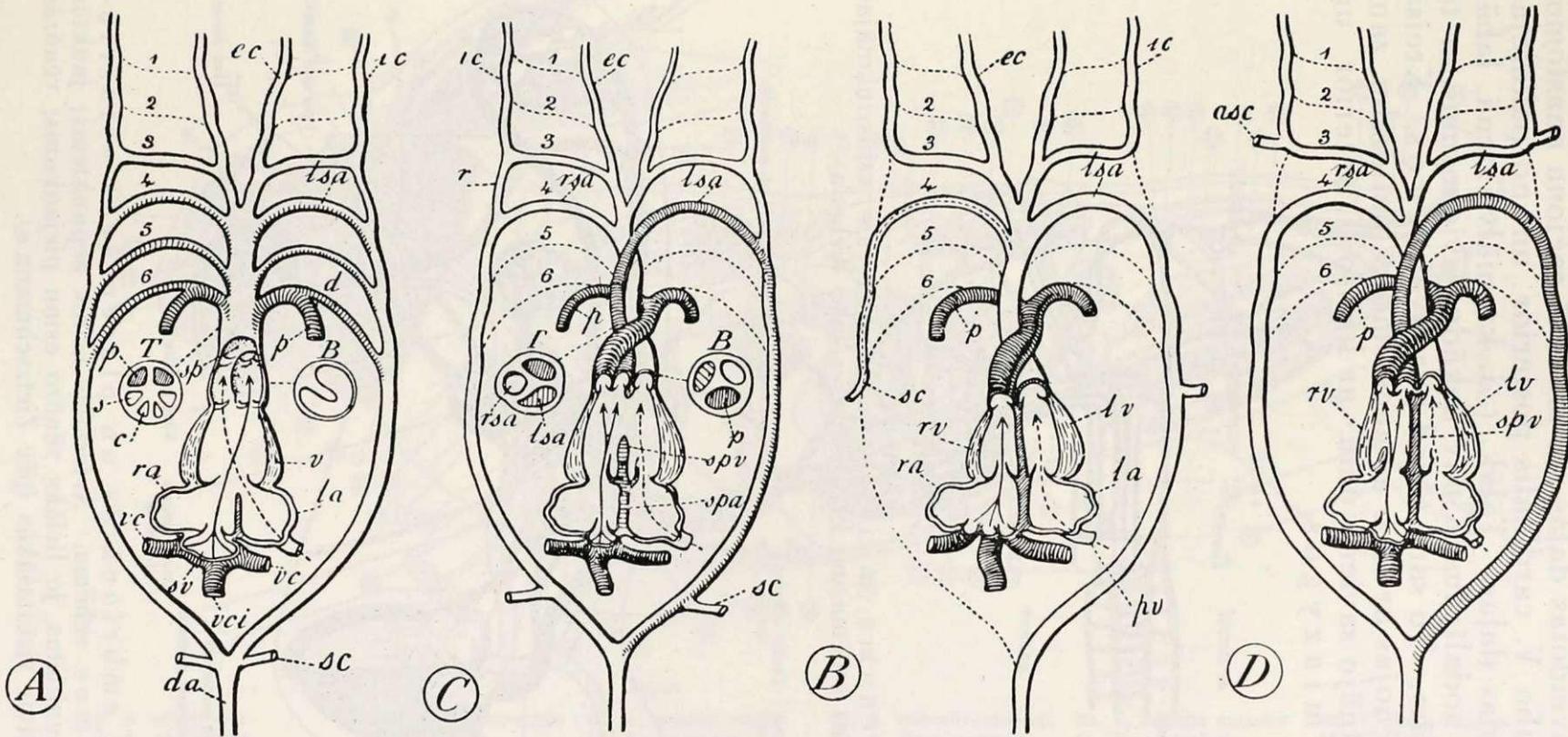
lantois ņem dalību tā saucamās placentas izveidošanā, kuŗa osmōzes ceļā pārņem barības vielas, kā arī skābekli no dzemdes (uterus) sienām. No minētā skaidrs, ka nabas vēnas vada ar skābekli bagātas asinīs. Abas V. omphalo-mes. ir dorsāli un ventrāli no zarnas savienotas savā starpā. No šī stāvokļa vēlāk izveidojas viens vienīgs spirālisks vads. Šīs vēnas priekšējā daļa aknās sazaro pievedošos un izvedošos vados. Bez tam rodas no kreisās V. o.-mes. uz labo pusi cauri aknām ejošais, asinsvads, Ductus Arantii, kas ieplūst vēnōzā sinusā. Kreisā umbilikālvēna pamazām veido sānu zaru uz D. Arantii. Šīs vēnas pirmatnējais savienojums ar vēnōzo sinusu izzūd, tāpat izzūd arī labā umbilikālvēna un, beidzot, visas placentārās asinīs plūst caur aknām tieši uz vēnōzo sinusu. Abām V. o.-mes. savienojoties, rodas V. portae, kas nes asinīs uz aknām. Šo asiņu lielākā daļa nenonāk vis sirdī pa aknu vēnām, bet pa D. Arantii.

Tā kā zīdītāju vēdera vēnas, V. abdominalis, lielākā daļa parasti pazūd un tās atlikums parasti funkcionē tikai kā umbilikālvēnas, tad pazūd savienojums ar V. iliaceae. Pakaļējās kardinālvēnas aizvietojas ar pakaļējo dobjo vēnu. Visas asinīs no ķermeņa kaudālās daļas plūst uz

dobjo vēnu pa kardinālvēnu pakalējām atliekām. Vēlāk kardinālvēnas savienojas gurnu joslas reģionā savā starpā ar speciālu asinsvadu jeb anastomozi. Kreisā kardinālā vēna pazūd, un no anastomozes rodas kreisā Vena iliaca comm. Dobjās vēnas kaudālā daļa atbilst, tā tad, labās kardinālvēnas kaudālai daļai. Pakalējā dobjā vēna rodas

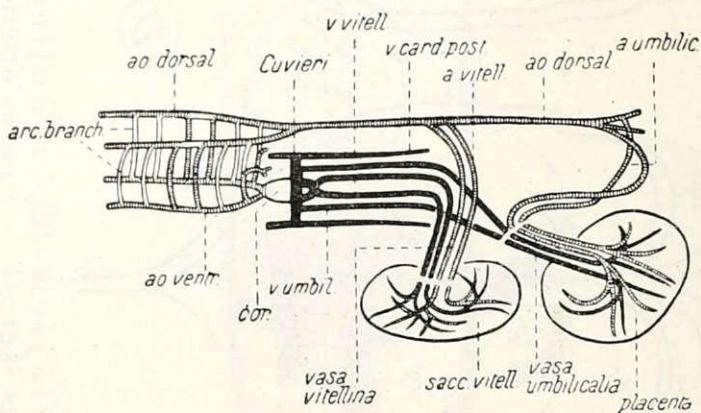


Zim. 56. Mugurkaulnieku embrionālās asinsriņķotājas sistēmas schēma. a — sirds priekškambaris; b — bulbus arteriosus; c — a. caudalis; ce, ci — a. carotis externa un interna; d — ductus Cuvieri; da — aorta dorsalis; i — a. iliaca; j — v. jugularis; o — v. omphalo-mesenterica; oa — a. omphalo-mesent.; pc — v. cardinalis posterior; ra — radices aortae; sa — a. subclavia; sv — v. subclavia; v — sirds kambaris; va — truncus arteriosus jeb aorta ventralis; 1 līdz 6 — aortas loki (pēc Kingsley'a).

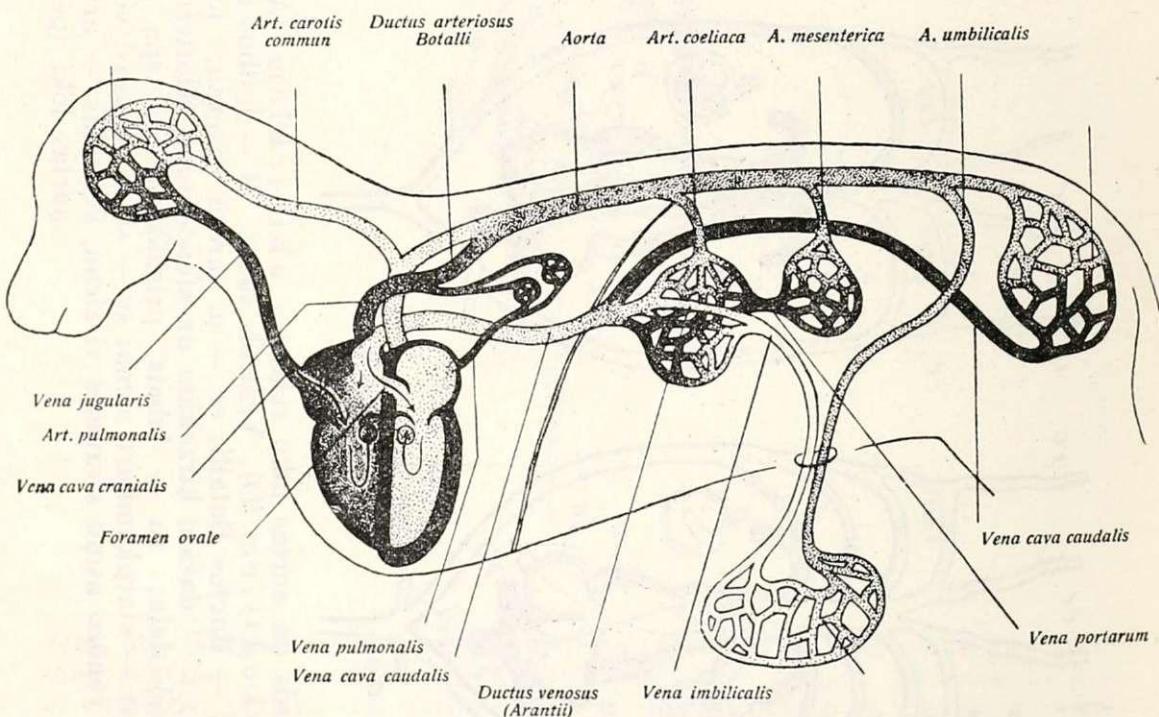


Zīm. 57. Sirds un aortas loku schēmas abiniekiem (A), zīdītājiem (B), rāpuliem, izņemot krokodīlus, (C) un krokodīliem (D). Ventrāls skats. B — bulbus arteriosus šķgr.; T — truncus arteriosus šķgr.; asc — a. subclavia; d — ductus Botalli; ec — a. carotis externa; ic — a. carotis interna; la — kreisais priekškambaris; p — plaušu vēna; r — dažām ķirzakām un sfenodonām (Hatteria) kā funkcionējošs ductus arteriosus paliekoša aortas sakne (radix aortae) daļa; ra — labais priekškambaris; spa — priekškambā starpsiena; sc — a. subclavia; spv — kambaris; spv — starpkambāru sienas; sv — sinus venosus; vc — v. cava superior; vci — v. cava inferior; nepārtrauktās bultas rāda vēnōzo asiņu straumes virzienu, svītotās — artēriālo asiņu virzienu; 1 līdz 6 — pirmatnējie embrionālie aortas loki (pēc Goodrich'a).

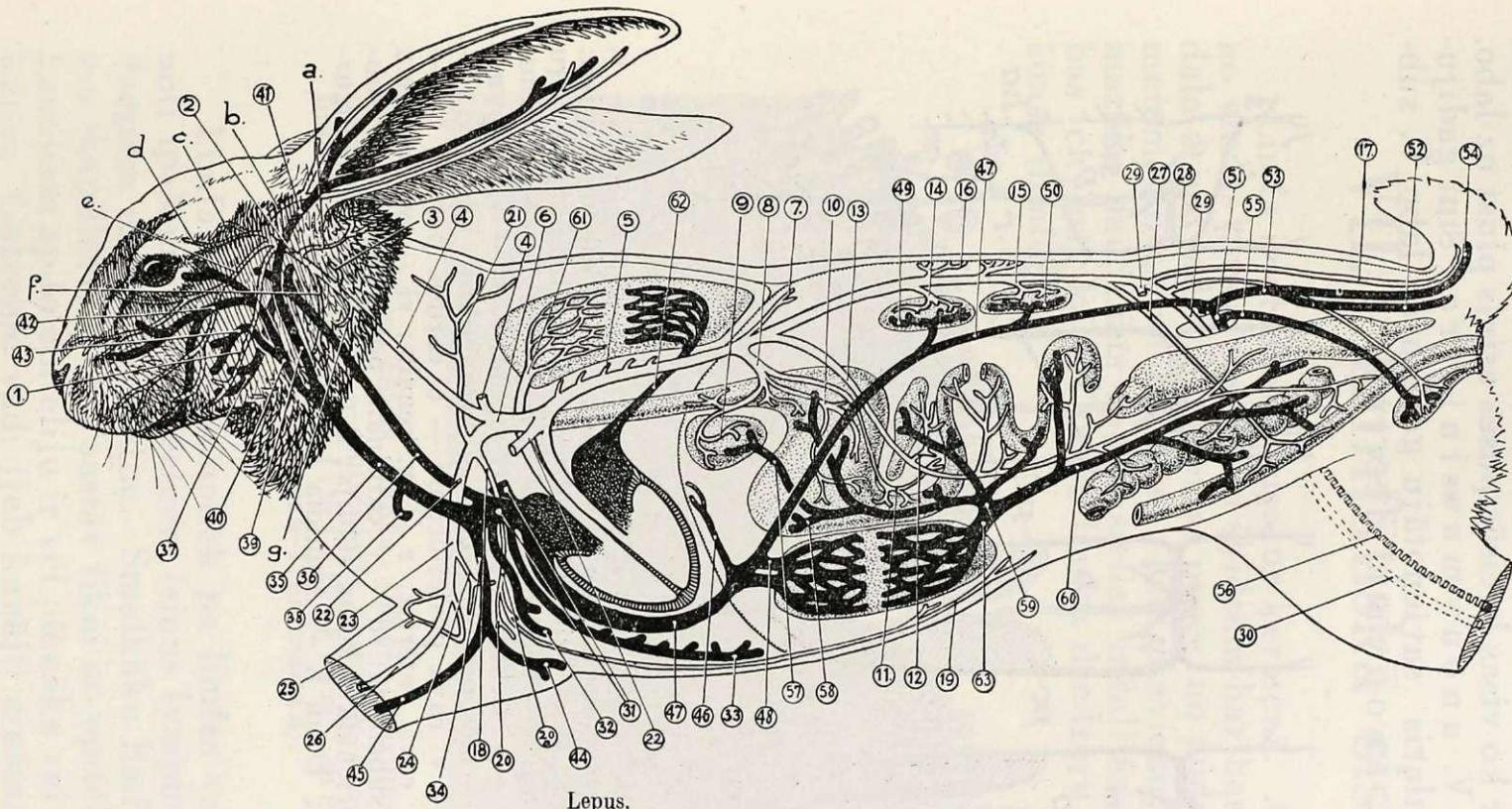
parasti no četrām daļām: no labās V. omphalo-mesenterica, no vienas jaunveidotas daļas, no labās šī reģiona anastomozes daļas ar labo V. cardinalis posterior un no pakaļējās šīs pēdējās vēnas daļas. Tālāk, t. i. kraniālvīzienā, labās kardinālvēnas nodalijumam nav nekādu savienojumu ar tā pakaļējām daļām. To sauc tagad par V. azygos. Kreisā V. azygos savienojas ar labo ar anastomozes palīdzību, zaudē savu pirmatnējo savienojumu ar kreiso C. anterior un saucas V. hemiazygos.



Zīm. 58. Dzeltenuma maias un placentas asinsriņķotās sistēmas schēma, no kreisās pusēs (pēc Weber'a).



Zīm. 59. Zīdītāja embrionālās un placentārās asinsriņķotās sistēmas schēma. Arteriālās asinis nepunktētas; jauktās asinis jo vairāk punktētas, jo lielāks vēnōzo asiņu piejaukums; vēnōzās asinis vistumšākās (pēc Zietzschiemann'a).

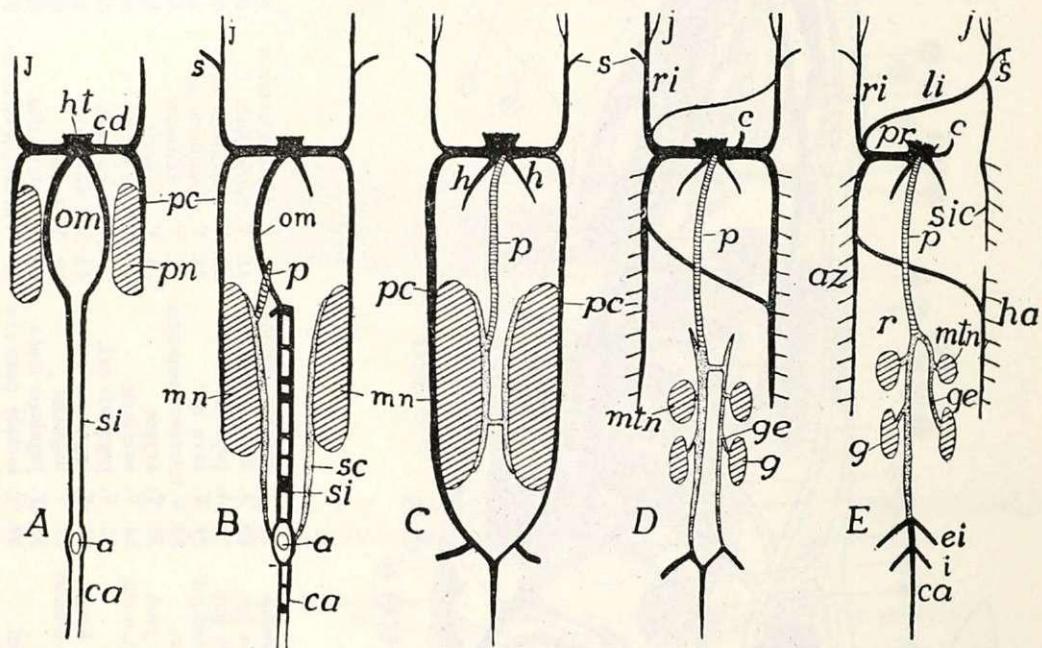


Lepus.

a. occipitalis	6. Trunc. brachio-ceph.	17. A. sacralis media	28. A. vesicalis (uterina)	40. V. facialis anterior	52. V. iliaca interna
b. A. auricularis	7. A. phrenica	18. A. mamma int.	29. A. iliaca externa	41. V. auricularis	53. V. iliaca comm.
c. A. maxillaris interna	8. A. coeliaca	19. A. epigastrica sup.	30. A. poplitea	42. V. maxillaris ext.	54. V. sacralis
d. A. temporalis	9. A. lien. u. gastro-	20. Rami intercost. d.	31. V. cava ant.	43. V. maxillaris int.	55. V. vesicalis
e. A. maxillaris externa	epiploica	Art. mamm.	32. V. intercost. suprema	44. V. mamma	56. V. poplitea
f. A. laryngea	10. Aa. gastricae	21. A. cervicalis prof.	33. V. azygos	45. V. axillaris	57. V. lienal
g. A. thyreoidea	11. A. gastro-duoden.	22. A. subcl. dext. u. sin.	34. V. subclavia	46. V. phrenica	58. V. gastrica
1. A. lingualis	12. A. pancreo-duoden.	23. A. axillaris	35. V. jugularis ext.	47. V. cava post.	59. V. mesent. sup.
2. A. carotis externa	13. A. mesent. sup.	24. A. thoracica longa	36. V. jugularis int.	48. Vv. hepaticae	60. V. mesent. inf.
3. A. carotis interna	14. A. renalis	25. A. circumfl. humeri	37. V. lingualis	49. V. renalis	61. A. pulmon.
4. A. carotis communis	15. A. spermatica	26. A. brachialis	38. V. jugularis trans.	50. V. spermatica	62. V. pulmon.
5. Aa. intercostales	16. Aa. lumbales	27. A. mesent. inf.	39. V. facialis posterior	51. V. il. ext., dext. u. sin.	63. V. portae hepat.

Zīm. 60. Truša asinsriņķotājas sistēmas schēma (pēc Nierstrasz'a-Hirsch'a).

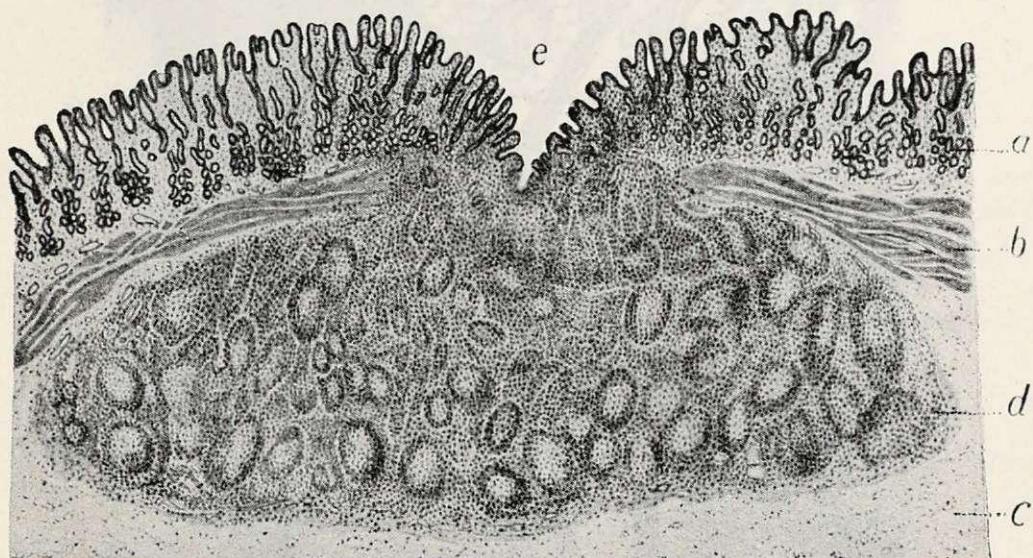
No galvas nākošā priekš. kard. vēna, šeit saukta V. jugularis, savienojas ar V. subcl. un veido tā katrā pusē priekš. dobjā vēnu. Arī šeit var izveidoties anastomoze no kreisās uz labo pusi, caur ko visas kreisās puses asinis plūst uz labo. Šī anastomōze ir V. anonyma sinistra. Šinī gadījumā labās V. jugularis savienotāju gabalu ar labo V. subclavia sauc arī V. anonyma dextra.



Zīm. 61. Mugurkaulnieku vēnu attīstība. a — anus; az — v. azygos major; c — v. coronaria; ca — v. caudalis; cd — ductus Cuvieri; ei — v. iliaca externa; g — dzimumdziedzeri; ge — dzimumdziedzeru vēnas (v. spermatica vai v. ovariaca); h — v. hepatica; ha — v. hemiazygos; ht — sirds; i — v. ischiadica; j — v. jugularis; li — v. anonyma sinistra (kreisā); mn — mesonephros; mth — metanephros; om — v. omphalomesenterica; p — v. cava posterior; pc — c. cardin. poster.; pn — pronephros; pr — v. cava anterior; r — v. renalis; ri — v. anonyma dextra (labā); s — v. subclavia; sc — v. cardinalis posterior; si — v. subintestinalis; A — embrionālā sākuma stādija; B un C — zemākie mugurkaulnieki; D un E — Amniota (pēc Kingsley'a).

VII. Limfātiskā sistēma.

Limfa ir atrodama viscaur ķermenī. Audu spraugās tā, no vienas puses, sastāv no šķidrām barības daļinām, ko izdala asins vadi, un, no otras puses, no audu šūnu regresīvās metamorfōzas produktiem. Tam pievienojas vēl lielāks vai mazāks daudzums zarnu sienas izdalītās sagremotās barības (chylus), kā arī īpašu limfas dzedzeru izveidotās limfas šūnas (limfociti).

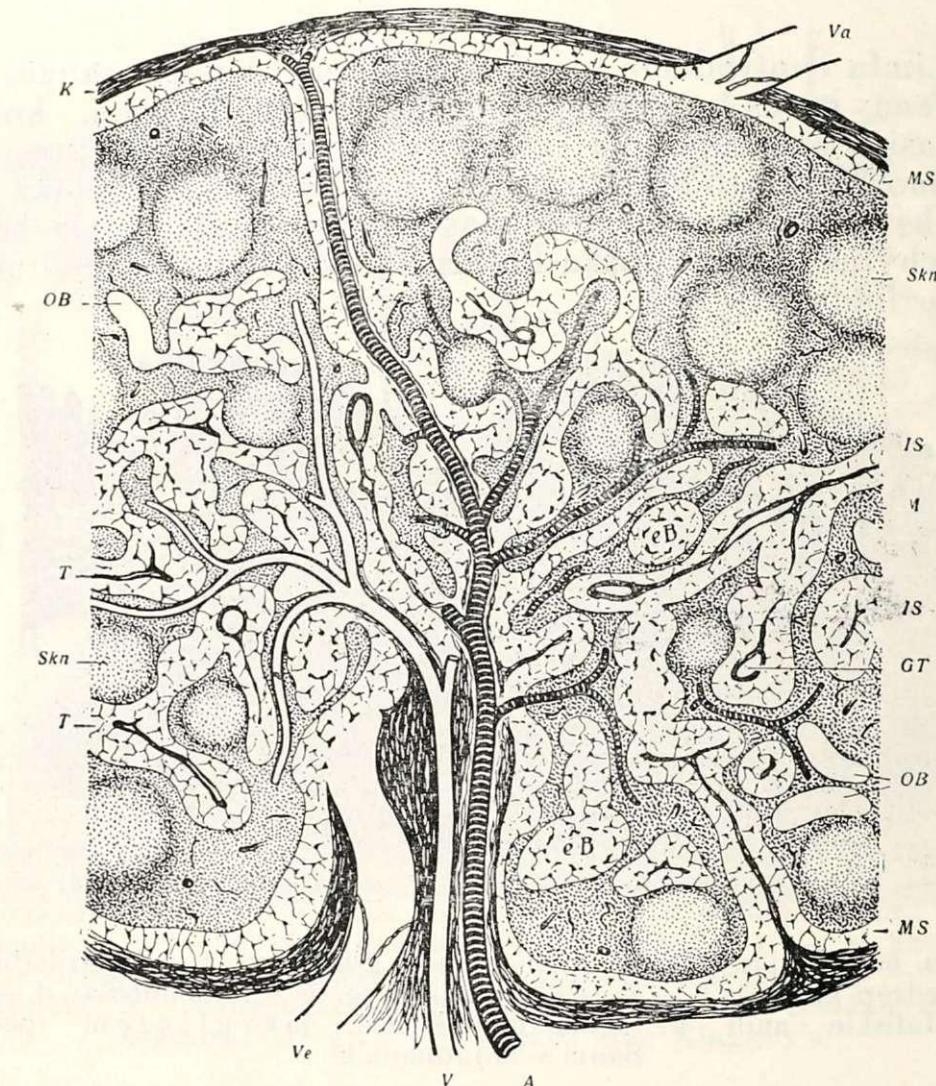


Zīm. 62. Mājas cūkas kuņķa sienas griezums; a — kardiālie dziedzeļi glotādā; b — muscularis mucosae; c — submucosa; d — limfātiskie audi ar limfātiskiem mezgliņiem (pēc Baum'a-Trautmann'a).

Limfas transports notiek pa limfas vadiem, kas pievienoti īpašām limfas tvertnēm (sinus lymphatici), limfas dziedzeļiem un limfas sirdīm. Smalkāko limfas vadu sazaroju mu (kapillāru) sienas sastāv tikai no epitelija šūnām; limfas kanāliem ap šo epiteliju ir vēl plānāka vai biezāka saistaudu kārtā. Galvenie vadi (jeb kanāli) zināmās vietās ievada limfu asins vados. Tikai lielākiem limfas vadiem ir lielākā vai mazākā mērā noteikts topografisks stāvoklis. Patiesībā jāizšķir divas limfas vadu grupas: viena, kas atrodas dziļi

ķermenī, un otra, kas atrodas vairāk virspusē; pēdējā sastāv no mazākiem vadiem.

Limfas sirdis ir kontraktīli limfas vadu paplašinājumi; to iekšpuse izklāta ar epitēliju (endotēliju), sienas vidū atrodas elastīga saistaudu kārta, bet no ārpuses tai piegulst šķērsvītroto muskuļu kārta. Putnu un zīdītāju limfas vadībos ir vārstuļi, kas nēlauj limfai tecēt atpakaļ.

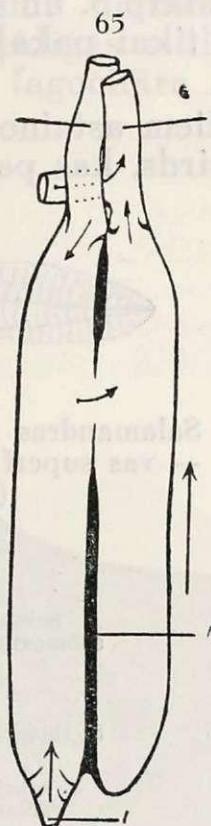
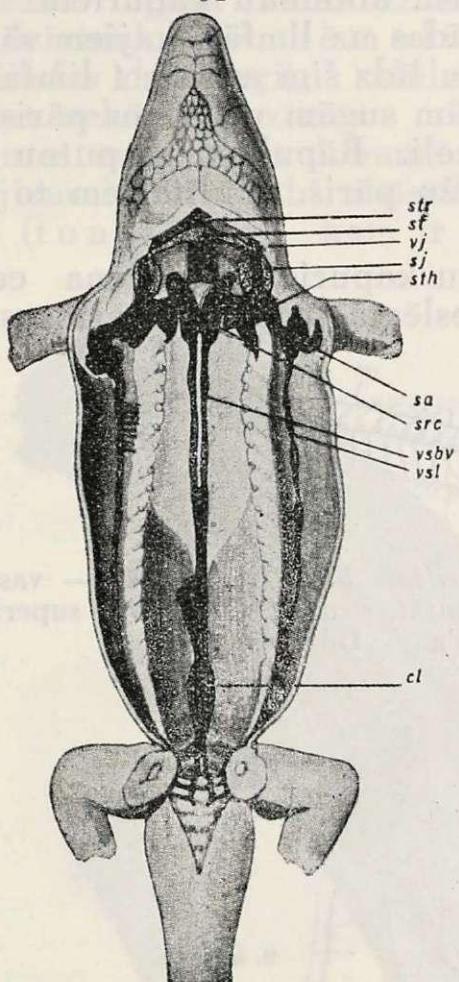


Zīm. 65. Limfātiskā mezgla (dziedzera) schēma. A — artērija; K — kapsula; M — serdes stiegra; MS — limfātiskais malas sinuss; IS — limf. iekšējais sinuss; Skn — sekundārie limfāt. mezgliņi mizas substāncē; V — vena; Va — pievadītājs limf. vads; Ve — aizvadītājs limf. vads (pēc Heudorfer'a).

Limfas galveno vadu novietojumu un virzienu rāda pievienotie attēli. Mazliet apstāsimies tikai pie zīdītājem. Līdztekus aortai atrodami divi galvenie vadi — krūšu vadi (*ductus thoracici*), no kuļiem parasti tikai viens

mēdz būt labi attīstīts. Cilvēka kreisais d. thoracicus izveidojas celoma dobumā gurnu reģiona īsajiem vadiem (trunci lumbales), kas vada limfu no apakšējām ekstrēmitātēm, savienojoties ar truncus intestinalis, kas vada zarnas limfu (chylus). Tai vietā, kur šie trīs vadi savienojas,

64



Zīm. 64. Kirzakas *Lacerta viridis* limfu vadi. cl. — cisterna lymphatica; sa — sinus axillaris; sj — sinus jugul.; src — sinus retrocardialis; st — sinus thyreoideus; sth — sinus thoracicus; str. — sinus trachealis; vj — vas jugul.; vsbv — ductus thoracicus; vsl — vas superf. lat. (pēc Hoyer'a).

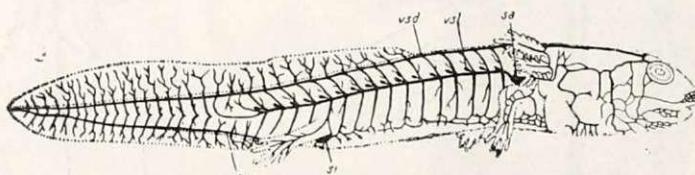
Zīm. 65. Zivju astes limfatiskā sirds; h — starpsiena; l — pievadītāji limfu vadi; v — aizvadītāja vena, v. caudalis (pēc Favaro).

atrodas paplašinājums, cysterna chyli, no kura sākas d. thoracicus. Tas atveras asins vadā, tur, kur kreisā jugulārā vēna (v. jugularis) savienojas ar kreiso zematslēgas kaula vēnu (v. subclavia). Ar kreiso un labo d. thoracicus savienojas limfas vadi, kas pieved limfu no attiecīgās galvas vai kakla puses, kā arī no priekšējām ekstrēmitātēm. Virspuses vadi rodas saplūstot daudziem tievākiem

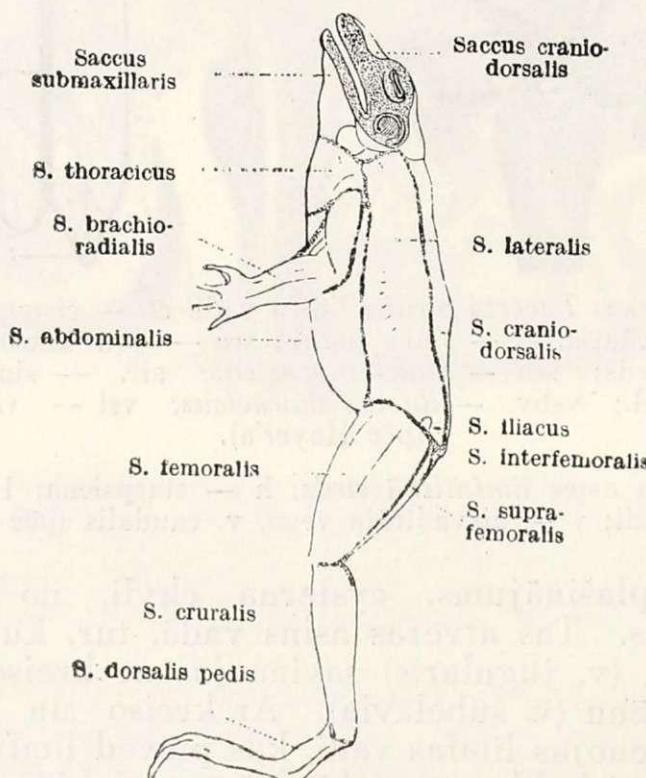
kanāļiem, kas atveļas limfas dziedzeņos. No šejienes iz-ejošie vadi beidzot ietek jau aprakstītajos galvenajos vados.

L i m f a s s i r d i s, kas dzen limfu vēnu sistēmā, zi-vīm atrodas astē (kā pārveidīgs vai 1 nepārveidīgs organs). Astain. abiniekim un bezast. abinieku kāpuriem tās ir segmentāli sakārtotas zem ādas uz limfātiskajiem sānu va-diem. Bezastain. abiniekim līdz šim atrasts 1 limfas siržu pāris bļodas apvidū un dažām sugām vēl viens pāris kakla apvidū starp 3. un 4. skriemeli. Rāpuļiem un putnu embri-jiem ir tikai pakaļējais siržu pāris. Zīdītājiem to nemaz nav.

Dažiem astaino abinieku kāpuriem ir viena centrālā limfas sirds, kas pa daļai ieslēgta *truncus arteriosus* sienā.



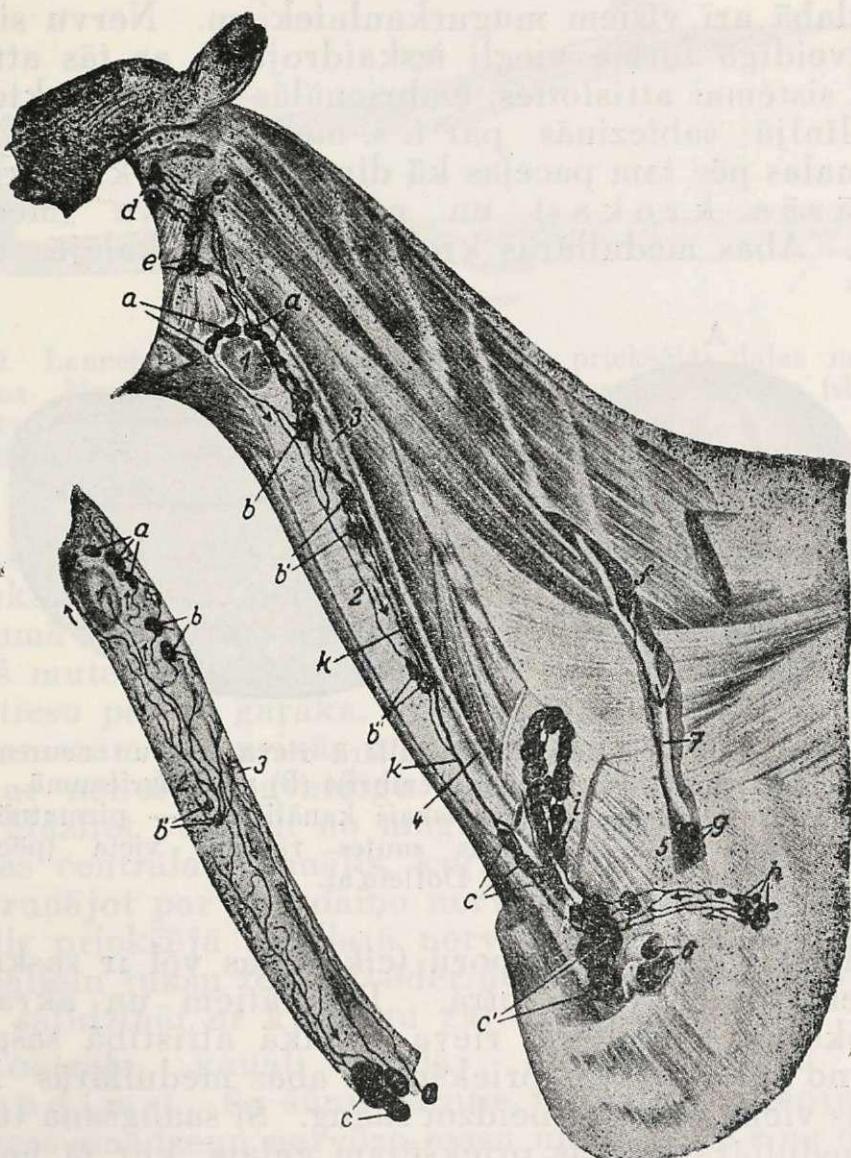
Zīm. 66. Salamandras kāpura perifērie limfu vadi. vsd — vas superf. dors.; vsl — vas superf. lat. ar limfat. sirdim; vsv — vas superf. ventr. (pēc Hoyer'a — Udziel'a).



Zīm. 67. Vardes zemādas limfātiskie dobumi (pēc Gaupp'a).

Bez īstajiem limfas dziedzeļiem visiem mugurkaulniekiem ir vēl kāds organs, kas pēc savas vispārējās uzbūves gan līdzinās limfas dziedzerim, bet kam nav ne limfas pieņesēj- ne aiznesējvadu. Šis organs ir t. s. liesa. Tās uzdevums esot galvenā kārtā sarkano asins ķermenīšu iznīcināšana. Īpaša limfas dziedzeļu modifikācija ir siltasiņu dzīvnieku t. s. hēm o l i m f ā t i s k i e dziedzeļi (asinslimfas dziedzeļi); salīdzināmā anatomijā tiem to mēr nav nekādas nozīmes.

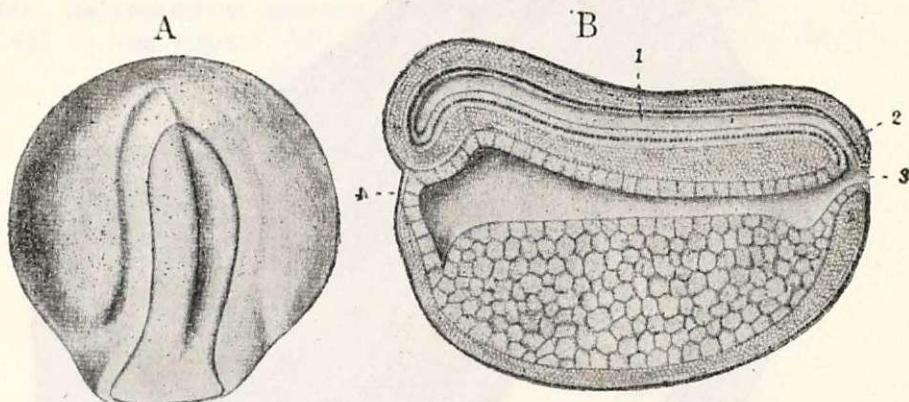
Mutes un gāmura dobumā sastopamie limfas organi zīditājiem izveido labi attīstītas pārveidīgas rīkles mandeles (tonsillae), kam ir noteikti fagocitāra loma.



Zīm. 68. Zirgs. *Limfatiskie vadi un mezgli*. A — tracheja un barības vads; B — kakla limfatsiskā sistēma; 1 — vairoga dziedzeris; 2 — tracheja; 3 — barības vads; 4 — a. carotis communis (pēc Baum'a — Trautmann'a).

VIII. Nervu sistēma.

Chordaiņo (tā tad tunikātu un mugurkaulnieku) nervu sistēma kā savas attīstības, tā uzbūves ziņā ir ļoti raksturīga. Primitīvām tunikātu formām tā tukšas cauruļes (nervu jeb neurālās cauruļes) veidā stiepjās dorsāli no zarnas un chordas caur visu ķermenī. To pašu raksturu tā uzglabā arī visiem mugurkaulniekiem. Nervu sistēmas cauruļveidīgā forma viegli izskaidrojama ar tās attīstību. Nervu sistēmai attīstoties, embrionālās muguras ektoderms vidus līnijā sabiezinās par t. s. medullāro plātni, kurās sānu malas pēc tam paceļas kā divas garenas krokas (medullārās krokas) un norobežo rievu (medullāro rievu). Abas medullārās krokas aptver pakalējā dorsālā

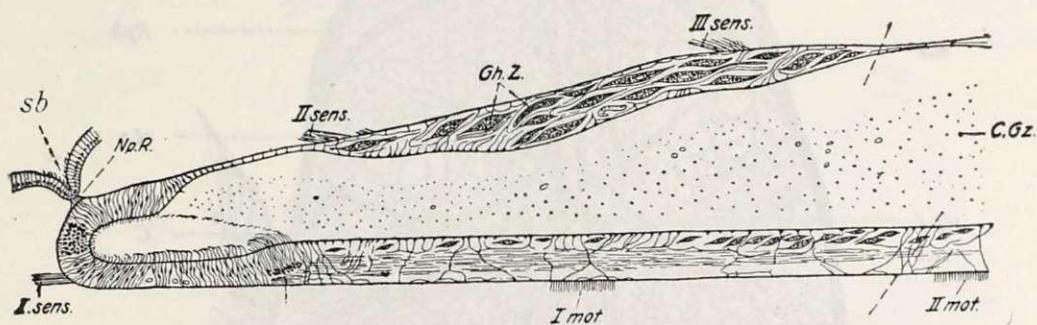


Zīm. 69. Varžu embriju medullārā rieva (A) un neurenteriskais kanālis (c. neuretericus). Vecākais embrījs (B) mediālgriezumā. 1 — medullārā rieva, 2 — neurenteriskais kanālis, 3 — pirmatnējā mutes (vēlāk aizveras) 4 — definitīvās mutes rašanās vieta (pēc Hesse's un Doflein'a).

plāksnē novietoto blastoporu (ciktāl tas vēl ir saskatāms), un šeit pāriet viena otrā. Tunikātiem un akranijiem (amfioksam) medullārā rieva vēlākā attīstībā sašaurinās sākot no pakalgalas uz priekšu, jo abas medullārās krokas tuvojas viena otrai un beidzot saaug. Šī saaugšana turpinās līdz medullārās rievas priekšējam galam, kur tā nenotiek, tā ka šeit noslēgtā rieva atveļas uz āru ar mazu poru (neuroporus). Tā no medullārās rievas izveidojas vienkārtaina epitēlija medullārā rievale, kas beidzot atrai-

sās no ārējā ektoderma. Priekšā tā ar neuroporu atveras uz āru, bet pakaļējā galā ar pirmatnējā blastopora palīdzību paliiek saistīta ar zarnas pakaļējo galu (t. s. *canalis neuretericus*). Kraniotiem mugurkaulniekiem medullārās rievas aizvēršanās sākas vēlākā pakaļējo smadzeņu apgabalā un no turienes virzās uz priekšējo un pakaļējo galu.

Lancetnieka (*Amphioxus*) centrālā nervu sistēma atrodas tik zemā attīstības pakāpē, ka tā jāapskata atsevišķi. Tās vienkāršība vispirms izpaužas tai apstāklī, ka te pilnīgi trūkst galvas smadzeņu paplašinājuma priekšējā galā. Tā tad pretēji visiem kraniotiem, šeit nav ārē-

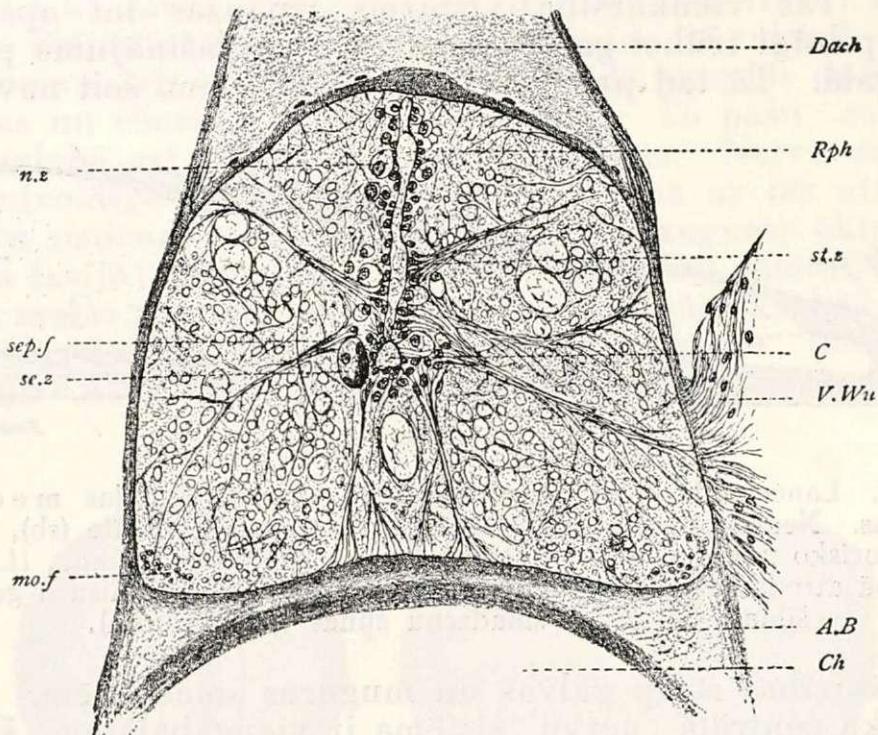


Zīm. 70. Lancetnieka nervu sistēmas priekšējās daļas mediālgriezums. Neuroporusa atlieka (Np. R.), skropstainā bedrīte (sb), jūtīgo un motorisko nervu saknes (I. sens., II. sens., III. sens., I. mot., II. mot.) patiesībā atrodas vairāk vai mazāk laterāli; C. Gz. kommisuru ganglijūnas; Gh Z. — smadzeņu šūnas (pēc Franz'a).

jas izšķirības starp galvas un muguras smadzenēm. Lancetnieka centrālā nervu sistēma ir viengabalaina, šķērsgriezumā tuvināti trīsstūraina stiegra, kas priekšgalā priekš mutes nobeidzas ar smailu galu, tā ka chorda ir labu tiesu par to gařāka. Uz pakaļgalu muguras smadzenes pamazām sašaurinās un nobeidzas gandrīz pie chordas gala ar nelielu, pogveidīgu uztūkumu (vesicula terminalis). Mazliet ventrāli no muguras smadzeņu vidējās ass atrodas centrālais kanālis, kuŗa izcelšanos tikko apskatījām, runājot par chordaiņo nervu sistēmas izcelšanos. Šis kanālis priekšējā smailajā nervu stiegras daļā paplašinās par palielu tukšu telpu (vēderiņu), kādēļ šo daļu vispārīgi mēdz salīdzināt ar kraniotu galvas smadzenēm.

Centrālo kanāli izklāj epitelija šūnu kārta (ependīms). Šo šūnu zarotie izaugumi stiepjas caur muguras smadzeņu nervōzo masu un veido neurogliju (smadzeņu balstaudus). Pakaļgalā muguras smadzeņu caurule, sākumā saliecoties, savienojas ar zarnas caurules pakaļējo galu (*canalis neuretericus*). Vēlāk šis savieno-

jums pilnīgi izzūd. Priekšā muguras smadzeņu caurule sākumā ar neuropora palīdzību atveļas galvas reģiona virspusē. Vēlāk šī vieta novirzās pa kreisi un dod t. s. ožas bedrīti, pie kam caurums aizveļas. Tomēr izaugums, kas atiet no nervu caurules uz bedrīti, uzglabājas kā **lobus olfactorius** (jeb l. *impar*, *recessus neuroporicus*). Pēc dažām ziņām ožas bedrīte pat paliekot visu laiku vaļā.

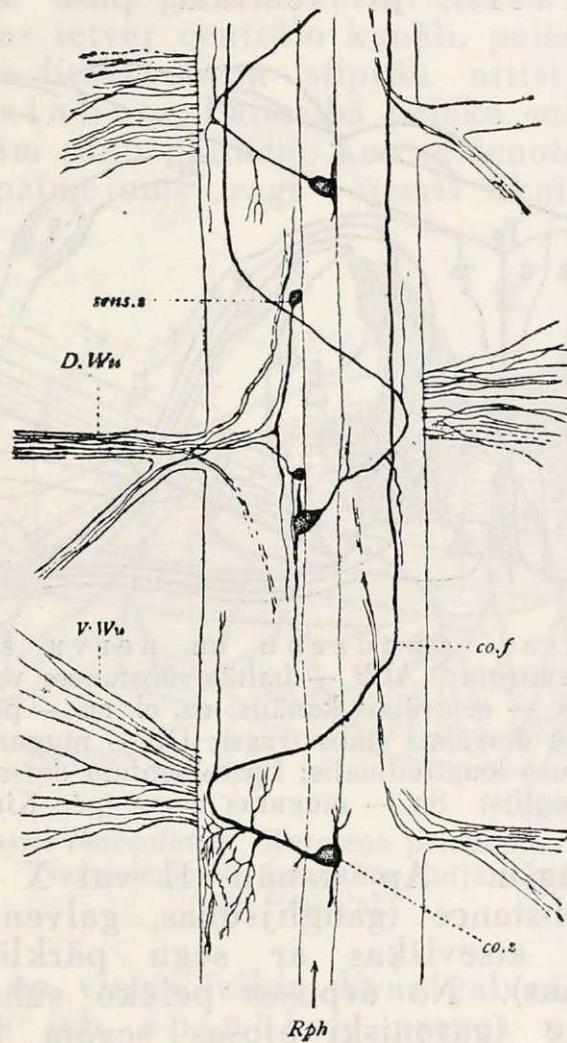


Zīm. 71. Lancetnieka mugursmadzenes šķērsgrize umā. C — centrālais kanālis; st.z — neuroglijas šūnas; sep.f — neuroglijas šķiedras; n.z — nervu šūnas; se.z — Hesse's redzes šūna; mo.f — motoriskās nervu šķiedras; V.Wu — motorisko nervu saknes; Ch — chorda (pēc Schneider'a).

Neurālās caurules priekšējā daļā, kuŗu var salīdzināt ar kraniotu galvas smadzenēm, var izšķirt divus reģionus: priekšējo, kuŗa vāks jumtveidīgi slīps un sakarā ar to rodas priekšējā gala smailums, un pakalējo gaļāko reģionu. Pirmais aptveļ paplašināto vēderiņu.

Nedaudzās muguras smadzeņu ganglijšūnas (pelēkā substāns) grupējas ap centrālo kanāli, sevišķi ap tā dorsālo plaisveidīgo turpinājumu, un nereti iet tam šķērsām cauri. Muguras smadzeņu galveno masu rada lielāko tiesu gareni ejošās kailās nervu šķiedras (**baltā substāns**).

Ganglijšūnu lielums ir ļoti dažāds. Lielāko nervu šūnu kārta sevišķi sastopama pakaļējā smadzeņu reģiona jumtā. Tālāk muguras smadzenēs sastopam rindu vienu aiz otras novietotu milzu ganglijšūnu, kas brīnišķā kārtā piegūl centrālā kanāļa rievai un sūta abās smadzeņu pusēs savus smalkos izaugumus. Bez tam no katras milzu ganglijšūnas ventrālā virzienā atiet arī pa vienai kolosalai nervu šķiedrai.

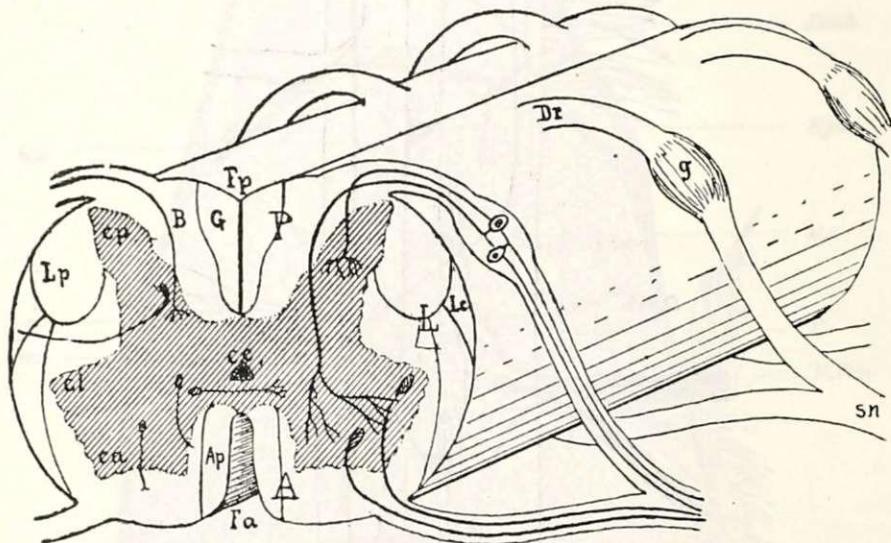


Zīm. 72. Lancetnieka mugur smadzenes horizontālgriezumā; D.Wu — jūtīgo nervu sakne; V.Wu — motorisko nervu sakne; sens.z. — jūtīgā ganglijšūna; co.z — milzu ganglijšūna; co.f — milzu ganglijšūnas šķiedra; Rph — centrālais kanālis (pēc Retzius'a).

Visiem mugurkaulniekiem nervu caurule sadalās divās daļās: galvas smadzenēs (cerebrum), kas atrodas galvas kausā, un tām sekojošās **muguras smadzenēs (medulla spinalis)**.

Pēdējās stiepjas eaur visu ķermenī līdz astei, vai pat iestiepjas tanī iekšā. Tās atrodas mugurkaulā. Muguras

smadzeņu iekšējais dobums embrijam ir liels, bet sānu sieņām paplašinoties, tas klūst arvien šaurāks. Beidzot kā loti smalks kanālis paliek pāri tikai tā ventrālā daļa, bet dorsālā uzglabājas šķērssiens (septum dorsale) veidā. Muguras smadzeņu šķērsgriezums ir šķērsu ūvāls vai ieapaļš, tikai apalmutēm un chimēram tas ir plakans, lentveidīgs. Sākot ar abiniekiem ventrālā daļā izveidojas gareniska rieva (fissura ventralis s. longitudinalis), jo ventrālā puse aug spēcīgāk

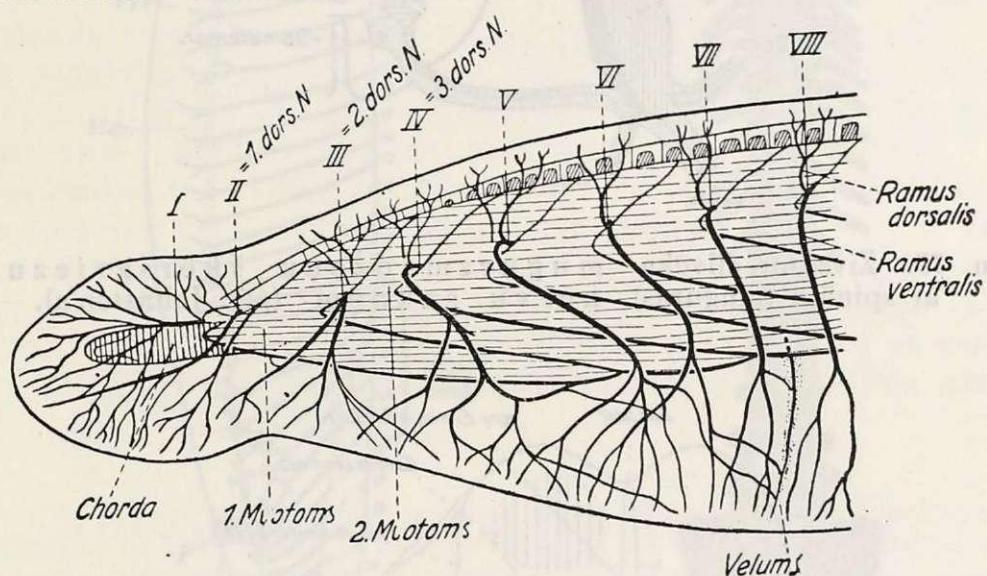


Zīm. 73. Muguras smadzeņu un nervu sakņu schēma; pelēkā substance svītrota; ALP — baltās substances ventrālā, sānu un dorsālā stiegra; cc — centrālais kanālis; ca, cl, cp — pelēkās substances ventrālais, sānu un dorsālais stabs (rags); Dr — muguras nerva dorsālā sakne; Fa — fissura longitudinalis; Fp — septum dorsale; g — dorsālās saknes ganglijs; Sn — muguras nervs (pēc Kingsley'a).

izceļas uz augšu. Ap kanāli H vai X veidā izplešas pelēkā substance (ganglijšūnas, galvenā kārtā kailās šķiedras, atsevišķas ar segu pārklatās šķiedras un balstu šūnas). No ārpuses pelēko substanci apkāj baltā substance (gareniski ejošas segām klātās šķiedras un balstu šūnas). Tā tad tikai pelēkā substance satur ganglijšūnas, kamēr baltā sastāv no šķiedrām, kas savieno dažādus muguras un galvas smadzeņu reģionus. Tādēļ arī pelēko substanci var apzīmēt par muguras smadzeņu speciālo aparātu, bet balto par vadītājaparātu.

Apaļmutēm vēl nevar izšķirt pelēko un balto substanci, jo tām muguras smadzenēs vēl nav segām klāto šķiedru. Tā tad šīnī ziņā tās ir līdzīgas lancetniekiem. Zivim un abiniekiem motoriskās šūnas bieži mēdz būt loti lielas; to dendriti bieži sniedzas līdz t. s. pakaļējiem ragiem un iet

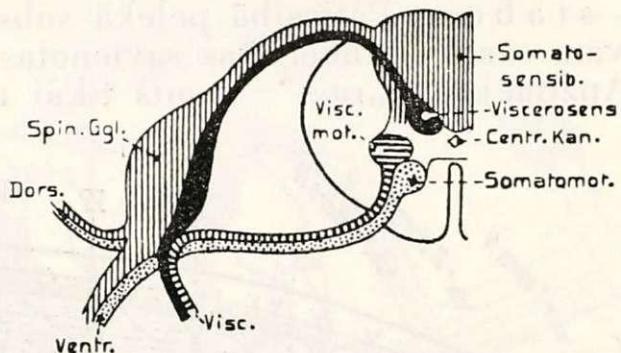
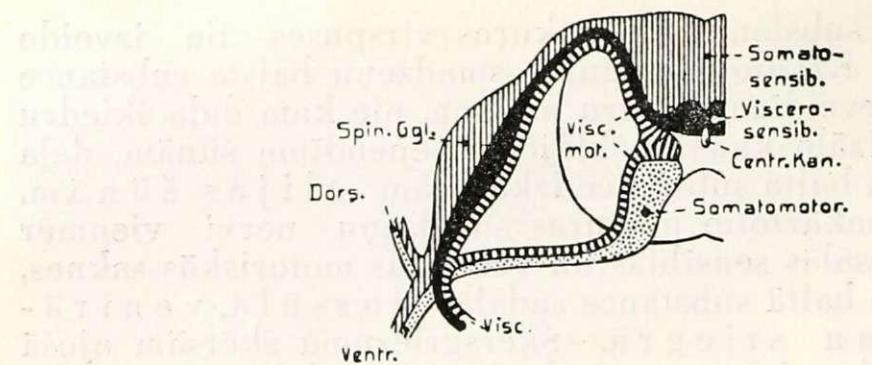
cauri baltai substancei, zem kuļas virspuses tie izveido malu režgi. Kraniotu muguras smadzeņu balsta substance sastāv no filcveidīga šķiedru pinuma, pie kam daļa šķiedru iziet no centrālo kanāli izklājējām ependīma šūnām, daļa no pelēkā un baltā substancē izkaisītām glījas šūnām. Segmentāli sakārtotie muguras smadzeņu nervi vienmēr sākas no dorsālās sensiblās un ventrālās motoriskās saknes, sakarā ar ko baltā substance sadalās dorsālā, ventrālā un sānu stiegrā. Šķērsgriezumā šķērsām ejošā kommisūrā, kas ietver centrālo kanāli, pelēkā masa sadalās dorsālos un lielāko tiesu stiprāk attīstītos ventrālos rāgos un stabos. Patiesībā pelēkā substance dabīgi sastāv no divām sānu plātnēm, kas savienotas ar vidēju šķērstiltu. Apzīmējums „ragi“ nemts tikai no šķērsgriezuma ainas.



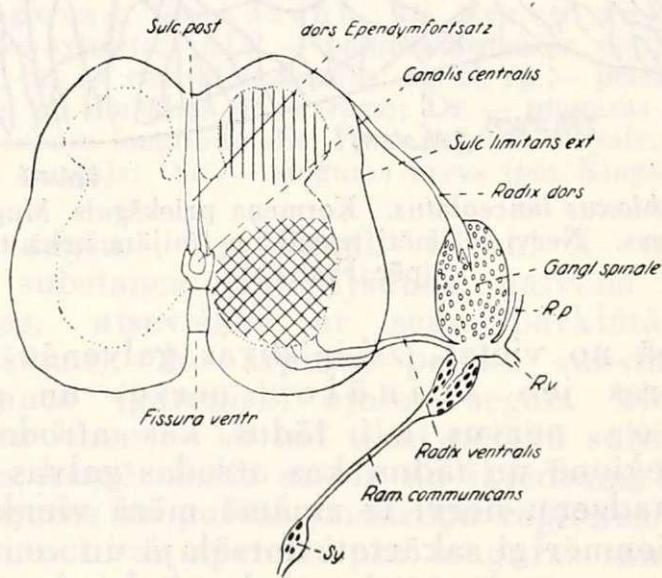
Zīm. 74. *Amphioxus lanceolatus*. Ķermeņa priekšgals. Muguras nervu sakārtojums. Nervi iezīmēti resnākām līnijām nekā tie ir patiesībā (pēc Franz'a).

Atkarībā no vietas, izšķir divas galvenās nervu grupas: muguras jeb spinālos nervus un galvas jeb cerebrālos nervus, t. i. tādus, kas atrodas muguras smadzeņu reģionā un tādus, kas atrodas galvas smadzenēs. Muguras smadzeņu nervi ir zināmā mērā vienkārši veidojumi, kas vienmērīgi sakārtoti dorsālajā un ventrālajā muguras smadzeņu pusē; un proti, katrā ķermeņa segmentā izšķir vienu augšēju (dorsālu) un vienu apakšēju (ventrālu) nervu pāri. Dorsālo nervu saknes sastāv no sensiblām, ventrālo nervu saknes no motoriskām nervu šķiedrām.

Dorsālā sakne vienmēr paplašinās par spinālo gangliju, kas jāuzskata par muguras smadzeņu daļu,

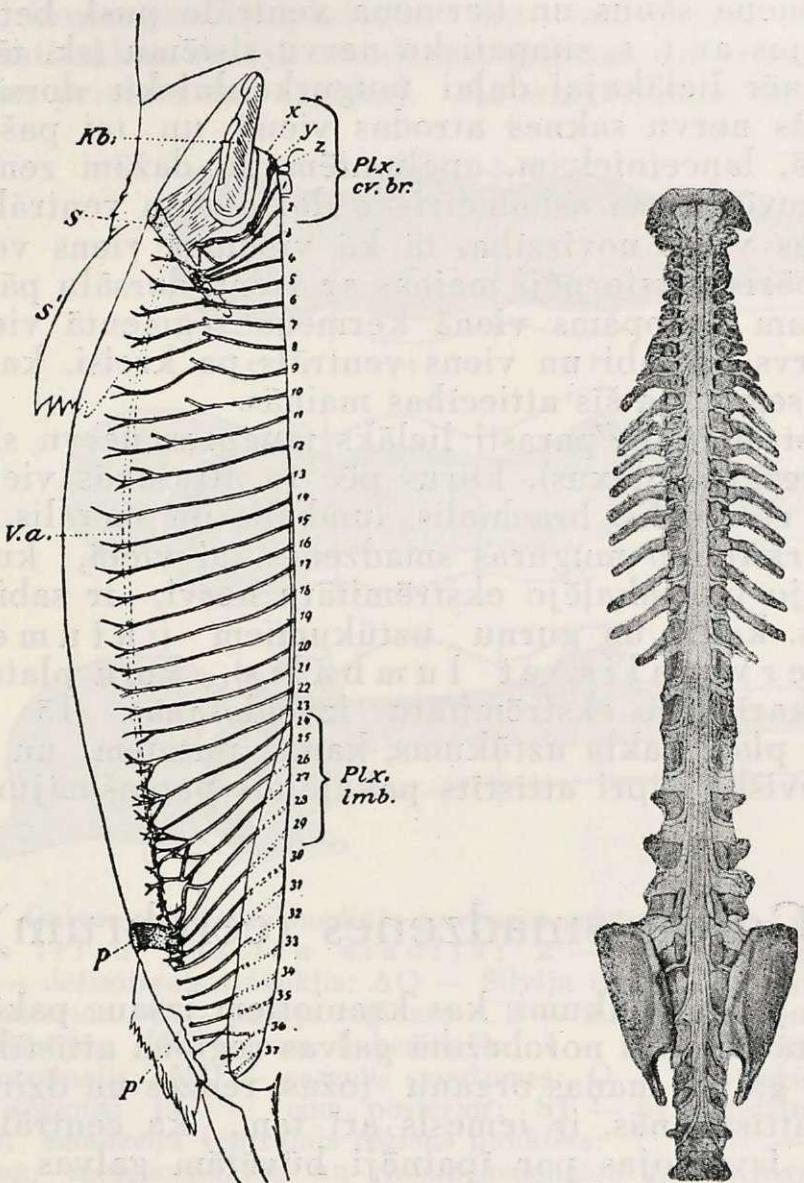


Zīm. 75. Zīvs un cilvēka mugursmadzeņu šķērsgriezums, ar spinālo (muguras) nervu saknēm (pēc Johnston'a).



Zīm. 76. Mājas vista, *Gallus domesticus*. Mugursmadzenes šķērsgriezumā. Viscerālie reģioni atstāti nesvītroti. Rp. — muguras nervu dorsālā sakne; R.v. — mug. nervu ventrālā sakne; Sy — simpatiskais ganglijs; dors. Ependymfortsatz — septum dorsale (pēc Hallenstein'a).

kas pārvietota uz āru, jo spīnālais ganglijs attīstās no neurālās rievas sānu sabiezinājumiem, t. s. neurālām līstēm. Tikai lancetniekam nav spīnālo gangliju, jo to šūnas paliek pašās muguras smadzenēs.



Zīm. 77. Haizivs *Spinax niger*. Spinālo nervu ventrālie zari. 1.—5. nervs veido plexus brachialis; 24.—29. nervs veido plexus lumbosacralis (pēc Braus'a).

Zīm. 78. Pērtiķa *Macacus cynomolgus* mugursmadzenes atvērtā mugurkaulā; Kakla un jostas reģionā redzami intumescēntia cervicalis un lumbalis (pēc Flatau'a un Jacobsohn'a).

Katra spīnālā ganglija distālajā (ārējā) galā abas nervu saknes satiekas; tomēr pieņem, ka mugurkaulnieku priekštečiem dorsālie un ventrālie nervi bijuši šķirti, kā tas tagad vēl ir lancetniekam un nēģiem un kā tas arī ir palicis gal-

vas nerviem. Pēc dorsālās un ventrālās nervu saknes savienošanās, kopējā daļa sazarojas atkal dorsāla jā, ventrāla jā un intestināla jā (simpatiskā jā) zārā. Pirmais inervē muskulātūru un muguras ādu, otrs — ķermeņa sānus un ķermeņa ventrālo pusi, bet trešais savienojas ar t. s. simpatisko nervu sistēmu (sk. tālāk).

Kamēr lielākajai daļai mugurkaulnieku dorsālās un ventrālās nervu saknes atrodas vienā un tai pašā šķērsplāksmā, lancetniekam, apaļmutēm un dažām zemākajām zivīm novērojama asimmetriska dorsālo un ventrālo nervu atiešanas vietu novirzība, tā kā vienmēr viens ventrālais nervu pāris savstarpēji mainās ar vienu dorsālu pāri. Lancetniekam sastopams vienā ķermeņa segmentā viens dorsāls nervs pa labi un viens ventrāls pa kreisi, kamēr nākošajā segmentā šīs attiecības mainās.

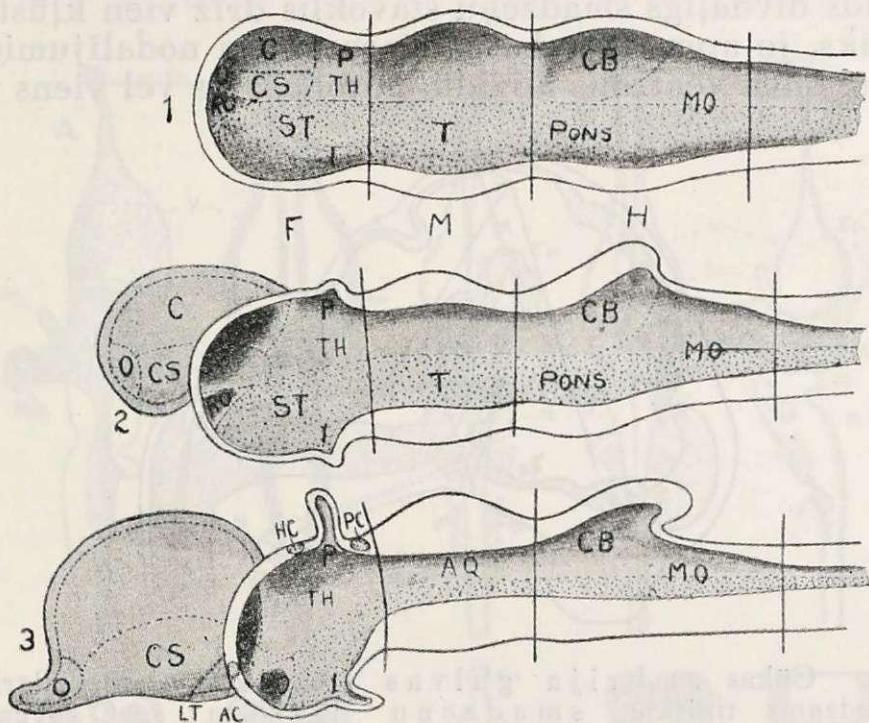
Ekstrēmitātēs parasti lielāks muguras nervu skaits izveido režģus (plexus), kuŗus pēc to atrašanās vietas sauc par pl. cervicalis, brachialis, lumbalis un sacralis.

Četrkājaino muguras smadzenes tai vietā, kur atiet priekšējo un pakaļējo ekstrēmitātu nervi, ir sabiezinātas par t. s. kakla un gurnu uztūkumiem (intumescēntia cervicalis et lumbalis), kuŗu platums pilnīgi atkarīgs no ekstrēmitātu izveidošanās. Tā sikspārņiem ir plats kakla uztūkums, kamēr putniem un kenguriem sevišķi stipri attīstīts pakaļējais paplašinājums.

Galvas smadzenes (cerebrum).

Tie paši noteikumi, kas kraniotiem izsauc pakāpeniski izveidotā noteikti norobežotā galvas reģiona attīstību, proti spēcīgo galvas maņas organu (ožas, redzes un dzirdes organu) attīstīšanās, ir iemesls arī tam, ka centrālā nervu sistēma izveidojas par īpatnēji būvētām galvas smadzenēm. Galvas smadzeņu izveidošanās sākumu mēs redzējām jau akranijiem (*Amphioxus*), kuŗu senčiem smadzenes laikam bij kraniotveidīgas. Tā tad kraniotu galvas smadzenes ir sevišķā kārtā tālāk attīstījusies neurālās caurules galvas daļa, kas kaudālā virzienā pamazām turpinās muguras smadzenēs. Kā mēs redzējām, akraniju muguras stiegra, *chorda dorsalis*, priekšā ir daudz gaŗāka par nervu cauruli un sniedzas līdz pat ķermeņa priekšējam galam. Turpretim kraniotiem tā vienmēr nobeidzas smadzeņu aizmetņa vidējā reģionā, tā kā var izšķirt pakaļējo *chordālo* un priekšējo *prechordālo* galvas smadzeņu daļu.

Kā ontoģenijā, tā pieaugušo kraniotu galvas smadzeņu uzbūvē ir vesela rinda kopēju vilcienu, kuļus īsumā apskatīsim. Jau pirms dorsālās neurālās rievas aizvēršanās tās priekšējais gals, kas vēlāk kļūst par galvas smadzenēm, ievērojami paplašinās. Bez tam rievas aizvēršanās parasti sākas vidējā smadzeņu reģionā un virzās no turiennes uz priekšu un atpakaļ. Ar aizvēršanos izveidotais

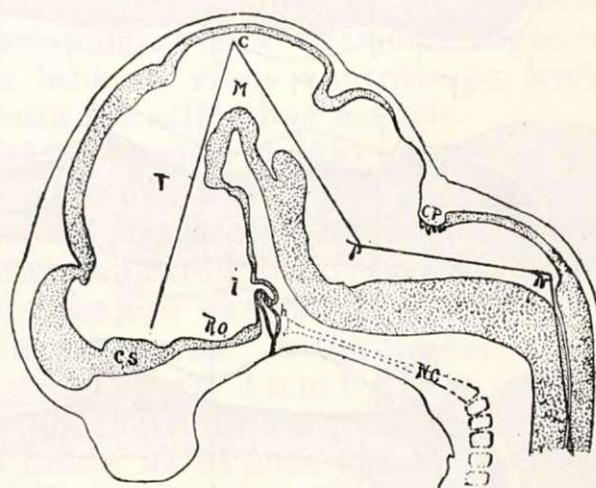


Zīm. 79. Galvas smadzeņu mediālo griezumu schēmas. 1 — embrionālo smadzeņu triju pūslīšu stādīja; 2 — vēlāka embrionāla stādīja; 3 — definitīvais stāvoklis; AQ — Silvija ūdensvads; AC — commissura anterior. C — pallija reģions; CB — mazās smadzenes; CS — corpus striatum; HC — com. habenularis; I — infundibulum; LT — lamina terminalis; MO — garenās smadzenes; O — ožas reģions; P — epifīzes reģions; PC — com. posterior; ST — hypothalmus; TH — thalamus; smadzeņu ventrālais reģions punktēts; F, M, H — prosencephalon, mesencephalon un rhombencephalon (pēc Kingsley'a).

pūslīšveidīgais smadzeņu aizmetnis ilgāku laiku atveras ar neuroporu ķermeņa priekšējā galā uz āru. Neuroporus vēlāk aizveļas un nošķirās no ektoderma. Zemākām formām pieaugušās smadzenēs šīnī vietā vēl var palikt iezīmēts mazs dobuma izliekums (*recessus neuroporicus*). Smadzeņu pūslīša prechordālā daļa paplašinās aiz chordas priekšgala galvenā kārtā ventrālā virzienā, pie kam pūslīša pamatne tai pašā laikā paceļas pie chordas gala kā stipri augsta kroka (*plica ventralis encephali*). Prechordālā smadzeņu daļa attiecībā pret chordālo izskatās

ventrāli noliektā vai nolauzta. Šī parādība gandrīz visur pakāpeniski pastiprinās, pie kam priekšējā smadzeņu daļa un viņu ietvērējs galvas reģions patiesi noliecas. Prēchor-dālā smadzeņu daļa droši vien atbilst akrāniju smadzeņu pūslītim un to var, tāpat kā tur, apzīmēt par archen-cephalon'u. Aiz tā ir chordālais smadzeņu aizmetnis, deuterencephalon's.

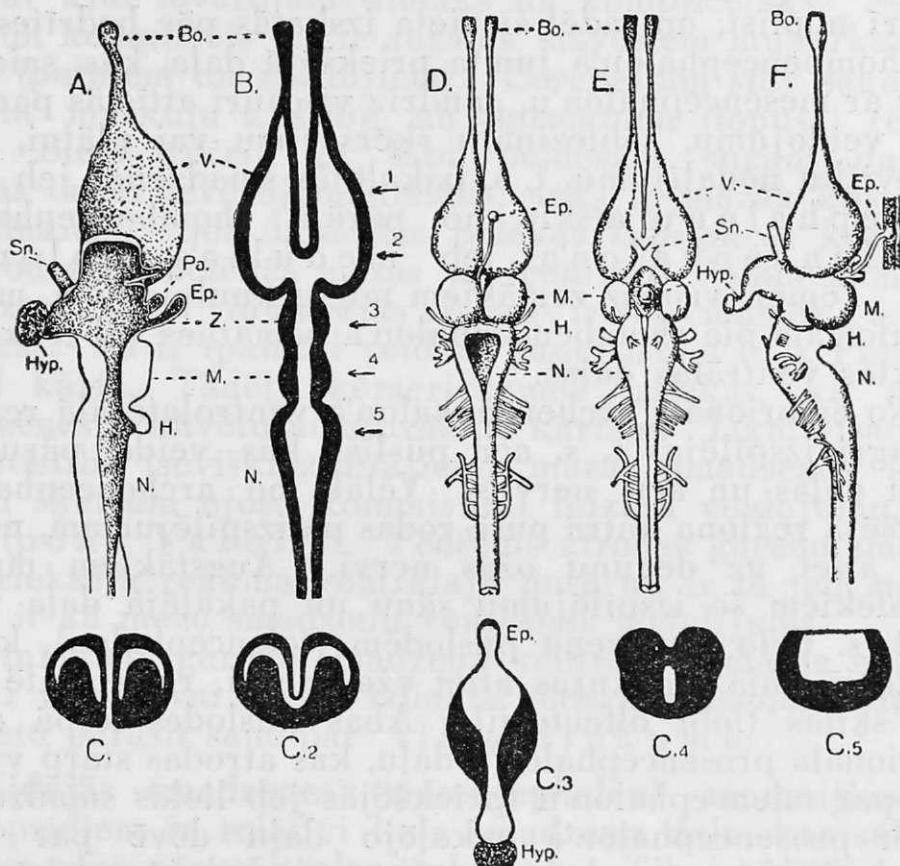
Šāds divdaļīgs smadzeņu stāvoklis drīz vien kļūst kom-plicētāks, jo apm. uz robežas starp abiem nodalījumiem, tā tad t. s. plica ventralis apvidū, norobežojas vēl viens vidējs



Zīm. 80. Cūkas embrija galvas smadzeņu mediālgriezums. Labi redzami tipiskie smadzeņu liekumi. C — galvenais liekums; cs — corpus striatum; CP — IV. vēderiņa plexus chorioideus; h — hipofīze; i — infundibulum; M — vidējās smadzenes; N — pakaļa liekums; nc — chorda un muguras skriemeļi; P — tilta liekums; RO — optisko daļu izaugums; T — starpsmadzenes (pēc Kingsley'a).

nodalījums (mesencephalon). Tā jumts izceļas uz augšu, tā kā dorsāli tas ir norobežots ar priekšēju un pakaļēju šķērsrievu, kamēr sānos un ventrāli robežas nav tik asi izteiktas. Tā izveidojušos trīs nodalījumus (jeb smadzeņu pūslīsus) apzīmē par pros-, mes- un rhomben-cephalon'u (priekšējo, vidējo un pakaļējo smadzeņu pūslīti). Smadzeņu jumtā robežas starp šiem trim pūslīšiem paasinās vēl ar to, ka mesencephalon'a priekšgalā parasti izveidojas šķērsām ejošu nervu šķiedru sakopojums (t. s. commissura posterior). Šāds nervu šķiedru sakopojums izveidojas arī rhombencephalon'a sākumā (vēlākā mazo smadzeņu kommisūra, c. cerebelli). Kamēr mesencephalon's vairs nediferencējas tālākos nodalījumos, pros- un rhombencephalon's sadalās katrs divos apakšreģionos,

kas tomēr nav tik asi norobežoti, kā pirmie trīs smadzeņu pūslīši. Kas attiecas uz rhombencephalon'u, kas priekšā drīz stipri izplešas un tādēļ ar jau minēto šķērskroku (f i s - s u r a r h o m b e n c e p h a l i c a, i s t h m u s) asi norobežojas no mesencephalon'a, tad tur šī diferencēšanās it īpaši izteicas ar to, ka lielākā rhombencephalon'a jumta daļa neattīstās par nervu substanci, bet paliek kā vienkārtains plāns epitēlijs (ependīms), kas cieši savienojas ar apkār-



Zīm. 81. Mugurkaulnieka galvas smadzeņu schēma. A — gaigriezums; B — horizontālgriezums; C₁—C₅ — bultām 1—5 atbilstošie šķērsgriezumi; D — dorsāli; E — ventrāli; F — laterāli; Bo — ožas šķilas (bulbus olfactorius); Ep — epifize; H — mazās smadzenes (cerebellum); Hyp — hipofize; M — vidējās smadzenes (mesencephalon); N — garenās smadzenes (medulla oblongata); Sn — redzes nervs; V — lielās smadzenes (telencephalon); Z — starpsmadzenes (diencephalon) (pēc Boas'a).

tējo asinsvadiem bagāto iekšējo smadzeņu plēvi (p i a) un tā klūst par tela chorioidea. Sākot no tās vietas, kur rhombencephalon's pāriet muguras smadzenēs, tas arvien vairāk izplešas un priekšā ir visplatākais. Tuvāk izpētījot, izrādās, ka muguras smadzeņu centrālais kanālis (sākot no tās vietas, kur tas pāriet rhombencephalon'ā) arvien

paplašinās, pie kam tā dorsālā daļa (r a p h e) atkal atveļas. Muguras smadzeņu sānu malas (laterālās un dorsālās stiegraš) pie tam tiek viena no otras atspiestas un paliek saistītas tikai ar plāno, plašumā augošo plēvi, tela chorioidea. Paplašināto rhombencephalon'a centrālo kanāli pēc cilvēka anatomijas, apzīmē par ceturto vēderiņu (ventriculus quartus), bet vietu, kuŗu apklāj tela chorioidea, par rombveidīgo bedrīti (f o s s a r h o m b o i d e a), jo izņemtās smadzenēs tela parasti vai nu iegrīgst ceturtajā vēderiņā vai arī noplīst, un tādēļ šī vieta izskatās pēc bedrītes. Tikai rhombencephalon'a jumta priekšējā daļa, kas saiet robežas ar mesencephalon'u, gandrīz viscauri attīstās par nervōzu veidojumu, sabiezinātu šķērsvītru vai plātni, kuŗā sevišķu nodalījumu, t. s. pakaļējās smadzenes jeb metencephalon'u atšķir no pārējā rhombencephalon'a (myelencephalon'a jeb medulla's oblongata's). Tomēr, vismaz zemākiem mugurkaulniekiem, metencephalon'am pie rhombencephalon'a pamatnes vēl trūkst asi izteiktas ventrālās daļas.

No embrionālā archencephalon'a ventrolaterālā reģiona ļoti agri izspīlējas t. s. acu pūslīši, kas veido pāru acu nervu daļas un acu nervus. Vēlāk no archencephalon'a priekšējā reģiona katrā pusē rodas pa izspīlējumam, no kuŗiem atiet uz degunu ožas nervi. Augstākiem mugurkaulniekiem šo izspīlējumu sānu un pakaļējā daļa izaugs par t. s. **lielo smadzeņu** puslodēm (telencephalon), kamēr priekšējā daļa, no kuŗas atiet ožas nervi, reprezentē t. s. ožas šķilas (lobi olfactorii). Abas puslodes kopā ar to embrionālā prosencephalon'a daļu, kas atrodas starp viņām, sauc par telencephalon'u (priekšējās jeb lielās smadzenes), kamēr prosencephalon'a pakaļējo daļu dēvē par dienecphalon'u (**starpsmadzenes**). Centrāli gulošā pelēkā muguras smadzeņu substance pāriet arī galvas smadzenēs. Šeit tā veido t. s. vēderiņu centrālo pelēko substanci, kas izklāj smadzeņu dobumus (vēderiņus). Šī substancē var attīstīties ganglijšūnu sakopojumi, t. s. „**k o d o l i**“ (n u c l e i). Blakus centrālai pelēkai substancēi dažos galvas smadzeņu nodalījumos attīstās virsējs ganglijšūnu sakopojums, t. s. pelēkā smadzeņu miza (c o r t e x).

Kā jau minēts, myelencephalon's jeb medulla oblongata (**garenās smadzenes**, piektais smadzeņu nodalījums) satur ceturto smadzeņu dobumu jeb ceturto vēderiņu. Medulla oblongata parasti ir krietni gaļa, jo no šejienes atiet lielākais galvas smadzeņu nervu daudzums (no piektā pāra līdz divpadsmitam). Priekš šiem nerviem attalās noteikti nervu šūnu sakopojumi (jau minētie nuclei), kuŗos sākas moto-

riskās nervu šķiedras un beidzas sensīblās šķiedras. Tela chorioidea (asinsvadiem bagāta plēve) virs ceturtā vēderiņa parasti stipri izaug un tādēļ stipri sakrokojas. Šīs krokas tad ir t. s. *plexus chorioideus* (asinsvadiem bagāts tīkls).

Metencephalon's jeb cerebellum (**mazās smadzenes**, ceturtais smadzeņu nodalījums) dažām formām (Myxine, Proteus) pilnīgi iztrūkst, bet jau zemākiem mugurkaulniekiem tas var kļūt ievērojami lielāks un komplīcētāks. Sevišķi liels un komplīcēts tas ir augstāk stāvošiem mugurkaulniekiem (putniem un zīdītājiem). Cerebellum stāv sakarā ar skeleta muskuļu kustību un spraiguma (tonusa) regulāciju. Bieži uzkrīt, ka labi peldošām sugām dažādās grupās tas ir ievērojami lielāks, nekā to mazāk kustīgiem radiniekiem. Bez dažādiem pelēkās substances kodoliem, kas rodas no pelēkās masas ap centrālo dobumu, mazām smadzenēm zem viņu ārējās virsmas ir vēl vienmēr t. s. miza (cortex). Tā ir īpatnēji veidotu ganglijsūnu (t. s. Purkinjē šūnu) kārta. Tādēļ šķērsgrīzumos izliekas, ka mazās smadzenes sastāvētu no vairākām kārtām. Tikai visaugstākā attīstībā (sevišķi zīdītājiem) mazās smadzenes iegūst stipru šķērsām ejošu kommisūrai līdzīgu veidojumu, t. s. tiltu (*pons Varolii*). Pēdējais atrodas gareno smadzeņu priekšējā reģiona ventrālajā pusē un ir tā tad zināmā mērā it kā mazo smadzeņu ventrālais nodalījums.

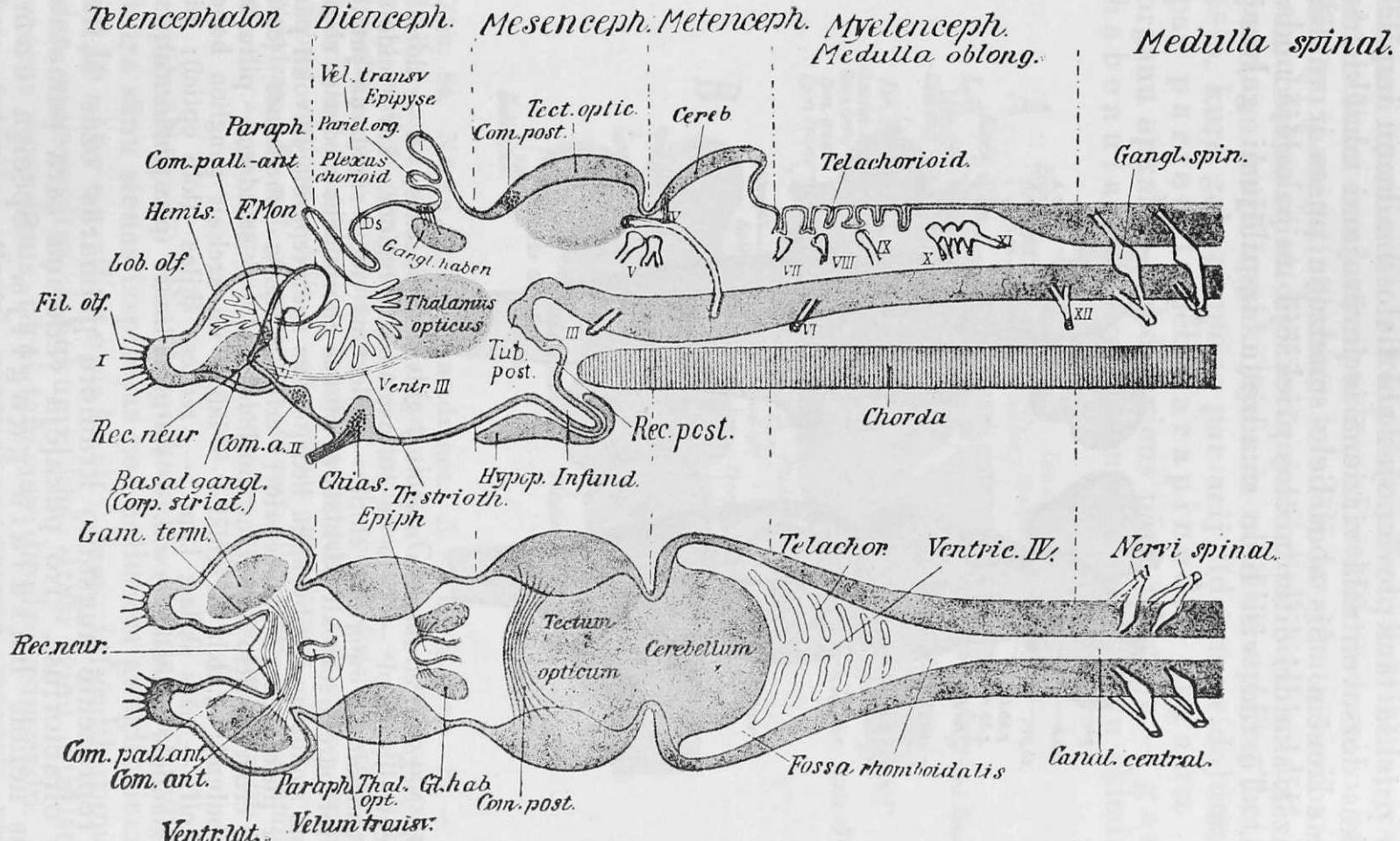
Šīnī vietā gareno smadzeņu ventrālā pamatne embriōnāli ir vairāk vai mazāk izliekta vēdera virzienā, kādēļ arī šo vietu parasti sauc par *tilta liekumu*.

Vidējās smadzenes (mesencephalon) anamnijiem un zauropsīdiem ir relātīvi liela smadzeņu daļa, kas sākumā lieluma ziņā pārspēj telencephalon'u. Tikai zīdītājiem tās stipri samazinās (*corpora quadrigemina*). Gandrīz visa mesencephalon'a siena sastāv no nervu substances, sakarā ar to tā vairāk vai mazāk sabiezinās. Tādēļ arī mesencephalon'a vēderiņa iekšējā telpa, sākot no putniem, stipri sašaurinās. Zīdītājiem tā sašaurinās par smalku kanālīti, t. s. Silvija ūdensvadu, *aquaeductus Sylvii*, kādēļ arī šo smadzeņu dobuma daļu neuzskata par atsevišķu vēderiņu. No vidējām smadzenēm atiet motoriskie galvas smadzeņu nervi, III un IV (acu muskuļu nervi: *N. oculomotorius* un *N. trochlearis*), kuļu kodoli atrodas pamatnes masā (cepurē). Trochlearis nerva šķiedras stiepjas ļoti īpatnēji. Sākumā tās stiepjas kaudālā virzienā līdz robežai starp vidējām un mazām smadzenēm, šeit tās krustojas un tad dodas tālāk mazliet uz priekšu un sāniem uz trochlearis

izejas vietu, kas atrodas dorsālā pusē. Tādēļ šī trochlearis krustošanās (decussatio n. trochlearis) arī iezīmē asu robežliniju starp mazām un vidējām smadzenēm. Ganglijšūnu sakopojumi (kodoli) atrodas mesencephalon'a ventrālos un laterālos reģionos, kamēr jumta reģions (tectum opticum) viscauri satur ganglijšūnas. No ventrāliem kodoļiem jeb ganglijiem atzīmēsim šeit tikai abus mazos *ganglia* jeb *corpora interpeduncularia*, kas atrodas starp vidējām un garenām smadzenēm un ventrālā pusē var izspiesties arī uz āru.

Ar starpsmadzeņu ventrālo pusi (infundibulum) saaug dziedzeļains veidojums, hipofize (smadzeņu apakšējais piedēklis, glandula pituitaria), kas rodas embriонаlā mutes dobuma ektodermālam jumtam izspilējoties; vēlāk tas atdalās no mutes dobuma un attīsta daudzus epitelialus dziedzeļu stobrus. Pēc tam hipofize saaug ar infundibulum, kaut gan savienošanās ar tā dobumu nav vēl droši pierādīta. Izveidotā stāvoklī hipofize sadalās vairākos viens otram sekojošos nodalījumos. Arī starpsmadzeņu apakšējā reģionā (hypothalamus) agri parādās daudz gangliju, no kuļiem šeit atzīmēsim tikai t. s. *ganglia mammillaria*, kas droši vien sastopami jau anamnijsiem. Mazliet priekš infundibulum'a no sabiezinātās starpsmadzeņu pamatnes atiet abi redzes nervi (nervi optici), pie kam tie, to šķiedrām sapinoties, krustojas un rada t. s. chiasm'u.

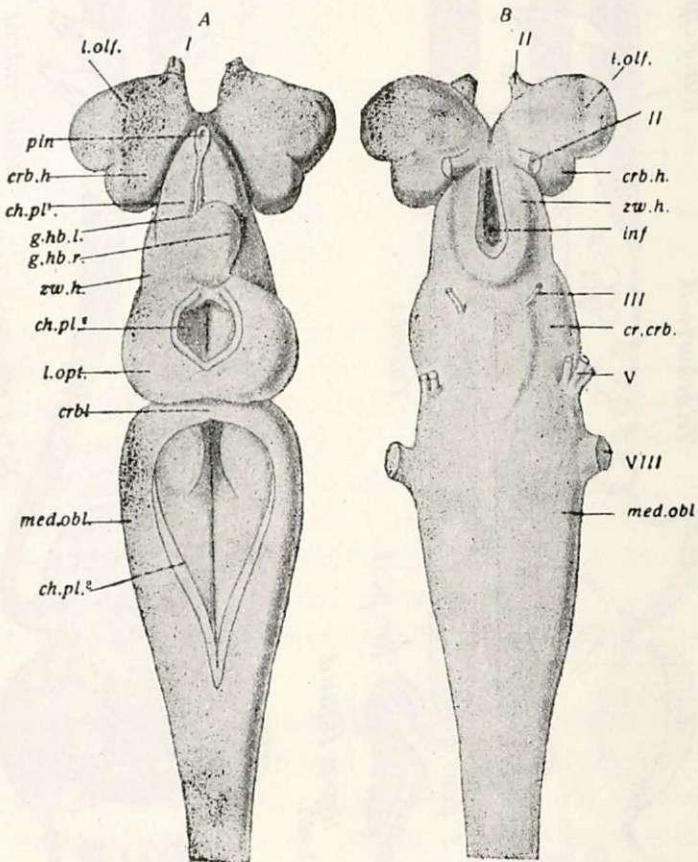
Jau vēl nenoslēgtā mugurkaulnieku medullārplātnē parasti var novērot it kā zināmu šķērssadalījumu, kuļu rada vāji plātnes sabiezinājumi un nelielas šķērsrievas starp tiem. Šis sadalījums (t. s. primārā neuromerija) nereti (piem., haizivīm un astainiem abiniekiem) turpinās vēl tālāk vēlāko muguras smadzeņu apkaimē. Arī slēgtā nervu caurulē parasti var saskatīt tamlīdzīgu sadalījumu vienam aiz otra sekojošos neuromeros. To rada ārējās sānu rievas, kam atbilst attiecīgas līstes iekšpusē (sekundārā neuromerija). Dažādās klasēs pat novērota diezgan liela vienādība attiecībā uz t. s. neuromeru sakārību ar vēlākiem smadzeņu nodalījumiem. Trīs priekšējie neuromeri atbilst vēlākam prosencephalon'am, divi tālākie — mesencephalon'am. Rhombencephalon'am atbilst vismaz pieci neuromeri.



Zīm. 82. Mugurkaulnieku galvas smadzeņu schēmas, mediālgriezumā un horizontālgriezumā.
(pec Bütschli un Plate's).

Apālmutes.

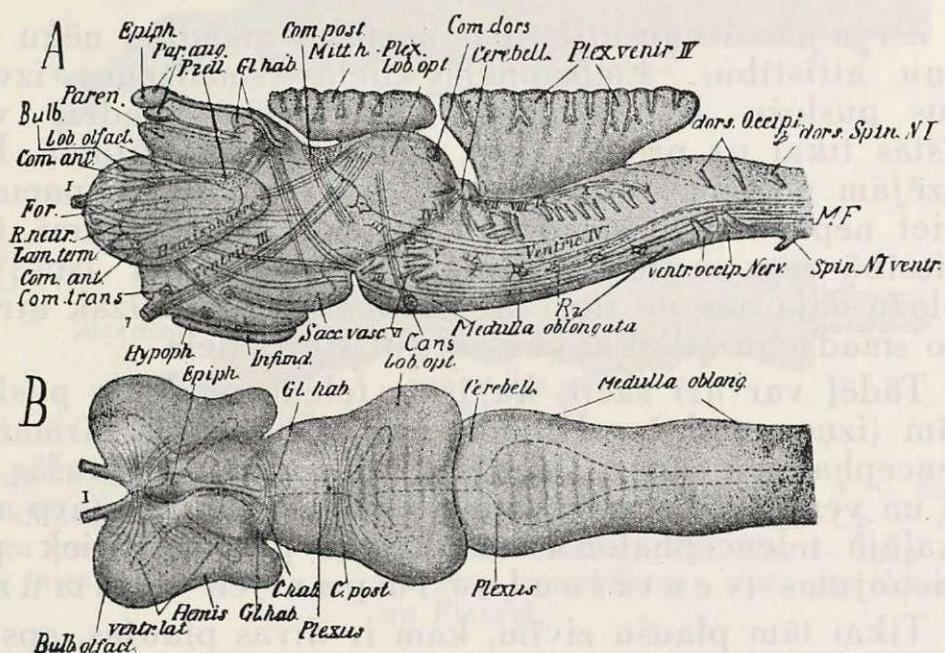
Nēģu smadzenēm ir stipri attīstītas starpsmadzenes, sānos un priekšā tām pievienojas abi lielo smadzeņu izspilējumi, kas dorsoventrālā virzienā ir ievērojami mazāki par starpsmadzenēm. Šīs abas lielo smadzeņu puses ir vairāk vai mazāk skaidri diferencētas priekšējā un pakaļējā nodalījumā. Tā tad visi lielo smadzeņu izspilējumi galvenā



Zīm. 83. Nēģa (*Petromyzon marinus*) galvas smadzenes; A — dorsāli, B — ventrāli: ch.pl¹ — lielo un starpsmadzeņu reģions, kur veidojas plexus chorioideus anterior; ch.pl² — ieliekums vidējo smadzeņu jumtā, kas neatpreparētā stāvoklī pārkļāts ar plexus chorioideus medius; ch.pl³ — gareno smadzeņu rombeidīgā bedrīte, kas neatpreparētā stāvoklī pārkļāta ar plexus chorioideus posterior; crbl — mazās smadzenes (cerebellum); crb.h — lielo smadzeņu puslodes; inf — smadzeņu piltuvīte (infundibulum); g.hb.l. un ghb.r. — labais un kreisais ganglion habenulae; l.olf. — ožas šķilas; l.opt. — redzes šķilas (lobi optici); pin — glandula pinealis; zw.h — starpsmadzenes (pēc Ahlborn'a).

kārtā reprezentē augstāko kraniotu prīmārās ožas šķilas (lobus olfactorius). No pakaļējā vēderiņa zara pamatnes paceļas neliels bazālais ganglijs. Spēcīga commissura anterior, kas rodas no bulbus un lobus olfactorius (pusložu) šķiedrām pāriet t. s. gala plātnītē (lamina

terminalis). Tai var izšķirt it kā dorsālo un ventrālo daļu, tādēļ iespējams, ka jau apaļmutēm ir iezīmēta commissura pallii anterior. Starpsmadzeņu jumts līdz laminai terminalis ir kā plāna plēve, kas iestiepjas starp abām lielo smadzeņu pusēm. Priekšā tā izveido parafizei līdzīgu paaugstinājumu; kaudāli no jumta cieši viens otram blakus atiet divi ievērojami lieli stobrveidīgi izspilējumi, no kuļiem pakaļejais ir noteikti epifize, bet priekšējo, kuļa gals piepūšas par acij līdzīgu veidojumu, dēvē par parietālo jeb parapineālo organu. Šo abu organu apkaimē atrodas viens pāris gangliju — ganglia habenulae, no kreisā ganglija atiet nervu šķiedras pa-



Zīm. 84. Nēgā galvas smadzenes. A — no sāniem; B — dorsāli; Bulb — ožas šķila (bulbus olfactorius; Com. ant. — commissura anterior; ant' = com. pallii, ans. — ansulata, dors. — dorsalis, hab. — habenularis, post. — posterior; For. — foramen Monroi; Gl. hab. — ganglion habenulae; Lam. term. — lamina terminalis; Lob. opt. — redzes šķila (lobus opticus); Mitt. h. — vidējās smadzenes; M. F. — Millera šķiedras; P. zell. — piramidi šūnas; Par. aug. — parietālās acis; Paren. — parencephalon; R. neur. — recessus neuroporicus; R. z. — milzu šūnas (pēc Plate's).

rapineālorganā. Pie hypothalmus atrodas infundibulum, kuļa sānu sienas izspilējas par nelieliem ganglioziem, lobuli inferiores (laterales). Zem infundibuluma atrodas maisveidīgs izliekums, kas droši vien atbilst zivju saccus vasculosus, tikai tam nav daudzo asinsvadu. Šī saccus ventrālai sienai pieslienās garenā, parasti vienkārši maisveidīga hipofize.

Vidējās smadzenes ir liels smadzeņu nodalījums ar ārējām redzes šķilu, lobi optici, iezīmēm un stipriem pārū pamatnes sabiezinājumiem. Tā jumtam, pretēji visiem pārējiem amniotiem, vidū ir liela ādaina vieta, ievērojams plēves maiss ar asins režģa veidojumu. Tāpat arī plēve, kas pārkļāj IV vēderiņu, pacelas virs rombveidīgās bedrītes, pie kuļas priekšējās robežas atrodas ļoti vāji attīstītās smadzenītes (cerebellum), kā mazliet sabiezināta šķērsām ejoša plāksnīte. Medulla oblongata ir ievērojami gaļa.

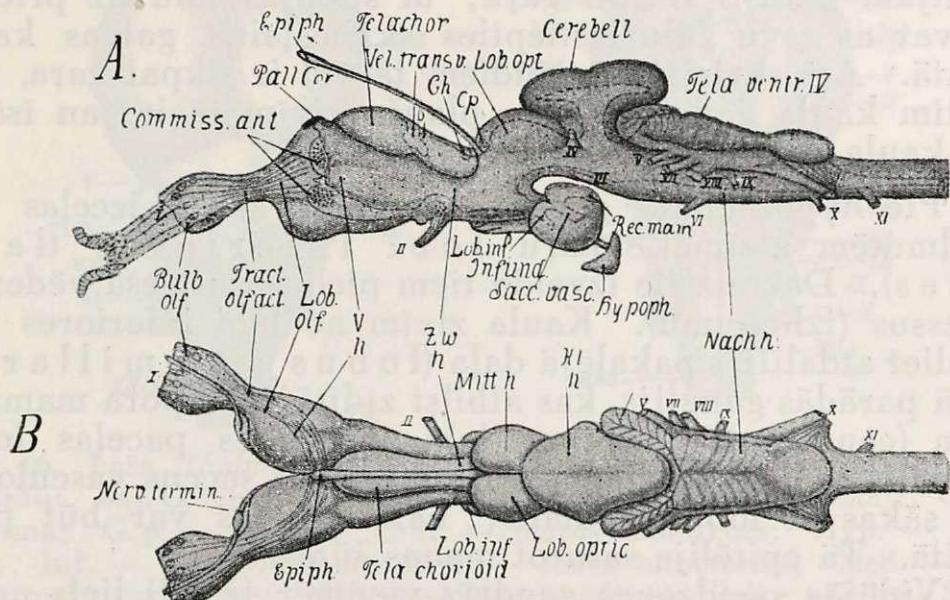
Zivis.

Zivju smadzeņu attīstības apstākļi atgādina nēģu smadzeņu attīstību. Embrionālās lielās smadzenes izveido divus pusložu izspīlējumus, kas tomēr gandrīz visur attīstās tikai uz priekšu, bez pakaļējā izspīlējuma, kādu redzējām nēģiem. Tādēļ puslodes uz pakaļgalu pamazām pāriet nepāru lielo smadzeņu paliekā. Izspīlējumi tādēļ patiesībā reprezentē prīmārās ožas šķilas, bet īstā pāru pusložu daļa nav no tiem asi norobežota; tā drīzāk atrodas lielo smadzeņu atliekā, kas parasti stipri liela.

Tādēļ var arī sacīt, ka īstās telencephalon'a puslodes zivīm (izņemot dažas Dipnoi) nav izspīlējušās pirmatnējā telencephalon'a sānos, vai arī tikai mazliet izliekušās dorsāli un ventrāli, bet gan vienmēr radušās tā, ka starp abām pakaļējā telencephalon'a nodalījuma pusēm paliek plašs savienojums (*ventriculus impar* jeb *communis*).

Tikai tām plaušu zivīm, kam ir divas plaušas, apstākļi ir citādāki, jo tām, tāpat kā aiz viņām sekojošiem abiniekiem, ir labi izveidotas puslodes. Zivīm, kuļām nav skaidri norobežotu pusložu, tāpat kā nēģiem, nepāru lielajām smadzenēm ir liels epitēliāls jumts, kas priekšā sākas no gala plātnītes (*lamina terminalis*), bet pakaļgalā pāriet starp-smadzeņu jumtā. Prīmārās ožas šķilas parasti atiet kā tieši pagarinājumi no priekšējām lielo smadzeņu pusēm, no kuļām tās var vairāk vai mazāk asi norobežoties. Prīmārā loba diferencēšanās bulbā parasti izpaužas tikai priekšgala uztūkumā. Tikai tad, kad prīmārais lobus kļūst ļoti gaļš, kā tas parasti mēdz būt skrimšļu ganoīdiem un dažreiz arī kaulu zivīm, iestājas tā diferencēšanās galā stāvošajā bulbā, gaļā traktā un lielām smadzenēm pievienotā sekundārā lobā. Skrimšļu ganoīdu spēcīgie bulbi cieši pieklaujas deguna bedrīšu ožas glotādiņai (kā *Myxine*'i); pārējām zivīm uz tiem iet no deguna bedrītēm ožas nervi.

Ožas šķilu (lobi olfactorii) nervōzais sienas sabiezinājums pāriet arī uz nepāro lielo smadzeņu ventrolaterālo sienu un izveido šeit bazālos ganglijus jeb corpora striata. Tie ir pāru, kopējā vēderiņā (ventriculus impar) vairāk vai mazāk pacēlušies uztūkumi, kas pret dorsālo epitēliālo jumtu pamazām kļūst plānāki. Dažām haizivīm bazālie gangliji stipri uzbriest, tā kā tie mediāni saplūst kopā. Tāpat tie saplūst arī ar commissuru anterior.



Zīm. 85. Haizivs (*Scymnus lichia*) galvas smadzenes. A — no sāniem, dobums atzīmēts ar pārtrauktu līniju. B — dorsāli. Cp — commissura posterior; Gh — ganglion habenulae; Pal. Cor. — lielo smadzeņu miza; Rec. mam. — recessus mammillaris; (pēc Burckhardt'a un Plate's).

Ganoīdu un kaula zivju lielo smadzeņu attīstība zināmā mērā norisinās otrādi kā augstāk minētām haizivīm. Jau ganoīdiem plēve (tela chorioidea) stipri izplešas, tā kā rodas stāvoklis, kas atgādina primitīvās haizivis. Beidzot, kaula zivīm epitēliālais jumts ir ļoti stipri izplēties, tā kā tas lieļajiem bazāliem ganglijiem pārsedz visu dorsālo pusī, ietverot pat laterāli un pāriet viņos tikai ventrālā sānu reģionā.

Protopterus un *Lepidosir'* labi izteikto pāru pusložu sienas ir viscauri nervōzi sabiezinātas. Tāpat kā abiniekim, to jumtā var saskatīt arī garozas izveidošanās sākumu.

Divplaušu zivīm tam pievienojas vēl smadzeņu jumta kommisūra (commissura pallii), kuŗas iezīmes sastopam jau apalmutēm. Tāpat kā augstākiem mugurkaulniekiem, tā veido šķērssavienojumu starp pallija garozas veidojumu sākumiem.

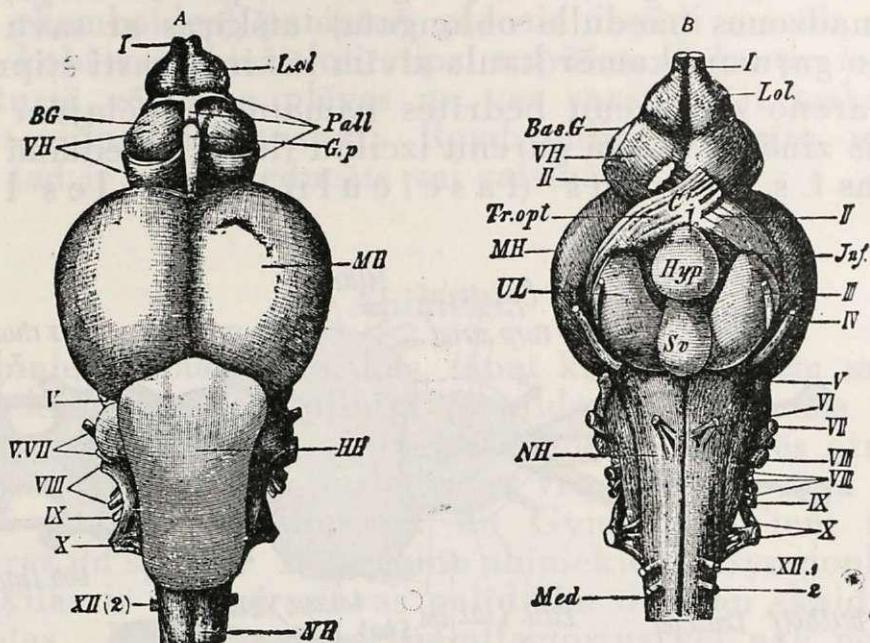
Prīmitīvākām zivīm (haizivīm, skrimšļa ganoīdiem un plaušu zivīm) starpsmadzenes kā šaurs savienotājs atrodas starp platajām lielajām smadzenēm un vidējām smadzenēm. To jumts tad skaidri saskatāms arī no dorsālās puses. Turpretim kaula ganoīdzivīm un kaulu zivīm starpsmadzenes ir ļoti ījas, kādēļ tās no dorsālās puses maz redzamas. Sakarā ar to arī vidējās smadzenes ir ļoti tuvu pievirzījušās lielajām smadzenēm. Epifize, kas sākas kaudāli no jumta, selachijām parasti ir ļoti gaļa; tā stiepjās tālu uz priekšu un var ar savu galu iestiepties skrimšlainā galvas kausa jumtā. Arī skrimšļa ganoīdiem tā vēl ir tikpat gaļa, turpretim kaula ganoīdiem un plaušu zivīm tā ir jau īsāka, bet kaula zivīm tikai vāji izveidota.

Pie hypothalmus gandrīz vienmēr stipri izcelas jau apaļmutēm atzīmētie pāru lobi inferiores (lateralis). Dažreiz tie izveido tiem piederošu trešā vēderiņa recessus (izliekumu). Kaula zivīm no lobi inferiores var mazliet atdalīties pakaļējā daļa (lobus mammillaris), kuŗā parādās ganglijs, kas atbilst zīdītāju corpora mammillaria (candidantia). Starp lobi inferiores pacelas lobus medialis. Gandrīz vienmēr ir sastopams saccus vasculosus, kas sākas no lobus medialis; haizivīm tas var būt pāru skaitā. Tā epitēlijs saturot maņas šūnas.

Vidējās smadzenes gandrīz vienmēr ir ļoti liels nodalījums, dažreiz (Teleostei) pat vislielākais. Ārpusē smadzeņu jumts (tectum opticum) paceļas kā divi sānu izcilni (lobi optici, corpora bigemina), kuŗus vidū šķir garena rieva. Ja vidējās smadzenes paliek mazas, tad šie izcilni ir tikai mazliet atdalīti viens no otra, piem., Acipenser, vai arī šis atdalījums nemaz nav saskatāms (Protopterus, Lepidosira).

Mazās smadzenes (cerebellum) ir visvājāk attīstītas divplaušu zivīm. Še tās, tāpat kā apaļmutēm un abiniekiem, izveido tikai mazliet sabiezinātu priekšējās rombveidīgās bedrītes jumta šķērsplātnīti. Jau Ceratodus'am mazās smadzenes kļūst ievērojami gaļākas un biezākas un izliecas dorsāli uz augšu, pie kam šai izliekšanā nēm dalību arī mazo smadzeņu vēderiņa telpa. Pēdējais apstāklis atgādina haizivis, kuŗu mazās smadzenes parasti sasniedz ievērojamu lielumu. Prīmitīvākām haizivīm blakus garenai rievai mazo smadzeņu virsotnē parādās vēl šķērskroka, jo jumts šeit mazāk vai vairāk dziļi izliecas vēderiņā. Priekš un aiz šīs šķērskrokas pārējām skrimšļu zivīm attīstās vēl lielāks vai mazāks skaits sekundāru kroku (lielākais 10—20), kas gan tik dziļi neizliecas. Tādēļ arī šādām for-

mām mazo smadzeņu uzbūve atgādina putnu un zīdītāju mazās smadzenes.



Zīm. 86. Laša (*Salmo salar*) galvas smadzenes; A — dorsāli, B — ventrāli: Bas. G. un BG. — bazālie gangliji (corpora striata); Ch — chiasma; G. p. — epifīze; H. H. — mazās smadzenes; Hyp. — hipofīze; Inf. — infundibulum; L. ol. — lobus olfactorius; Med. — NH — garenās smadzenes; MH — vidējās smadzenes; Pall — pallium; Sv — saccus vasculosus; Tr. opt. — tractus opticus; UL — lobi inferiores; VH — lielās smadzenes; I—XII — galvas nervi; 1 un 2 — 1. un 2. muguras nervs (pēc Wiedersheim'a).

Pavisam citādi attīstās ganoīdu un kaula zivju mazās smadzenes. *Acipenser* mazo smadzeņu plātnē ir nepāra. Tās daļu, kas iedodas vidējo smadzeņu vēderiņā, apzīmē par *v a l v u l a c e r e b e l l i*. Kamēr kaula zivju smadzenes tai pašā laikā aug stipri uz pakaļgalu, to jumta sakrokočā plānā, pa daļai epitēliālā daļa cieši piekļaujas mazo smadzeņu valvulai un saaug ar to. Tādā kārtā iznāk, ka kaula zivju valvula kā ievērojami liels veidojums izceļas vidējo smadzeņu vēderiņā.

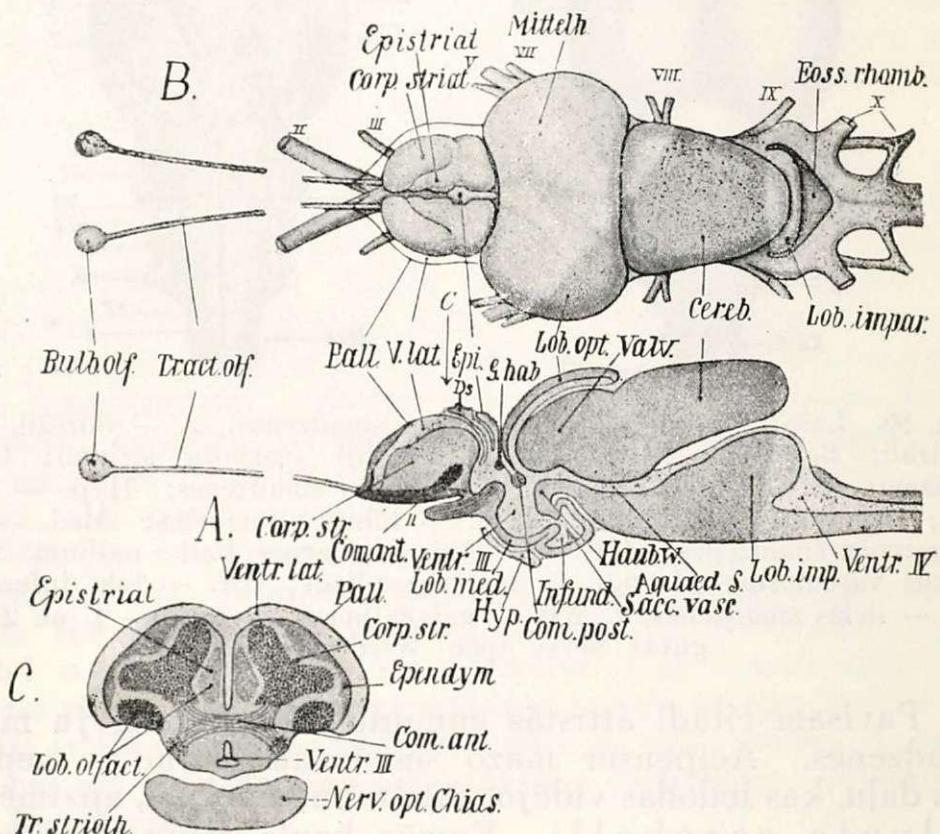
Skrimšļa ganoīdu un kaula zivju spēcīgās valvulas attīstīšanās liekas būt saistīta ar stipro centru (kodolu) izveidošanos mazo smadzeņu sānu daļās, kas stāv sakarā ar pum-purveidīgiem ādas maņas orgāniem. Taisni šie maņas organi minētajām zīvīm ir ļoti attīstīti.

No ārpuses ganoīdu un kaula zivju mazās smadzenes pa lielākai daļai izskatās gludas un bez rievām. Kaula zivju mazās smadzenes, kā jau minēts, bieži kļūst ļoti lielas, tā

ka tās sniedzas tālu pāri rombveidīgai bedrītei uz pakalgalu.

Prīmitīvo zivju (haizivju, ganoīdu, plaušu zivju) garenās smadzenes (medulla oblongata) atšķirības ar savu ievērojamo gaļumu, kamēr kaula zivīm tās ir parasti stipri ījas.

Gareno smadzeņu bedrītes pamatne minētajām zivīm sadalās zināmā skaitā garenu izcilņu (lobi). Mediānā līnijā stiepjas t. s. tractus (fasciculi) dorsales longi



Zīm. 87. Asaņa, *Perca fluviatilis* galvas smadzenes. A — sagitālgriezums; B — dorsāli; C — šķērsgriezums caur lielajām smadzenēm; Com. ant. — commissura anterior; Ds — parafize (?); Epi — epifize; G. hab. — gangl. habenulae (pēc Goldstein'a).

(eminentiae teres); tiem blakus sānos ir pa vienam garenam izcilnim, kuļu radījuši klejotāja nerva (n. vagus) un no tā atejošo IX, VII un V nervu kodoli (t. s. lobus vagi jeb lobus viscerales). Ārpusē, izveidojot bedrītes sānu malas, atrodas gareni izcilniši, kas uz priekšu lielāko tiesu stipri sabiezinās un gareno smadzeņu priekšējā galā lielākā vai mazākā mērā izspilējas (t. s. „bedrītes auss“, agrāk apzīmēta arī par corpus restiforme, lobus posterior). Šie sānu izcilņi satur dzirdes nerva

(acusticus) un klejotāja nerva sānu zara (ramus lateralis) pirmatnējos kodolus.

Kaula zivju gareno smadzeņu rombveidīgās bedrītes (fossa rhomboidea) pamatnē garenie izcilni mazāk saskatāmi. Lobi vagi bieži ļoti stipri uzpūšas, tā kā tie izplešas uz ceturtā vēderiņa plēves un var savstarpēji saskarties, jā, pat viduslīnijā saaugt. Rombveidīgā bedrīte un tās jumts tad ir stipri reducēts vai saīsināts.

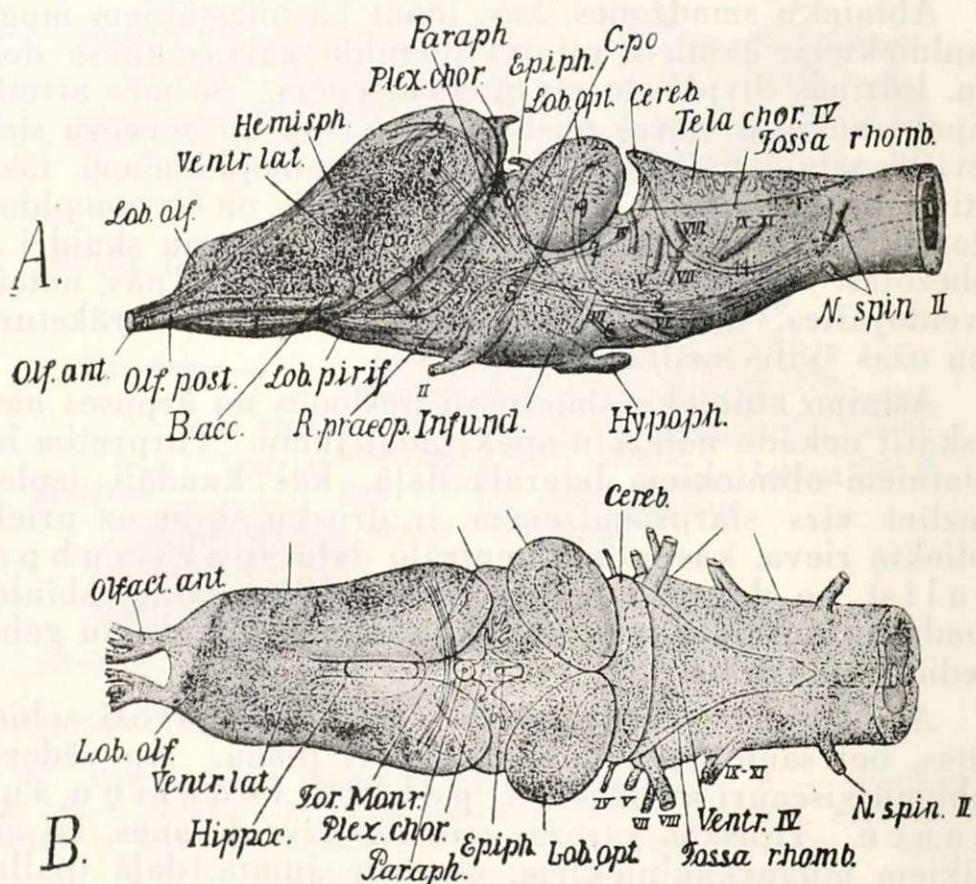
Abinieki.

Abiniekus smadzenes, kas, tāpat kā augstākiem mugurkaulniekiem, gandrīz pilnīgi piepilda galvas kausa dobumu, līdzinās divplaušu zivju smadzenēm. Še mēs atrodam stipri izaugušas, gaļas puslodes ar vispusīgi nervōzu sienu. Sevišķi astainiem abiniekiem un *Gymnophion*'iem tās ir ļoti gaļas un šauras. Bezastaino abinieku un *Gymnophion*'u ožas šķilas ir ar šķērsrievas palīdzību diezgan skaidri norobežotas. Bulbus un tractus alfactorius vēl nav noteikti izveidojušies. Tālāk, bezastainiem abiniekiem ir raksturīgs abu ožas šķilu mediāls saaugums.

Astaino abinieku smadzeņu puslodēs no ārpuses nevar saskatīt nekādu noteiktu apakšsadalījumu. Turpretim bezastainiem abiniekiem laterālā daļā, kas kaudāli izplešas mazliet virs starpsmadzenēm, ir drusku šķībi uz priekšu noliektā rieva, kas atdala ventrālo daļu (pars subpallialis) no dorsālās pallija daļas. Bezastaino abinieku smadzeņu puslodes savā pakalējā reģionā ir zināmu gabalu mediāli saaugušas.

Abiniekim visas pusložu sienas ir nervōzi sabiezinātas, bet sānu siena paliek relātīvi plāna. Ap vēderiņu dobumu viscauri atrodas t. s. pelēkā vēderiņu substances. Tipiskas garozas (cortex) izveidošanās, kā augstākiem mugurkaulniekiem, pusložu jumta daļā (pallijā) vēl nav sastopama. Laterālā, dorsālā un mediālā pallijā, uz āru no centrālās pelēkās substances, atrodas gan šūnas, kas varētu atbilst augstāko dzīvnieku piramidu šūnām, bet tās šeit vēl neizveido nepārtrauktu kārtu, kā tas ir rāpuļiem. Bazālie gangliji (corpora striata) abiniekiem tikai mazliet paceļas no sānu vēderiņa pamatnes. Turpretim mediālā jeb septālā pusložu siena ir relātīvi bieza; sevišķi bezastainiem abiniekiem, kur tā divu, ar šķībi horizontālu rieu atdalītu, izcilnīšu veidā iedodas vēderiņa dobumā (eminentia pallii u. e. m. septalis).

Šie izcilnīši ar saviem ganglioziem ieslēgumiem laikam reprezentē pirmo, amniotiem daudz labāk attīstītā. Am mono na raga iezīmi. Kā plaušu zivīm, tā arī abiniekim, ir abas pusložu kommisūru sistēmas: commissura anterior un commissura pallii anterior. Astainiem abiniekim šīs kommisūras atrodas diezgan tālu aiz laminas terminalis, bezastainiem abiniekim un *Gymnophion*'iem, turpretim, tās pamatnē. Pēdējā gadījumā, t. s. ventriculus impar (communis) ir ļoti mazs, bet pirmajā — ievērojami lielāks. Commissura pallii anterior (agrāk bieži apzīmēta par corpus callosum) raida savas šķiedras septālā pusložu sienā, bet commissura anterior — ventrālā un laterālā sienā.



Zīm. 88. Vardes galvas smadzenes. A — no sāniem; B — dorsāli; Ca — commissura anterior; Cpa — com. pallii anterior; Cpo — com. posterior (pēc Plate's).

Astaino abinieku starpsmadzenes ir tikai mazliet atdalītas no pārējiem vidējām smadzenēm, tā kā tās abas izskatās pēc kopēja savienotāja gabala starp priekšsmadzenēm un garenām smadzenēm. Bet jau vienai Salamandrin'u un *Gymnophion*'u daļai vidējās smadzenes kļūst lielākas. Vislielākas tās ir bezastainiem abiniekim. Tomēr smadzeņu

jumts no dorsālās puses paliek viscauri saskatāms un ganglia habenulae ir gandrīz vienmēr skaidri redzami. Vienmēr sastopama vidēji liela epifize.

Starpsmadzeņu priekšējā plēve (tela) vienmēr paceļas kā paliels, asinsvadiem bagāts veidojums (asinsvadu mezgls jeb tīkls, *plexus chorioideus superior*). Abinieku ontogenija liekas mācām, ka šis veidojums rodas no parafizes. Tā pamatnē iegrīmst *plexus chorioidei*; trešā vēderiņā iegrīmst pāru vai nepāru *plexus inferior*, no kuŗa astainiem abiniekiem un *Gymnophion'iem* rodas abi pusložu mezgli (plexus), kuŗu bezastainiem abiniekiem nav. Uz pakaļgalu stiepjas vidējais nepāru tīkls (*plexus medius*), kas astainiem abiniekiem, sevišķi zemākiem, var kļūt tik gaŗš, ka gandrīz aizsniedz ceturto vēderiņu. Šis *plexus medius* laikam atbilst šķērssiennai (*velum transversum*). Starpsmadzeņu sānu thalamus reģions ir stipri sabiezināts. *Hypothalamus* (starpsmadzeņu pamatne) izliecas par nelielu pāru lobus in fundibuli, kas visumā atbilst zivju lobi inferiores. No pakaļpuses tam pievienojas ievērojami lielā hipofize. *Saccus vasculosus*, liekas, abiniekiem nav sastopams, vai arī tas ir ļoti rudimentārs.

Kas attiecas uz vidējām smadzenēm, tad dažiem astainiem abiniekiem tās ir tikai vāji attīstītas. Tomēr Salamandrin'iem, tāpat kā *Gymnophion'iem*, vidējās smadzenes ir augstāk attīstītas, un to jumtā var skaidri saskatīt abas optiskās puslodes (lobi optici). Pēdējās ir vislielākas bezastainiem abiniekiem; tās ir divi uz priekšu diverģējoši izcilņi, uz kuŗiem no redzes nerva nāk lielie nervu ceļi. Optiskajās puslodēs katrā pusē iespiežas vēderiņa dobuma turpinājums. Pakaļējā, pret mazajām smadzenēm noliektā, *tectum opticum* daļa bezastainiem abiniekiem izveido stipru, mazliet pāra sabiezinājumu, kas no pakaļpuses iedodas vidējo smadzeņu vēderiņā. Šo veidojumu, kas atgādina kaula zivju valvul'u cerebelli, parasti ļoti pareizi salīdzina ar zīditāju t. s. *corpora quadrigemina posteriora*.

Lielākai daļai abinieku vāji attīstītās mazās smadzenes piešķir to smadzenēm ļoti primitīvu raksturu.

Sauropsida (rāpuļi un putni).

Sauropsīdu gareno smadzeņu ventrālā pusē tilta liekums kļūst skaidri redzams. Rāpuļiem galvas smadzeņu lielums paliek vēl mērens; tikai krokodiliem tas ievērojami pieaug.

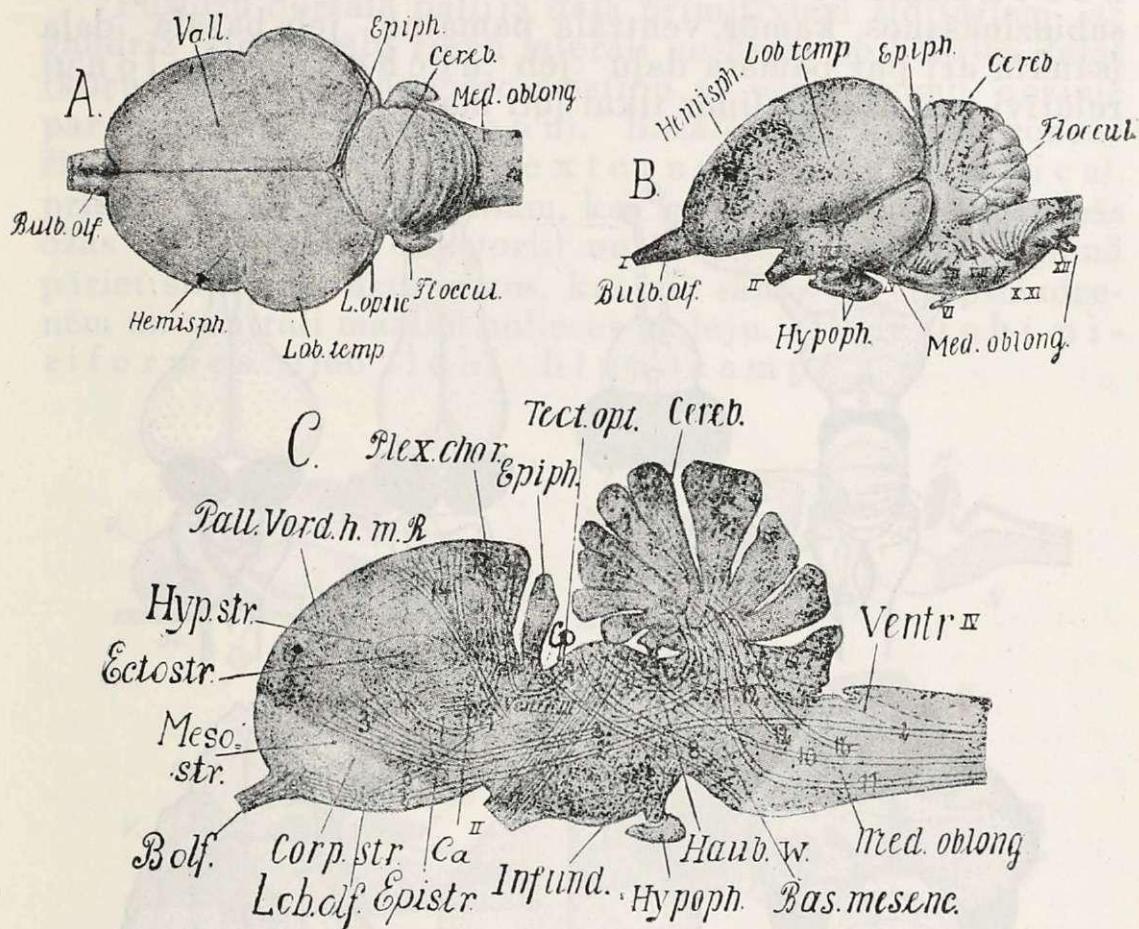
Putnu smadzenes turpretim ir jau diezgan lielas, tā kā to svars var pārsniegt mugursmadzeņu svaru. — Sauropsīdu smadzeņu pakāpeniskā palielināšanās atkarājas galvenā kārtā no pusložu, mazākā mērā arī no mazo smadzeņu tilpuma pieaugšanas. Dorsāli rāpuļu puslodes ir ovālas vai tuvināti trīsstūrainas. Uz pakaļejās trešdaļas pusi puslodes paceļas samērā stipri uz augšu, un arī viņu kaudālā daļa (*polus occipitalis*) sniedzas pāri starpsmadzenēm, jā, pat pāri priekšējai vidussmadzeņu daļai, kamdēļ īstās starpsmadzenes maz saredzamas. Tā sauktais *lobus temporalis* (deniņu daļa) izrādās parasti diezgan labi attīstīts. Lielās prīmārās ožas šķilas (*lobi olfactorii*) rada pusložu priekšējo galu turpinājumu. Lielo smadzeņu sānu vēderiņi stiepjas arī ožas šķilās. Ožas nervs parasti sākas vairāku diegu (*fila*) veidā. Prīmāro ožas šķili diferencēšanu ožas sīpolā (*bulbus olfactorius*) kātā (*tractus olfactorius*) un sekundārā ožas šķilā (*lobus olfactorius*) redzam sfenodōnam, ķirzakām un krokodīliem.

Putnu smadzeņu puslodēm ir vispāri tā pati pamatforma, bet tās kaudāli ļoti ievērojami paplašinājas un paaugstinājas. Pusložu pakaļejā daļa sniedzas tik tālu kaudāli, ka tā pieskaļas tāpat stipri palielinātajām mazajām smadzenēm un iespiežas starp abām vidussmadzeņu redzes šķilām (*lobi optici*). Putnu deniņu lēvars (*lobus temporalis*) ir parasti labi attīstīts; turpretim putnu ožas šķilas paliek ļoti mazas un iesākas drusku aiz pusložu priekšdaļas to ventrālajā pusē. Ja ožas šķilas ir stipri reducētas, tad tās dorsāli nevar vairs redzēt. Ožas šķilas var arī saaugt. Ventrāli aiz tām atrodas divi vāji izliekumi (tā saucamie *lobi parolfactorii*), kas jau piemīt rāpuļiem, kaut vājākā attīstībā.

Vidējās smadzenes ir vienmēr krietni lielas un to jumts (*tectum*) lielāko tiesu ir stipri izcelts pārū lobi optici veidā. Abos parasti iestiepjas vēderiņa dobums. -Tikai krokodīliem, tāpat kā bezastainiem abiniekiem, tai vietā, kur jumta kaudālā nokāpjošā daļa pāriet mazajās smadzenēs, ir pāris stipru sabiezinājumu, kas uz priekšu iedodas vēderiņā. Tie ir t. s. *corpora quadrigemina posteriora* (pakaļejie „četri pauguri“), kas gandrīz visiem pārējiem zauropsīdiem neparādās uztūkumu veidā.

No visiem smadzeņu nodalījumiem, mazajās smadzenēs zauropsīdu rindā viškaidrāk novērojama uz priekšu ejoša attīstība. Ķirzakām un čūskām tās parasti daudz neko ne-pārsniedz jau abiniekiem (speciāli bezastainiem) sasniegto attīstības pakāpi.

Turpretim krokodīlu, bruņu rupuču un putnu mazās smadzenes ir sakļokotas un stiprā mērā sabiezinātas. Krokodiliem mazo smadzeņu augšējā virsmā ir sekls šķērsām ejošs ieliekums, bet pie to laterālās bazālās malas katrā pusē pa izcilnim, kas turpinās rombveidīgās bedrītes malās. Šos sānu izciļņus parasti uzskata par mazo smadzeņu sānu daļu

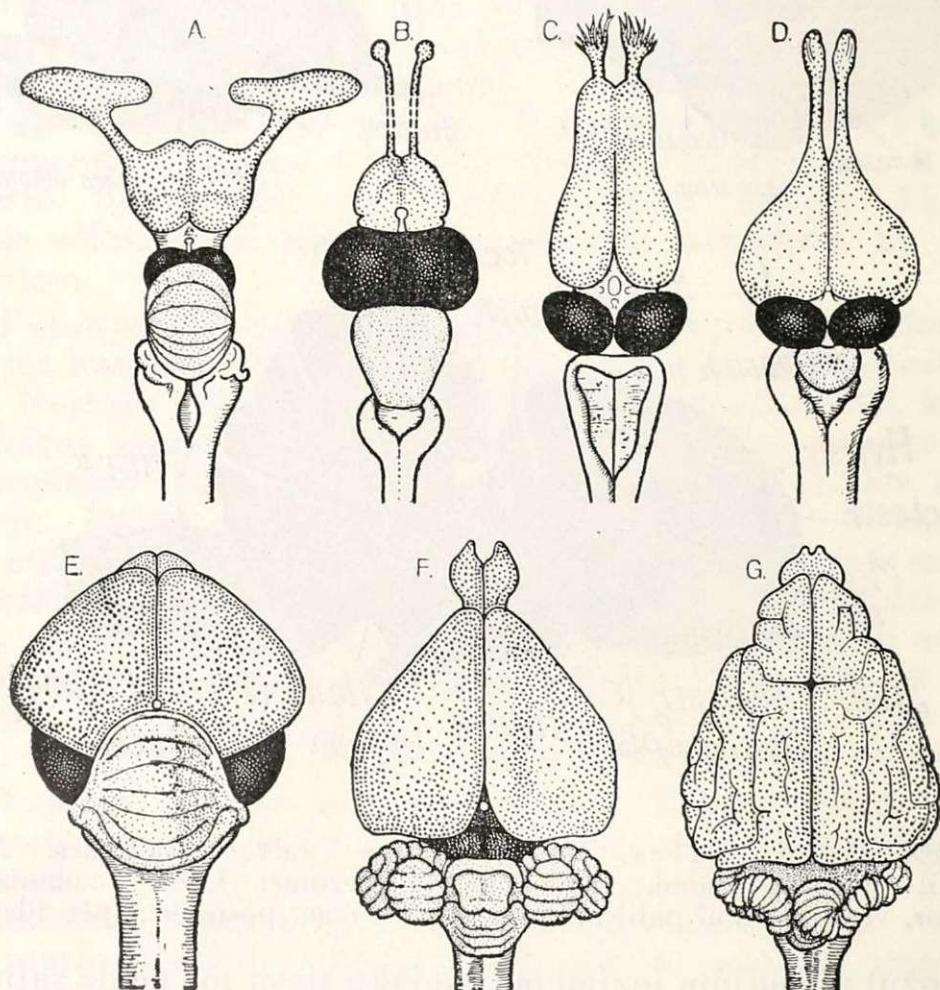


Zīm. 89. Mājas pīles, *Anas domestica* galvas smadzenes, A — dorsāli; B — no sāniem; C — sagitālgriezums; Ca — commissura anterior, virs tās com. palii anterior; Cp — com. posterior; (pēc Plate's).

(pusložu) pirmajām iezīmēm. Lielāko tiesu tos mēdz salīdzināt ar zīdītāju t. s. flocculi. Šai virzienā vēl tālāk attīstījušās putnu mazās smadzenes, pie kam to sienas tā sabiezinās, ka vēderiņa spraugā starp tām kļūst pavism šaura. Izveidojoties lielākam vai mazākam šķērsriegu skaitam, kas var iespiesties pat tuvu līdz vēderiņa spraugai, mazo smadzeņu virsma stipri palielinās. Putnu mazo smadzeņu sānu piedēkli (flocculi) ir vēl labāk attīstīti.

Zīdītāji.

Augstā attīstība, kuļu pakāpeniski iegūst zīdītāju smadzenes, galvenā kārtā dibināta uz pastāvīgi pieaugoši liejo smadzeņu (telencephalon) un mazo smadzeņu pusložu palielināšanās. Pusložu tilpuma palielināšanās rada spēcīgu un vienmēr pieaugošu *p a l l i j a* (*e p i s p h a e r i u m*, *n e o e n c e p h a l o n*) izplešanos vai arī tā dorsālā jumta sabiezināšanos, kamēr ventrālā pamatne jeb bazālā daļa (saukta arī par pamata daļu jeb *a r c h e n c e p h a l o n' u*) relātīvi īemot palielinās tikai ļoti mazā mērā.

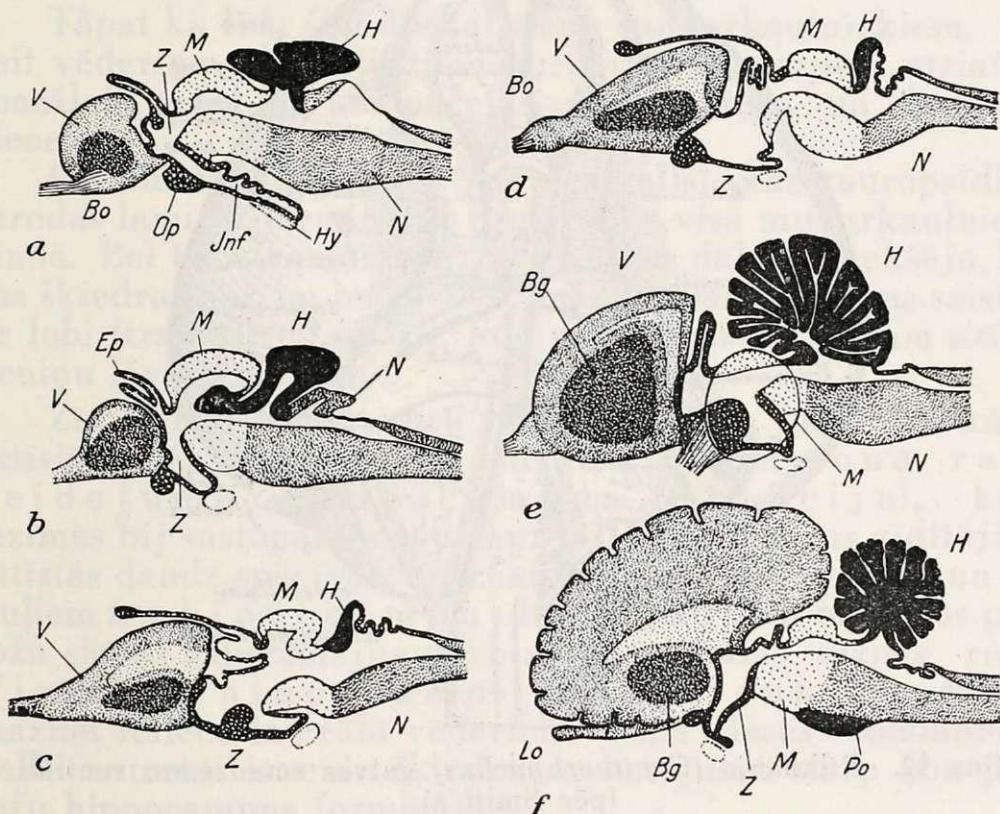


Zīm. 90. Dažādu mugurkaulnieku galvas smadzenes, dorsāli. Priekšējās smadzenes rupji punktētas, vidējās smadzenes melnas, pakaļējās smadzenes smalki punktētas, starpsmadzenes un garenās smadzenes atstātas baltas (tikai ēnotas). A — haizivs, B — kaulu zivs, C — varde, D — ķirzaka, E — putns, F — trusis, G — suns (pēc Hesse's un Doflein'a).

Lielo smadzeņu pusložu kaudālā daļa vienmēr pārsedz starpsmadzenes, kamēr vidējo smadzeņu pakaļējā daļa apla-

centāliem un daudziem primitīviem placentāliem paliek vēl neapsegtas. Turpretim nagu dzīvniekiem, plēsējiem, valiem un pērtīkveidīgiem puslodes, kaudāli stipri izplešoties, pārsedz arī tās. Īsto pērtīku (*Simiae*) puslodes, to pakauša lēvaram spēcīgāk attīstoties, izplešas arvien vairāk pāri mazajām smadzenēm; līdz beidzot cilvēkveidīgiem pērtīkiem un cilvēkam tās var mazās smadzenes pavisam pārklāt.

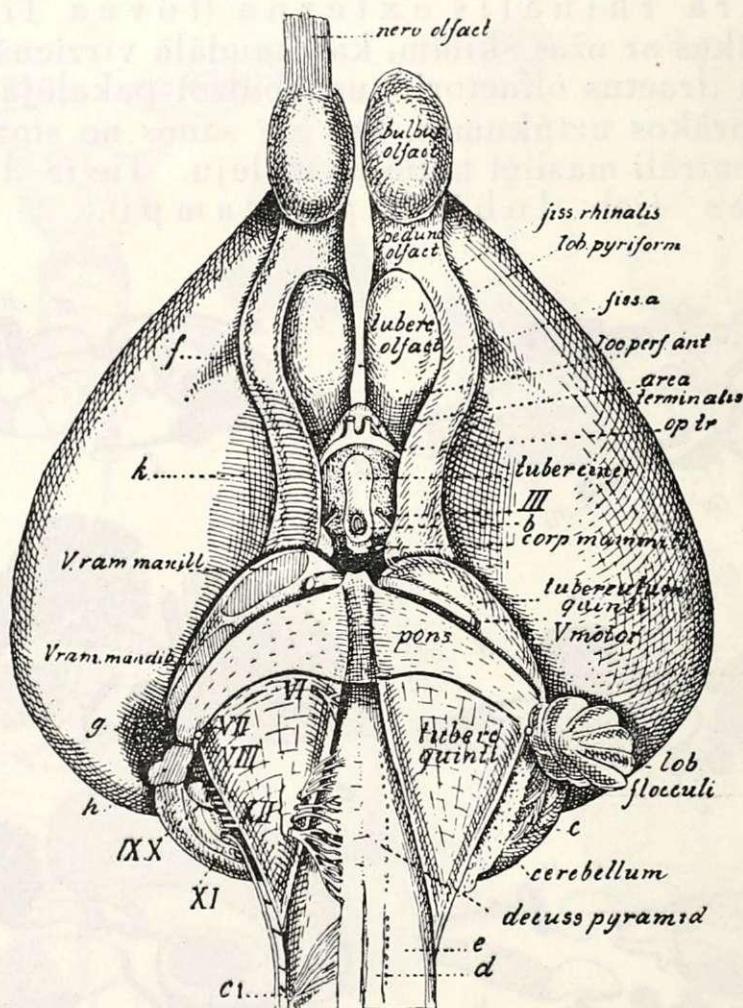
Pusložu dorsālā pallija daļa primitīviem zīdītājiem ar gandrīz horizontālu rieuva laterāli nošķirās no bazālās daļas (kuļu, sakarā ar tās ciešo saistību ar ožas organu, apzīmē par *r h i n e n c e p h a l o n u*). Bazālā daļa, kuļu norobežo šī *f i s s u r a r h i n a l i s e x t e r n a* (*f o v e a l i m b i c a*), priekšā sākas ar ožas šķilām, kas kaudālā virzienā turpinās ožas ceļos (*tractus olfactorii*) un beidzot pakaļejā reģionā pāriet stiprākos uztūkumos, kas arī sānos no starpsmadzenēm un ventrāli mazliet noliecas uz leju. Tie ir *l o b i p i r i f o r m e s* (jeb *l o b i h i p p o c a m p i*).



Zīm. 91. Dažādu mugurkaulnieku galvas smadzeņu gargriezumu schēmas. a — haizivs; b — kaulu zivs; c — abinieks (varde); d — rāpulis; e — putns; f — zīdītājs. Bg — bazālie gangliji; B. o — bulbus olfactorius; Ep — epifize; H — mazās smadzenes; Hy — hipofize; Inf — infundibulum; L. o — lobus olfactorius; M — vidējās smadzenes; N — gareņas smadzenes; Op — redzes nerva ieeja; Po — pons (tilts); V — lielās smadzenes; Z — starpsmadzenes (pēc Edinger'a un Kühn'a).

Izņemot pīlknābi (*Ornithorhynchus*), no bulbus vienmēr tūliņ sākas daudzi ožas nerva pavedieni (fila), kas iet cauri ethmoida caurumiem. Pīlknābim šie diegi ir sakopoti slēgtā kūlītī.

Tūliņ aiz katras tractus olfactorius un mazliet vairāk mediāli, visiem tiem zīdītājiem, kam ir spēcīgi attīstīti ožas lēvari, parādās dažāda lieluma uztūkums, t. s. **lobus parolfactorius**, kas, pēc jaunākiem pētījumiem, ir saistīts ar nerva trigeminus kodolu, kādēļ tanī bieži meklē purna taustes organu centru.



Zīm. 92. Pīlknābja (*Ornithorhynchus*) galvas smadzenes, ventrāli (pēc Smith'a).

Stiprā pusložu palielināšanās parasti rada arī spēcīgāku starpsmadzeņu attīstību, proti, to šķiedru masu pieņemšanos, kas caur t. s. **s madzeņu kātiem** (pedunculi cerebrī) no abām optiskām puslodēm (thalamī optici) un pakaļējiem smadzeņu nodalījumiem ieiet puslodēs.

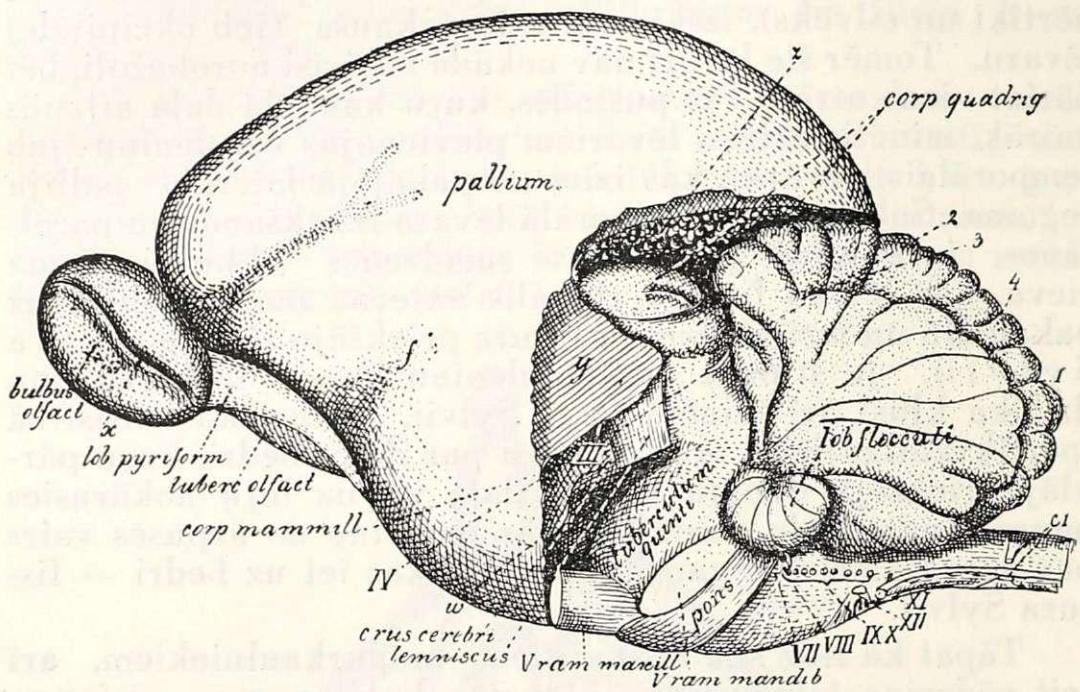
Puslodēs izšķir pieres (frontālo) un pauļa (parietālo lēvaru; ja pakauša reģions ir stipri attīstījies (sevišķi īstie pērtiķi un cilvēks), izšķir vēl arī pakauša (jeb okcipitālo) lēvaru. Tomēr šie lēvari nav nekādā ziņā asi norobežoti, bet pāriet viens otrā. Tās puslodēs, kuļu kaudālā daļa attīstās vairāk, minētiem trim lēvariem pievienojas vēl deniņu (jeb temporālais) lēvars, kas iziet no pakaļējā laterālā pallija reģiona. Sakarā ar šī temporālā lēvara izliekšanos un pacelšanos, izveidojas prīmitīvās smadzenēs tikko jaušama rieva, kas iet no fissura rhinalis externa mazliet šķībi uz pakaļgalu un iezīmē deniņu lēvara priekšējo robežu (f o s s a S y l v i i). Jo stiaprāk attīstās deniņu lēvars, jo garāka un dziļāka klūst arī minētā fossa Sylvii. Augstākā attīstībā (pērtiķveidīgajiem) tā ir kļuvusi par dziļu bedri, kuļu pārklāj priekšējā deniņu lēvara daļa un uz leju nokārusies pauļa lēvara daļa, kādēļ arī tās pamatne no ārpuses vairs nav saredzama, bet gan tikai rieva, kas iet uz bedri — fissura Sylvii.

Tāpat kā līdz šim apskatītiem mugurkaulniekiem, arī šeit vēderiņa telpu stipri sašaurina liels corpus striatum (bazālais ganglijs), kas paceļas no pamatnes un laterālās sienas.

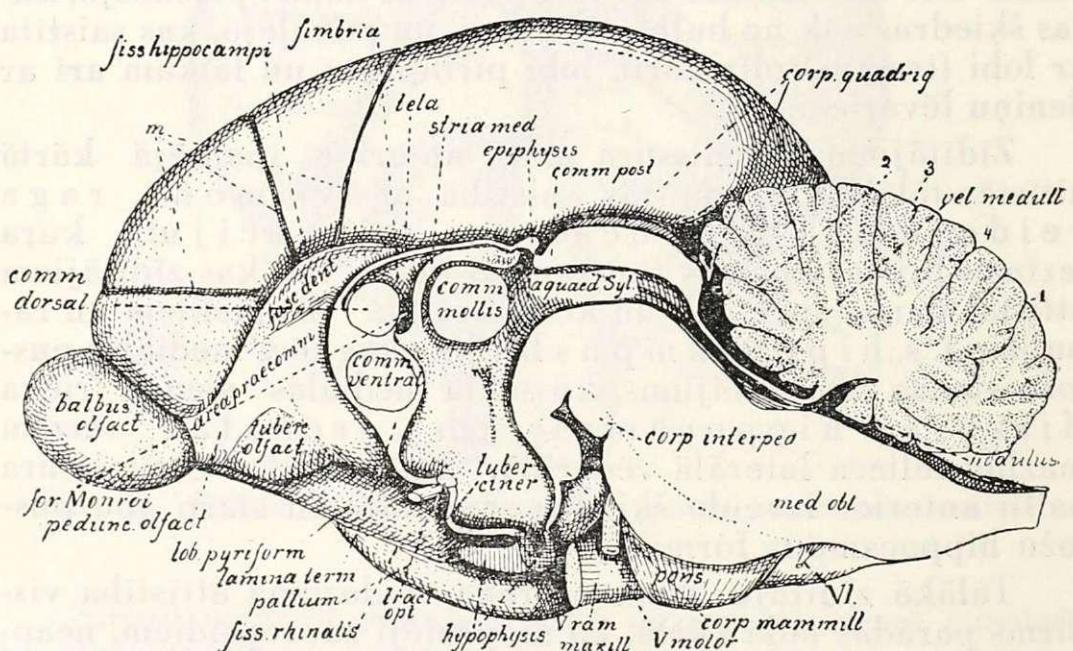
Commissura anterior (jeb ventralis), kas zauropsīdiem atrodas laminā terminalis, uzglabājas visā mugurkaulnieku rindā. Bet tai vienmēr var izšķirt divas daļas: priekšējo, kuļas šķiedras nāk no bulbi olfactorii, un pakaļējo, kas saistīta ar lobi (tractus) olfactorii, lobi piriformes un laikam arī ar deniņu lēvariem.

Zīdītājiem commissura pallii anterior īpatnējā kārtā attīstās tālāk, ko rada tās saistība ar Ammona raga veidojumu (hippocampus formāciju), kuļa iezīmes bij sastopamas jau zauropsīdiem, bet kas zīdītājiem attīstās daudz spēcīgāk un komplīcētāk. Abiniekim un rāpuļiem t. s. hippocampus bij kā gangliōzs mediālās pusložu sienas sabiezinājums, ko sekla mediālās sienas rieva (fissura hippocampi jeb arcuata) reizēm mazliet ielieca laterālā vēderiņā. Šīnīs klasēs commissura pallii anterior izveido šķiedru savienojumu starp abu pusložu hippocampus formācijām.

Tālākā zīdītāju Ammona raga veidojuma attīstība vispirms parādās tādā kārtā, ka tā, pretēji zauropsīdiem, neaprobežojas vienīgi ar mediālās pusložu virsmas reģionu priekš lamina terminalis, bet turpinās arī uz lobus piriformis mediālās virsmas. Tādēļ zīdītāju fissura hippocampi klūst ļoti gaļa; aplacentāliem tā stiepjas pat līdz mediālās



Zīm. 93. Pilknābja (*Ornithorhynchus*) galvas smadzenes, laterāli; lielo smadzeņu kreisās puslodes pakalējā daļa nopreparēta (pēc Smith'a).



Zīm. 94. Pilknābja (*Ornithorhynchus*) galvas smadzenes, mediālgriezums (pēc Smith'a).

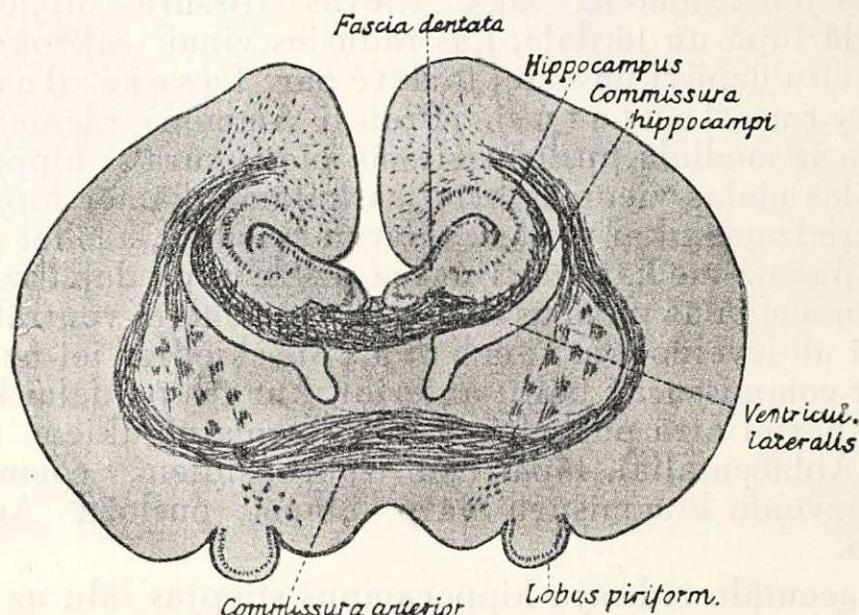
pusložu virsmas priekšējai malai. Tai pašā laikā daudz stiprāks kļuvis arī tās ieliekums mediālā pusložu sienā. Tādēļ tas, kā t. s. Ammona rags (*c o r n u A m m o n i s*) jeb hippocampus dziļi ieiet sānu vēderiņā. Ieliekuma dorsālā lūpa, kuļa, pēc savas spirāliskās sagriešanās, raugās pret vēderiņa dobumu, savā iekšienē izveido sevišķu garozas struktūru ar vidū novietotām piramīdu šūnām un nervu šķiedru kārtu uz iekšējās virsmas. Sādi uzbūvētā krokas daļa, kas izveido brīvo virsmu pret vēderiņu, ir īstais hippocampus jeb Ammona rags. Rievas (*fissura hippocampi*) ventrālā lūpa un tā daļa, kas radusies viņai sakrokojoties, iegūst citu uzbūvi un tādēļ to dēvē par *f a s c i a d e n t a t a* (arī *g y r u s d e n t a t u s*). Pretēji Ammona ragam, fascia dentata ir mediālā pusložu virsmā pie *fissura's hippocampi* ventrālās malas vienmēr brīvi saskatāma, kamēr hippocampus ir redzams tikai vietām. Nervu šķiedras, kas iet no hippocampus uz mediālo pusi un uz priekšu, pa daļai iznāk uz pusložu mediālās virsmas un pie fascia dentata ventrālās malas ārā un izveido t. s. *f i m b r i a*. Šīs šķiedras iet uz priekšu līdz commissura'i pallii anterior, kur tās pa daļai krustojoties, pāriet otrā puslodē. Tādēļ pirmatnējākiem zīdītājiem (*Aplacentalia*), tāpat kā zuropsīdiem, commissura pallii izveido kommisūru starp abiem pusložu Ammona ragiem.

Placentālo zīdītāju hippocampus stiepjas tālu uz pakaļgalu uz lobus piriformis, līdz tā uz leju noliektam galam. *Fissura'i hippocampi* pie lobus lokveidīgi izliecoties, tās pakaļejais gals beidzot atkal pagriežas uz priekšu, kādēļ šai daļā hippocampus vietu attiecības ar fascia dentata un fimbria kļūst taisni otrādas, jo šeit hippocampus atrodas ventrāli, fascia dentata dorsāli no tā, bet virs tās fimbria.

Hippocampus formācija ir svarīgs rhinencephalon'a centrs. Uz to nāk šķiedras no lobus olfactorius un parolfactorius. Bet jau monotremiem uz commissur'u pallii anterior nāk vēl citas nervu šķiedras. Vispirms tādas, kas nāk no mediālās pusložu virsmas *a r e a p r a e c o m m i s s u - r a l i s*, kas atrodas priekš com. anterior; tālāk šķiedras no hypothalamus (*c o r p o r a m a m m i l l a r i a*) reģiona. Sagitālgriezums caur commissur'u palli, kas monotremiem izskatās apalisks, kamēr lielākai daļai somaino tam ir dorsālā virzienā un uz leju vērsts ieliekums, tā kā var izšķirt divus reģionus: dorsālo un ventrālo, pie kam ventrālais nodalījums savas šķiedras saņem no pakaļejās hippocampus formācijas daļas.

Primitīviem placentāļiem (proti sikspārņiem) ir vēl lī-

dzīgi izveidota commissura pallii anterior, kuļas dorsālā, uzkāpjošā daļa tomēr ir stipri pārmainījusies, jo tai iespiežas pallija garozas šķiedras un tur krustojas. Tādā kārtā šī dorsālā daļa klūst par mezglu ķermenē a jeb corpus callosum pirmo aizmetni, kas augstākiem placentāliem attīstās arvien spēcīgāk. Placentāliem pallija šķiedras pamazām tā pieņemas, ka beidzot hippocampus šķiedras mezglu ķermenē galīgi izzūd un pēdējais klūst vienīgi par pallija garozas kommisūru. Jo vairāk placentā-



Zīm. 95. Šķērsgriezums caur pilknābja (*Ornithorhynchus*) lielo smadzeņu pusložu komisūrām. Lobus piriformis uz āru norobežots ar fissura rhinalis (fovea limbica), uz iekšu ar fissura endorchinalis (pēc Smith'a).

ļiem puslodes izaug uz pakaļgalu, jo gaŗāks un biezāks klūst arī corpus callosum, pie kam tas atliecas mazliet šķībi dorsokaudāli uz augšu. Turpretim commissura anterior klūst mazāka. Bet tādā pat mērā kā mezglu ķermenis, pagarinās arī pirmatnējās commissura's pallii ventrālā daļa, kuļā ieplūst hippocampus šķiedras. Šī daļa klūst par tiltu jeb fornix. Pusložu frontālam lēvaram izaugot, pagarinās mazliet uz priekšu arī mezglu ķermenis. Fornix, kā jau minēts, patiesībā ir abu fimbriju turpinājums uz priekšu, bet īstā šķērsām ejošā šķiedru izmaiņa notiek tikai vienā norobežotā vietā, apm. vidū, kuļu apzīmē par psalterium fornicis. Tādā pat mērā kā placentālu corpus callosum izaug uz pakaļgalu, sašūk tam dorsāli piegulošā pirmatnējā hippocampus veidojuma daļa, līdz tā klūst par pavism plānu plāksnīti. Tikai pakaļējā noliektā hippocampus veidojuma daļa, kas atrodas lobus'ā piriformis, vienmēr paliek

labi attīstīta. Tā tad izveidojoties corpus callosum un fornix'am šķībi dorsokaudāli vērstā pirmatnējā commisura pallii ieliecas vai iemaucas. Ieliekto membrānu starp corpus callosum un fornix, kuŗi abi pieder laminai terminalis, izveido mediālo pusložu virsmu areae praecommisuralis, kas arī tāpat aug uz pakaļgalu. Abas savienotājas membrānas starp mezglu ķermeņa un tilta sānu malām vienmēr paliek plānas (tomēr tās satur arī pelēko substanci) un kopā izveido septum pellucidum. Mezglu ķermeņa pakaļgals augstākiem placentāliem tik stipri izstiepjas kaudālā virzienā, ka izspilē nesaļukušās hippocampus formācijas dorsālo daļu uz pakaļgalu. Sakarā ar to hippocampus formācijas daļa novietojas zem pakaļējā mezglu ķermeņa gala, kas kā splenium (izcilnis) noliecas pret fornix'u uz priekšu.

Par garozas svarīgo nozīmi psīchiskā darbībā liecina tas, ka viņas lielums pieņemas parallēli pēdējai. Tā kā garozas pieaugumam zināmu robežu nosprauž galvas kausa kapsula, un tā kā pārāk stiprs galvas kausa kapsulas pieaugums būtu pārāk neizdevīgs citādā ziņā, tad psīchiski augstāk stāvošo un lielāko zīdītāju garozas virsmas palielināšanās notiek pusložu virsmai lielākā vai mazākā mērā sakrokojoties. Tādā veidā uz smadzeņu virsmas rodas līču loču izlocīti pa-augstinājumi (krokas, gyri, kuŗus šķir rievās (sulci)). Šo kroku un rieuva skaits pieaug līdz ar psīchisko spēju pieaugumu, tādēļ daudziem zīdītājiem, proti cilvēkv. pērtiķiem un cilvēkam, visa pusložu virsma ir cieši sakrokota. Bet kroku bagātība neatkarājas tikai vienīgi no psīchisko spēju pieauguma. Acīmredzot tā stāv sakarā arī ar attiecīgo zīdītāju lielumu. Vismaz daudzās grupās, sevišķi pērtiķiem, atrodam, ka mazām formām ir ļoti maz rievotas puslodes, bet nevar sacīt, ka to intellektuālās spējas būtu ierobežotas, kamēr lielākām formām puslodes ir stipri rievotas.

Uz vidējo smadzeņu jumtu (tectum opticum) stiepjas redzes nerva (opticus) lielākā šķiedru daļa, lai tur rastu savu gala staciju. Tectum lielāko tiesu pacēlas pāru šķilu (lobi optici) veidā. Tā priekšgalā parasti atrodas jau minētā šķērskomisūra, c. posterior, kuŗas šķiedras stiepjas katrā pusē līdz vidējo smadzeņu jumta reģionam.

Tā kā, jau minēts, starpsmadzenes grūti atšķirt no lielājām smadzenēm, tad apskatīsim šos abus nodalījumus kopīgi. Pirmatnējā prosencephalon'a dorsālais jumts, no kuŗa tās abas radušās, visā savā izplatībā paliek plāns un epitelials, tāpat kā myelencephalon'a tela chorioidea. Šis jumts

stiepjas uz priekšu starp abiem lielo smadzeņu pusložu aizmetniem, līdz kādreizējam neuroporusam. Tas tomēr iet arī mazliet ventrāli zem neuroporusa, tā kā to var sadalīt divi daļas: *l a m i n a s u p r a - u n i n f r a n e u r o p o r i c a*. Ciktāl šī plānā lamina sniedzas priekšā starp abām lielo smadzeņu puslodēm un tās savā starpā savieno, tiktāl to parasti apzīmē par lamina terminalis. Tās dorsālais turpinājums aiz pusložu sākuma veido starpsmadzeņu jumtu; tomēr dažreiz lielo smadzeņu dorsālā robeža novirzās mazliet vairāk kaudāli līdz velum transverum, kas bieži rodas kā vēderiņa epitēliālā jumta šķērsām ejošs sakrokojums. Cieši priekš šī velum'a jumts veido īsāku vai gaŗāku caurulveidīgu izspilējumu, *p a r a f i z i*. Šis organs, kas attīstības laikā bieži aizmetas, bet kuŗa funkcija vēl nav noskaidrota, daudziem primitīviem mugurkaulniekiem uzglabājas, bet nereti pavisam izzūd.

No starpsmadzeņu jumta kaudālā reģiona vienmēr atiet līdzīgs, paliekošs, caurulveidīgs izspilējums, t. s. *e p i f i z e*, kas pieaugušās smadzenēs sasniedz ļoti dažādu gaŗumu. Kā visa starpsmadzeņu tela, tā stāv ciešā saistībā ar iekšējās smadzeņu plēves asinsvadiem un samezglojoties, kā arī bieži vien sazarojoties, tā sākot no abiniekim iegūst dziedzerveidīgu raksturu (tādēļ to sauc arī par smadzeņu dziedzeri jeb *g l a n d u l a p i n e a l i s*).

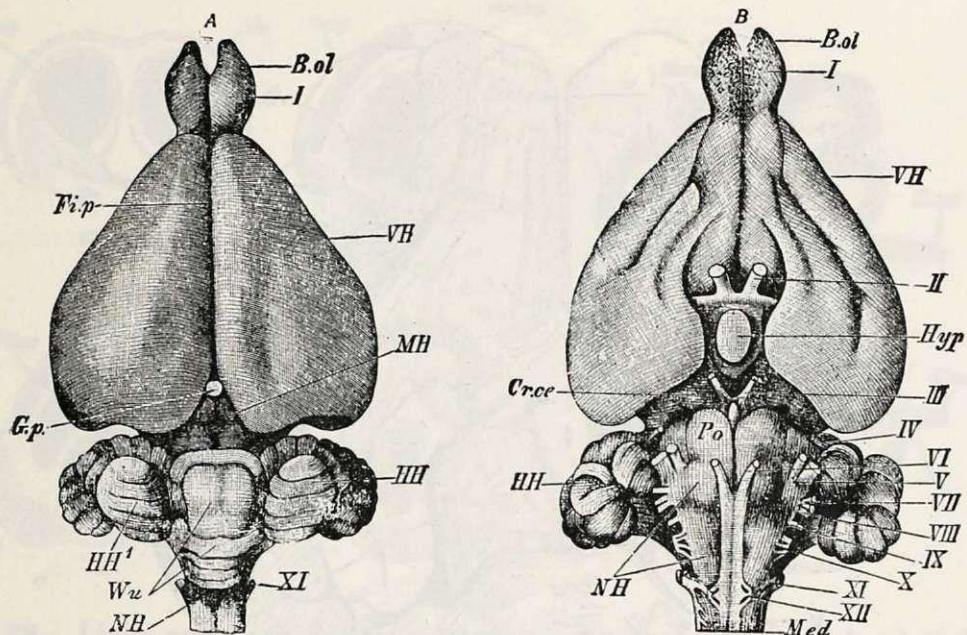
Cieši priekš epifizes dažām kārtām ar līdzīgu izspilējumu izveidojas t. s. *p a r i e t ā l a i s o r g a n s*. Dažiem mugurkaulniekiem tas var paturēt rudimentāra redzes organa veidu (*p a u ŋ a a c s*).

Sakarā ar lielo smadzeņu pusložu izcelšanos no prosencephalon'a sānu reģioniem, tās katras iegūst prosencephalon'a vēderiņa telpas turpinājumu, (ventriculi lateralis). Šauros caurumus, kas ieiet vēderiņos, sauc par *f o r a m i n a M o n r o i*. Kopējā prosencephalon'a vēderiņa telpas priekšējo daļu, kuŗā ieiet abi caurumi, sauc par *ventriculus communis*. Visa pusložu siena ir parasti stipri sabiezināta.

Priekšējās pusložu daļas vairāk vai mazāk skaidri norobežojas un stāv tiešā saistībā ar ožas nervu, *n. olfactorius*, kādēļ šīs daļas dēvē par ožas šķilām. Tais iestiepjas arī sānu vēderiņu (ventriculi lateralis) telpas. Ožas šķilu (*lobus olfactorius*) priekšējā daļa pa lielākai daļai ir mazliet uzpūsta, un to dēvē par *bulbus olfactorius* (burtiski — ožas sīpolu). Tur nobeidzas ožas nervu šķiedras. Kad viss lobus stipri izstiepjas, tad šo bulbu ar loba pakaļējo daļu savieno kātveidīga stiegra. Tad izšķiř priekšējo bulbu, *t r a k t u* (kātu) un pakaļējo īsto *lobus olfactorius*.

Daļa, kas nāk tūliņ aiz ožas šķilām, ir īstās lielo smadzeņu puslodes. Dažreiz šī daļa var būt ļoti maza. Augstākiem mugurkaulniekiem īstās puslodes iegūst arvien lielāku pārsvaru par ožas šķilām, kas beidzot pārvēršas mazos pusložu piedēkļos. Cilvēka anatomijā pusložu dobumus sauc par pirmo un otro vēderiņu, bet starpsmadzeņu dobums ir trešais vēderiņš.

Pusložu augšējā siena parasti sabiezinās, kādēļ vēderiņa dobums klūst šaurāks. Bet pusložu ventrolaterālā pamatne viscauri sabiezinās stiprāk un kā t. s. pamata jeb ba-



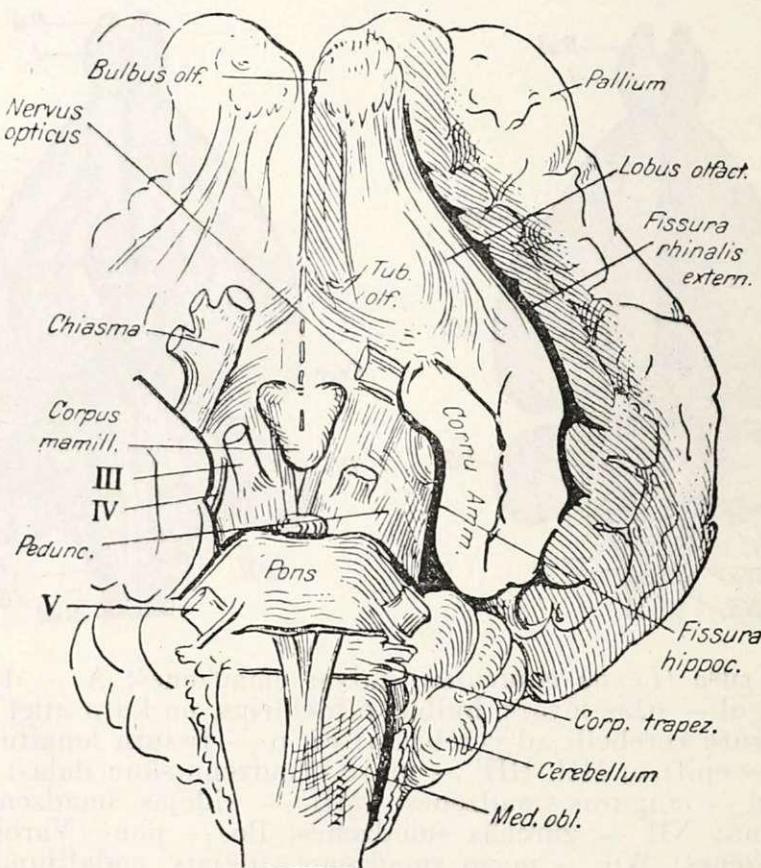
Zīm. 96. Truša (*Lepus cuniculus*) galvas smadzenes; A — dorsāli, B — ventrāli: B. ol — ožas lēvars, bulbus olfactorius, no kuļa atiet ožas nervs; Cr. ce — crura cerebelli ad cerebrum; Fi. p — fissura longitudinalis pallii; G. p. — epifize; HH, HH' — mazo smadzeņu sānu dalas; Hyp — hipofize; Med — muguras smadzenes; MH — vidējās smadzenes, corpora quadrigemina; NH — garenās smadzenes; Po — pons Varolii; VH — lielās smadzenes; Wu — mazo smadzeņu vidējais nodalījums (vermis); I—XII — galvas nervi (pēc Wiedersheim'a).

zālais ganglijs (corpus striatum) ieiet vēderiņa iekšienē. Pusložu jumta reģionu parasti apzīmē par pallium. Abas puslodes savieno šķērsām ejoša šķiedru kommisūra (commissura anterior), kas attīstās lamina terminalis iekšienē. Sākumā tā galvenā kārtā kalpo abu ožas šķilu savienošanai. Lielākai daļai mugurkaulnieku vēl pievienojas commissura pallii anterior. Tā savieno abu pusložu jumtu (palliju).

Attīstībai turpinoties, pallijā rodas reģions ar īpatnēji veidotām, virspusē novietotām nervu šūnām. Tā ir t. s. mizas kārta jeb cortex pallii. Augstākiem mugurkaul-

niekiem pusložu palielināšanās pa lielākai daļai notiek ar pallija un tā mizas reģiona palielināšanos.

Jo spēcīgāk attīstās lielās smadzenes, jo mazāks izliekas otrs smadzeņu nodalījums, starpsmadzenes. Kā jau minēts, tā jumts savā lielākā izplatībā paliek plāni epitēliāls (ependīms) un kopā ar iekšējo smadzeņu plēvi un tās asinsvadiem veido tādu pat asinsvadiem bagātu plēvi — tela chorioidea, kā garenās smadzenēs. Parafizes tuvumā tela parasti kā zarots, asinīm bagāts plexus chorioideus ieliecas starpsmadzeņu vēderiņā. Šis plexus caur abiem Monroja



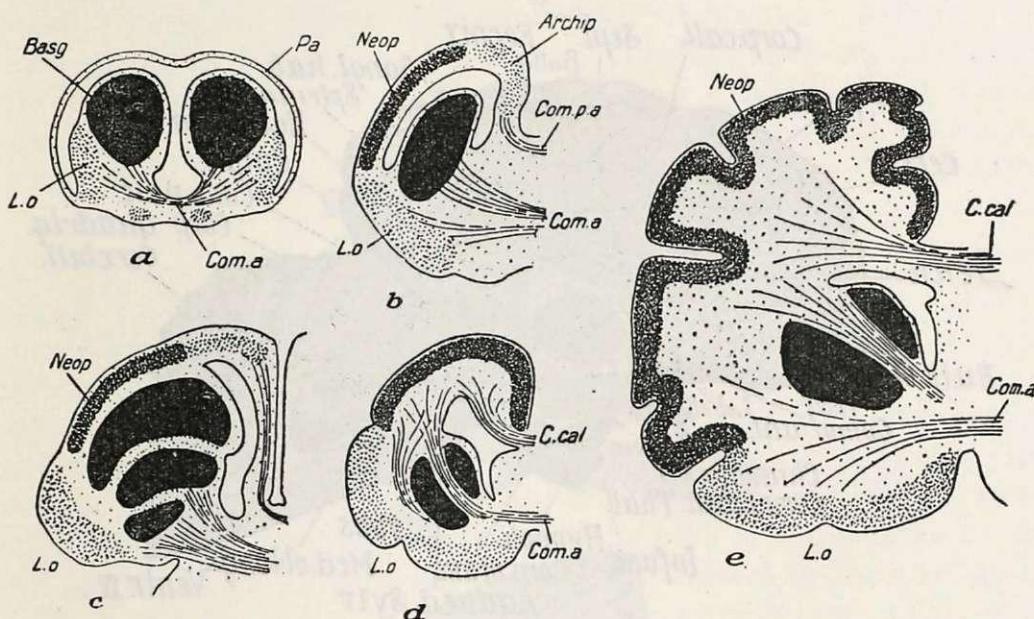
Zīm. 97. Teļa (*Bos taurus juv.*) galvas smadzenes ventrāli; kreisais redzes nervs (n. opticus) pārgriezts un chiasma nobīdīta pa labi (pēc Edinger'a).

caurumiem raida katrā puslodes vēderiņā pa palielam zaram (plexus hemisphaericus). Bet dažām formām tela chorioidea veido arī dorsāli vērstus maisveidīgus izspilējumus, kas var lielākā vai mazākā mērā pārsegt smadzenes. Epifizes sākuma apvidū (t. s. epithalmusreģionā) visur sastopami divi relātīvi mazi gangliji (ganglia habenulae), kas epifizes pamatnes priekšā savienojas ar šķērskommisūru (commissura habenulae s. superior).

Starpsmadzeņu sānu sienās rodas stiprs nervōzs sabie-

zinājums, kādēļ III. vēderiņš sašaurinās. Šis sabiezinājums veido redzes uzkalniņus (thalami optici), kuŗos parasti sekundāri diferencējas lielāks kodolu (gangliju) skaits. Šeit stiepjas arī daudzie nervu šķiedru sakopojumi, kas savieno starpsmadzenes ar puslodēm, vidējām smadzenēm un kaudāli novietotām centrālās nervu sistēmas daļām, t. i. šķiedras, kas iet no puslodēm uz minētiem reģioniem, vai arī no turienes nāk uz puslodēm.

Starpsmadzeņu ventrālais reģions (bieži saukts hypothalamus) jau agri ontogenezē ļoti īpatnēji izveidojas, pie

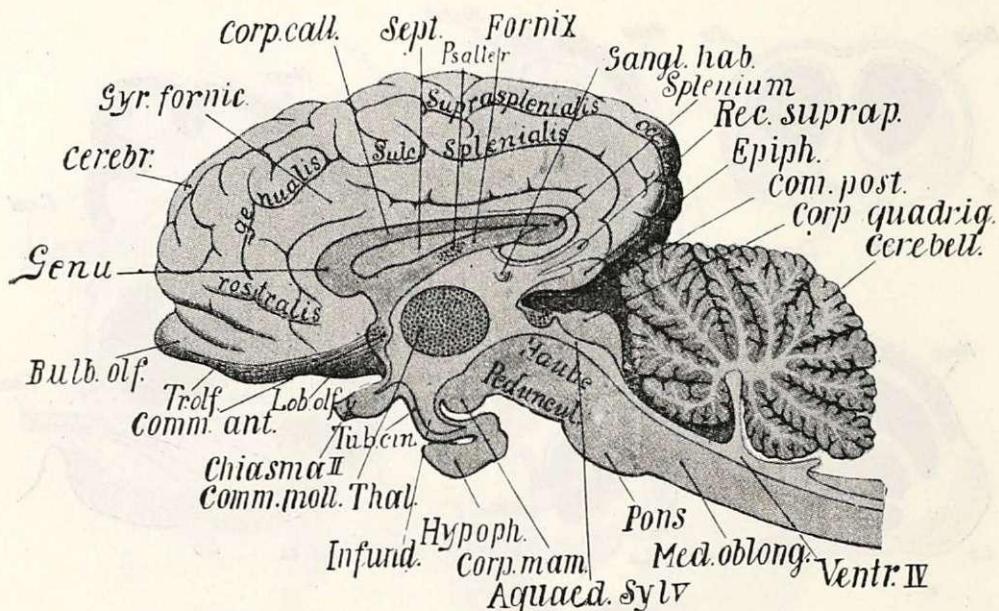


Zīm. 98. Lielo smadzeņu šķērsgriezumi, schēmatiski. a — kaulu zivs; b — rāpulis; c — putns; d — zemāks zīdītājs (somainais); e — augstāks zīdītājs (suns); Archip — lielo smadzeņu pirmatnējā daļa jeb ožas garoza; Basg — bazālais ganglijs jeb corpus striatum; C. cal — corpus callosum; Com. p. a. — com. pallii anterior; Com. a. — com. anterior; L. o. — lobus olfactorius; Neop — lielo smadzeņu sekundārā garoza; Pa — pallium, garoza (pēc Edinger'a un Kühn'a).

kam tā kaudālā ar plica ventralis (ventrālo kroku) norobežotā daļa uz pakaļgalu vēl vairāk piltuvveidīgi izdobjas (infundibulum, smadzeņu piltuvīte). Šās piltuves slēgtais gals anamnijiem izspilējas par krokainu, no plānām sienām sastāvošu maisu, kuŗu bagātīgi ietin asinsvadi, kādēļ to dēvē par saccus vasculosus (infundibulāro dziedzeri). Daži to uzskata it kā par zināmu maņas organu. Tāpat kā infundibulum, arī tas satur nervu šķiedras.

Pie infundibuluma pamatnes kaudālās sienas atrodas gangliōzs uztūkums, corpus mamillare (c. canaliculans), ka lielākai daļai zīdītāju ir nepāru, bet pērtikveidīgiem arī no ārpuses pāru skaitā.

Vidējo smadzeņu mazais apmērs, kā arī to vēderiņa reducēšanās par Silvija ūdensvadu — aquaeductus Sylvii (jeb cerebri) jau ir vairākas reizes minēta. Vidējo smadzeņu jumtu, jeb corpora quadrigemina (četrus paugurus), raksturo divi pāri viens aiz otra novietotu paaugstinājumu, priekšējie un pakaļējie četri pauguri (arī colliculi). To izveidojuma asums un relātīvais lielums dažādiem zīdītājiem ir diezgan mainīgs. Priekšējo pauguru (corpora quadrigemina anterior) sakars ar redzes nervu ir jau atzīmēts, turpretim pakaļējie pauguri ir saistīti ar dzirdes nerva kodolu. Kā



Zīm. 99. Teļa galvas smadzenes, mediālgriezums (pēc Bütschli).

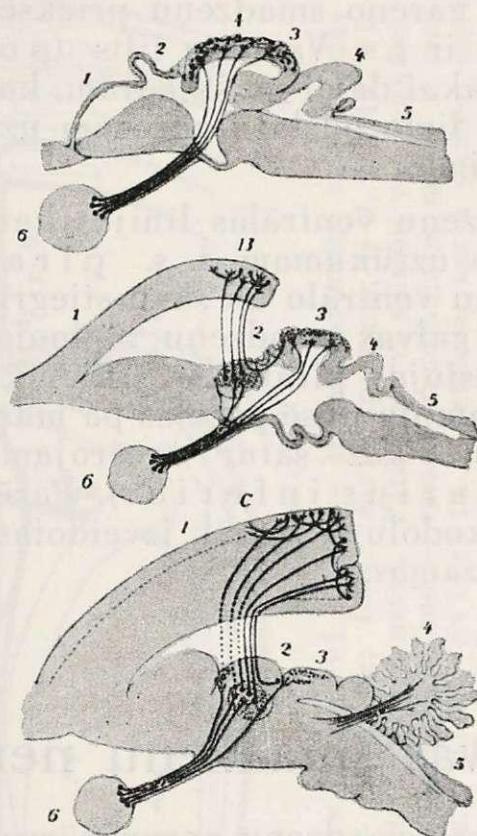
mēs redzējām, pakaļējie četri pauguri bij iezīmēti jau zemākiem tetrapodiem, kur tie tomēr neparādījās uz āru. Vidējo smadzeņu ventrālā pusē kā t. s. crura jeb pedunculi cerebri paceļas stipras šķiedru stiegras, kas iet no mazajām un garenajām smadzenēm uz starpsmadzenēm un lielajām smadzenēm.

Pieaugušo zīdītāju mazo smadzeņu vispārējā uzbūve ļoti līdzīga augstāko zauropsīdu mazo smadzeņu uzbūvei. Tās izveido augšup pacelto, bieži gangliōzo smadzeņu jumta daļu, kurā mazliet iestiepjās IV. vēderiņa turpinājums. Tā tad var izšķirt priekšējo un pakaļējo slīpi stāvošo daļu.

Priekšējā mazo smadzeņu siena savā priekšējā pusē ar ļoti plānu jumta plāksnīti (velum medullare anterius jeb valvula) pāriet vidējās smadzenēs, bet pakaļgalā ar līdzīgu velum medullare posterius tā pāriet gareno smadzeņu telā. Savienojums ar vi-

dējām smadzenēm notiek ar divu laterālu šķiedru stiegru (savienotājroku, brachia s. crura conjunctiva) palīdzību; savienojumu ar gareno smadzeņu priekšējā reģiona sānu malām izdara tilta rokas (brachia cerebelli ad pontem) un corpora restiformia.

Pats mazo smadzeņu kermenis ļoti plašs, lielāko tiesu gandrīz lodveidīgs, un augstākiem zīdītājiem klūst arvien lielāks. Kā raksturīga parādība atzīmējama mazo smadzeņu sadalīšanās vidējā daļā (tārpa — vermis) un divi sānu daļas (puslodes). Pēdējām, pie to laterālās pamat-



Zīm. 100. Redzes centra pārvietošanās no vidējām smadzenēm uz lielājām smadzenēm. A — kaulu zivs; B — rāpulis; C — zīdītājs; 1 — lielās smadzenes; 2 — starpsmadzenes; 3 — vidējās smadzenes; 4 — mazās smadzenes; 5 — garenās smadzenes; 6 — acs (pēc v. Monakow'a).

nes, tur, kur tās savienojas ar corpora restiformia, ir vēl pa vienam uztūkumam, flocculi. Pēdējie droši vien atbilst mazo smadzeņu sānu daļām, kādas sastopamas jau krokodīļiem un putniem. Bet mazo smadzeņu puslodes, šķiet, ir attīstījušās tikai zīdītājiem, kas saskan ar to, ka primitīvākās grupās šīs puslodes, attiecībā pret vidējo daļu jeb tārpu, paliek vēl relātīvi mazas.

Tāpat kā skrimšļu zivīm un putniem, arī zīdītājiem ma-

zo smadzeņu virsma ir ar šķērsām ejošām krokām stipri palielināta. Zemākās grupās šo šķērskroku jeb rieu (sulci jeb fissurae) nav tik daudz.

Sakarā ar to, ka baltā serdes masa (šķiedru masa), kas guļ visu mazo smadzeņu kroku iekšienē, ir pārklāta ar pēlēku garozu un bagātīgi kokveidīgi sazarojas (t. s. a r b o r v i t a e), mazo smadzeņu sagitālgriezumiem ir ļoti īpatnējs izskats.

Tālāk zīdītājiem ir raksturīga spēcīgas šķērsām ejošas šķiedru stiegras izveidošanās starp abām mazo smadzeņu pusēm gareno smadzeņu priekšējā reģiona ventrālajā pusē. Tas ir t. s. Varolija tilts (pons Varolii). Tas sastāv pa lielākai daļai no šķiedrām, kas nāk caur smadzeņu pamatu no lielo pusložu garozām uz lielajiem gan glijiem tilta apkaimē.

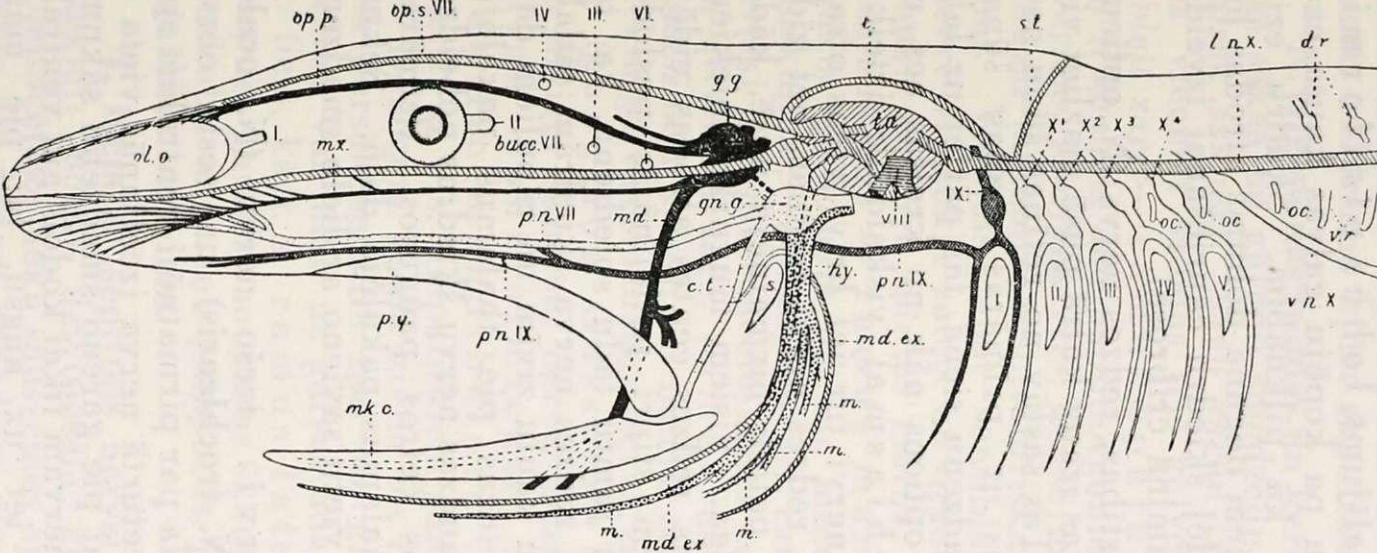
Gareno smadzeņu ventrālās līnijas katrā pusē atrodas pa stiegrveidīgam uztūkumam, t. s. p i r a m i d a s, kuļās muguras smadzeņu ventrālo un sānu stiegru šķiedras stiepjas uz dažādiem galvas smadzeņu reģioniem, pie kam tās lielāko tiesu krustojas piramidās. Lielākai daļai pērtikveidīgo katrā piramidu pusē pacēlas pa mazam uztūkumam, olīvas (o l i v a e), kas satur ievērojami lielu kodolu (n u c l e u s o l i v a r i u s i n f e r i o r). Pārējiem zīdītājiem olīvas līdz ar to kodolu ir mazāk izveidotas un bieži no ārpuses tikko saredzamas.

Galvas smadzeņu nervi.

Izšķir 12 galvas smadzeņu nervu pārus:

1. Nervus olfactorius,
2. " opticus,
3. " oculomotorius,
4. " trochlearis,
5. " trigeminus,
6. " abducens,
7. " facialis,
8. " acousticus,
9. " glossopharyngeus,
10. " vagus,
11. " accessorius,
12. " hypoglossus.

Ožas nervs, nervus olfactorius, ir gandrīz vienmēr sa-skaldīts daudzos kailo nervu šķiedru (fila olfactoria) kūlišos, kas ožas sīpolā (bulbus olfactorius) sazarojas dendritos. Bulbus ir izspilēta priekšējo smadzeņu daļa,



Zīm. 101. Zivju galvas nervi. mke. — Mekela skrimslis; ol. o — ožas organs; p. g. — palatoquadratum; s — šķiedruvīte; I—V: žaunu spraugas; I, II, III, IV, VI — pirmais, otrs, trešais, ceturtais un sestais galvas nervs. Pārējie nervi svītroti vai punktēti. Melns — n. trigeminus: gg — ganglion Gasseri, md — ramus mandibularis, mx — r. maxillaris, opp — r. ophthalmicus profundus. Slīpi svītrota — laterāla nerva sistēma un tās centrs (t. a.); bucc. VII — septītā nerva (facialis) ramus buccalis, md ex — septītā nerva r. mandibularis externus, l. n. x — septītā nerva r. lateralis, ar tā temporālo savienotāju zaru (s. t) un savienotāju zaru (c) ar r. ophthalmicus superficialis. VIII — dzirdes nervs. Punktēts — īstais n. facialis (VII. nervs) līdz ar c. t — chorda tympani, gn. g — ganglion geniculi, hy. — r. hyomandibularis ar tā motoriem zariem m, m, m; p. n. VII — r. palatinus. Tumsi pelēks — n. glossopharyngeus (IX) ar tā pretremātisko un posttremātisko zaru un r. palatinus (p. n. IX). Balts — n. vagus: X^{1—4} — branchiālie jeb žaunu spraugu nervi ar to ganglijiem (g. nodosum); vnx — r. visceralis; oc — pārejas reģiona jeb pakauša-muguras (occipito-spinal) nervi; d. r. un v. r — divu priekšējo muguras nervu dorsālā un ventrālā sakne (pēc Wiedersheim'a un Bridge's).

kurās vēderiņš bieži turpinās tajā. Šķiedras frontāli pāriet ožas glotādiņas manu šūnās, kuŗu neurīti tās ir, kamēr viņu kaudālie dendriti ietin t. s. bulba mitrālšūnas un tā iz-

veido apaliskus režgus (glomeruli). Mitrālšūnu neurīti turpinās pusložu ventrālajā pusē uz pakaļgalu kā tractus olfactorius (sekundārais ožas celš) līdz ožas šķilu ganglijšūnām. Rāpuļiem un zīdītājiem no ožas šķilām var atiet terciārs ožas celš uz hippocampus.

Ar labu ožu apbalvotiem zīdītājiem no ožas šķilas nodalās vēl viens pakaļejs nodalījums, *lobus piriformis*. Fila olfactoria lielāko tiesu pa kopēju galvas kausa caurumu pāriet bulbā, tāpat kā pīlknābim. Skudru ezm (Echidna) un citiem zīdītājiem deguna dobums atrodas ļoti tuvu pie galvas kausa, kādēļ šķiedru cauriešanai izveidojusies sietveidīgā plātnē (*lamina cribrosa*).

Kā redzams no acs attīstības, redzes nervs (*N. opticus*) rodas no acs pūslīša kāta, kas izaug katrā pusē mazliet virs starpsmadzeņu pamatnes. Tas sastāv no retīnas šūnu neurītiem, bet šīs retīnas šūnas ir pīmārās maņas šūnas. Pirms tās iegrīmst starpsmadzeņu sienā, tās pāriet uz labo pusi, tā kā labais nervus opticus nāk no kreisās acs un otrādi. Šī krustošanās (*chiasma*) viskaidrāk izteikta kaulu zivīm, pie kam abi nervi tur iet brīvi viens otram gaļām. Pārējās klasēs abi redzes nervi sapinas, bet zīdītājiem viena šķiedru daļa paliek pīmatnējā pusē, kādēļ tiem krustošanās ir nepilnīga. Visiem mugurkaulniekiem, izņemot zīdītājus, pīmārais redzes centrs atrodas vidējo smadzeņu jumtā. Zīdītājiem stipri palielinātās puslodes izdara uz vidējo smadzeņu jumtu tādu spiedienu, ka tas mazliet reducējas un spiež redzes nerva šķiedrām sadalīties vairāk uz priekšu. Jau kaulu zivīm un rāpuļiem daļa redzes nervu šķiedru nobeidzas pie thalamus pakaļejās malas. Cilvēkam tikai nedaudzas nervu šķiedras nobeidzas vidējo smadzeņu priekšējos četros pauguļos. Pīmārais galvenais centrs atrodas thalamus pakaļejā daļā. Sekundārs „redzes starojums“ šo vietu savieno ar lielo smadzeņu pakauša lēvara centru.

A c u m u s k u ḥ u n e r v i : trešo nervu (*N. oculomotorius*), ceturto nervu (*N. trochlearis*) un sesto nervu (*N. abducens*) parasti uzskata par pīmatnēji ventrālām spīnālām saknēm. Trešā un ceturtā nerva izcelšanās vieta ir pie vidējām smadzenēm, vai pie gareno smadzeņu sākuma tīri ventrāli. Bet ceturtam nervam tikai kodols guļ ventrāli, kamēr tā nervu šķiedras iet uz augšu, lai pie mazo smadzeņu priekšējās pamatnes intracerebrāli krustotos un otrā pusē vēl virs nerva trigeminus saknes iznāktu ārā.

T. s. *trigeminus* grupa aptver trīs nervus: nervus trigeminus (piekto nervu), *n. facialis* (septīto nervu)

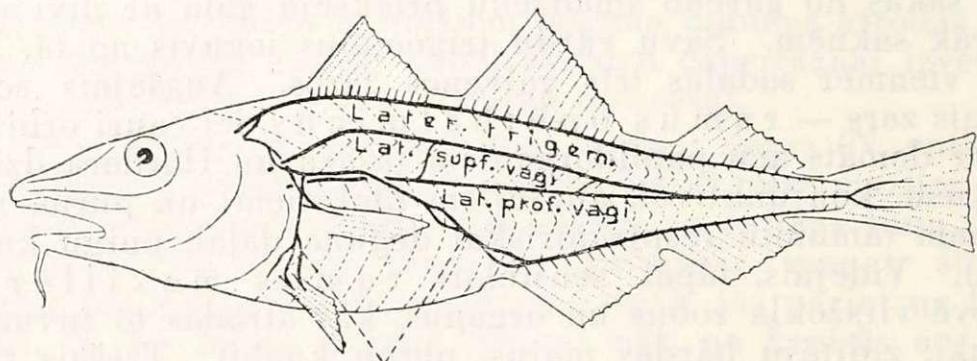
un n. statoacusticus (astoto nervu), kuļu sākuma ganglijī guļ cieši viens pie otra. Zivīm un astain. abiniekiem šiem ganglijiem iet cauri viņu nervu saknes, tā kā šeit min. ganglijus gandrīz nevar atšķirt. Šim kompleksam ar sevišķa zara, r a m u s r e c u r r e n s, palīdzību ir pievienots arī ramus lateralis vagi. Tikai sauszemes dzīvniekiem šo triju nervu atšķiršana klūst skaidrāka.

N. trigeminus ir ādas un ķermeņa gлотādu jušanas nervs. Tas sākas no gareno smadzeņu priekšējā gala ar divi vai vairāk saknēm. Savu vārdu trigeminus ieguvis no tā, ka tas vienmēr sadalās trīs galvenos zaros. Augšējais sensiblais zars — r a m u s o p h t h a l m i c u s iet cauri orbitai un ir domāts acu papildorganiem (asaru un Hardera dziedzējiem, konjunktīvai, augšējiem plakstiem) un purna reģionam (amniotu respirātoriskai deguna daļai, putnu knābim). Vidējais, tāpat sensiblais r a m u s m a x i l l a r i s inervē virsžokļa zobus un organus, kas atrodas to tuvumā (snuķi, zīdītāju bārdas matus, putnu knābi). Trešais trigeminus zars — r a m u s m a n d i b u l a r i s turpretim ir jaukts un domāts zobiem, mutes gлотādai un apakšžokļa muskuļiem. Zīdītājiem šis ramus mandibularis sašķelas sevišķi labi diferencētā mēles zarā (r a m u s l i n g u a l i s) un alveolārā zarā, r a m u s a l v e o l a r i s, kas iet caur apakšžokļa kanāli un inervē zobus un apkšlūpu. Visi trīs piektā galvas smadzeņu nerva zari sākas no Gassera ganglija (g a n g l i o n G a s s e r i), kas zemākām zivīm sastāv no diviem šķirtiem nervu mezgliem: no priekšējā g a n g l i o n o p h t h a l m i c u m un pakaļējā g a n g l i o n m a x i l l o - m a n d i b u l a r e. Zīdītājiem tā trīs zari ir saistīti ar t. s. simpatiskiem ganglijiem.

Daudzām kaula zivīm no trigeminus gangliju pinuma nāk dorsāli sensibili zari uz galvas kausa dobuma taukaudiem vai tālāk uz galvas ādas maņu pumpuriem. Viens no tiem, kā t. s. r a m u s l a t e r a l i s t r i g e m i n i var stiepties gar visu muguras šķautni un inervēt tur atrodošos muskuļus un maņu pumpurus, pie kam tas ir savienots ar spināliem nerviem.

N. facialis (septītais nervs) skaidri rāda dzīves veida ietekmi: ūdenī dzīvojošām grupām tā gaita ir daudz komplikētāka nekā sauszemes apdzīvotājiem. Haizivīm tas sastāv no diviem dažādiem elementiem, no kuļiem viens inervē šķautuvīti, otrs — galvas sānu organus. Šķautuvītes nervs ietver to no augšas ar priekšēju pretrematisku, sensiblu r a m u s m a n d i b u l a r i s, kas domāts apakšžokļa sānu organiem, un ar jauktu, pakaļēju posttrematisku

r a m u s h y o i d e u s, kas pavada mēles kaula loku. Tālāk tas noraida uz mutes dobuma gлотādu sensiblo **r a m u s p a l a t i n u s**, kas ir homologs devītā un desmitā nerva rikles zaram — ramus pharyngeus. Divi citi, galvas sānu organiem domāti zari izplešas virs un zem acs un uz apakšžokļa (**r. o p h t h a l m i c u s s u p e r f i c i a l i s** un **r. b u c c a l i s**). Ar anostomozēm, vai arī tuvojoties viens otram, tie savienojas ar trigeminus zariem. Faciālis bazālo



R. *lateralis trigemini*.

Zīm. 102. Kaulu zivs. Sānu līniju inervācija (pēc Stannius'a).

mezglu sauc par **g a n g l i o n g e n i c u l i**. No tā iziet **r. r e c u r r e n s** un iet uz leju, uz vagus gangliju, kuŗa **r. lateralis** inervē vidukļa sānu organus. Tādā kārtā visa šo ūdens maņu organu sistēma ir savā starpā saistīta. Sauszemes mugurkaulniekiem **n. facialis** pilda vienkāršākus uzzdevumus, jo tam nav sānu organu. Tādēļ no tā paliiek galvenā kārtā pakaļējais nodalījums, kas iet uz mēles kaulu un ar deniņu zariem, **r a m i t e m p o r a l e s**, **buccolabiales** (loti spēcīgi attīstīti ziloņa snuķi) un kakla zemādas zariem, **r. s u b c u t a n e i c o l l i** inervē sejas un kakla muskulātūru.

Tādā kārtā cilvēka mīmisko līdzekļu (pieres saļaušanas, vaigu muskuļu kustības smejeties, acu aizvēšanas) inervēšana galu galā atvasināma no haizivju šķāktuvītes nerva. Šķāktuvītei pārveidojoties par ārējo dzirdes kanāli, **ramus praetrematicus** reducējas, bet to vēl var saskatīt **ramus palatinus** sānu zarā, kas abiniekiem un zauropsīdiem pienāk pie šī kanāla. Šis **ramus palatinus** uzglabājas kā pīmārā mutes dobuma jumta nervs. Līdz ar sekundāro augšleju izveidošanos, tas arvien vairāk atkāpjjas, tā kā zīdītājiem mēs to atrodam tā saucamā **n e r v u s p e t r o s u s s u p e r f i c i a l i s m a j o r**, kas nāk no ganglija geniculi un caur squamosum iet uz **g. s p h e n o -**

p a l a t i n u m. Vēl ievērojamākas pārmaiņas notiek ar vienu ramus posstrematicus, septītā nerva, zaru, kas, kā t. s. r. **m a n d i b u l a r i s i n t e r n u s** inervē glotādu starp hioīdu un apakšzokli. Haizivīm tas iet no žokļu locītavas gar hioīda priekšējo virsmu. Citām zivīm un astain. abiniekiem tas iet no žokļu locītavas gar Mekeļa skrimšla iekšējo malu, pie tam ar anastomožu palīdzību savienojoties ar piektā nerva jaukto zaru, r. mandibularis. Bezast. abiniekiem un zuropsīdiem šī zara gaita visumā paliek tā pati un tam vēl nav nekāda sakara ar dzirdes kanāli. Zauropsīdiem r. mandibularis internus savienojas ar piektā nerva r. lingualis. Beidzot, zīdītājiem r. mandibularis internus kā **c h o r d a t y m p a n i** iet caur vidējās auss dobumu, cieši aiz āmura-laktiņas locītavas. Tas jāuzskata par pirmatnējās žokļu locītavas izzušanas un dzirdes kauliņu skaita pavairošanās sekām. Pie tam jāņem vērā, ka dzirdes kauliņi, kā arī chorda neiet tieši caur vidējās auss dobumu, bet ir ieslēgti vidējās auss dobuma sienas krokā.

N. statoacusticus (septītais nervs) jāuzskata par n. **f a c i a l i s** zaru, jo zivīm tas bieži vēl ir saknē ar to cieši saistīts. N. statoacusticus sašķelas priekšējā stātiskā zarā **r a m u s v e s t i b u l a r i s**, kas iet uz labirinta utriculus, un pakaļejā, sākumā tāpat stātiskā zarā, r. **c o c h l e a r i s**, kas domāts lagenai un sacculus. Abiniekiem no r. cochlearis atzarojas dzirdes nervs, kas inervē papillu basilaris un cochlea.

Dzirdes nerva kodols sastāv no trim atsevišķiem, bet savā starpā saistītiem ganglijiem, **n u c l e u s c o c h l e a r i s**, **n u c l e u s v e s t i b u l a r i s** un **n u c l e u s D e u t e r i**. No abiem pēdējiem iet šķiedru kūliši uz mazajām smadzenēm, kamēr no cochlearis kodola iet sekundārs ceļš uz vidējām smadzenēm. Zīdītājiem no vidējām smadzenēm, un proti, no pakaļejā thalamus reģiona, iet tālākas šķiedras uz deniņu lēvara garozu, kur notiek dzirdes iepaidu sapratne.

C e l o t ā j a n e r v a (v a g u s) grupa aptvei n. **g l o s s o p h a r y n g e u s** (devīto nervu), n. **v a g u s** (desmito nervu) un n. **a c c e s s o r i u s** (vienpadsmito nervu), kuŗu savstarpējo pierību, tāpat kā trigeminus grupā, pierāda tas, ka devītā un desmitā nerva sākuma gangliji garenās smadzenēs guļ cieši viens otram blakus, pie kam tie bieži ir pat saauguši, kamēr vienpadsmitais nervs zemākiem mugurkaulniekiem ir desmitā nerva sānu zars un tikai amniotiem parādās kā patstāvīgs galvas smadzeņu nervs. Devītais un desmitais nervs sākumā ir žaunu spraugu un žaunu nervi. Katrā me-

tamerā tie izveido trīs zarus: sensiblo dorsālo rīkles zaru (r. pharyngeus) dorsālai rīkles gлотādai, sensiblo r. praetrematicus žaunspraugu gлотādai un ādai un r. posttrematicus, kas ir jauktas dabas un inervē ādu un muskulātūru.

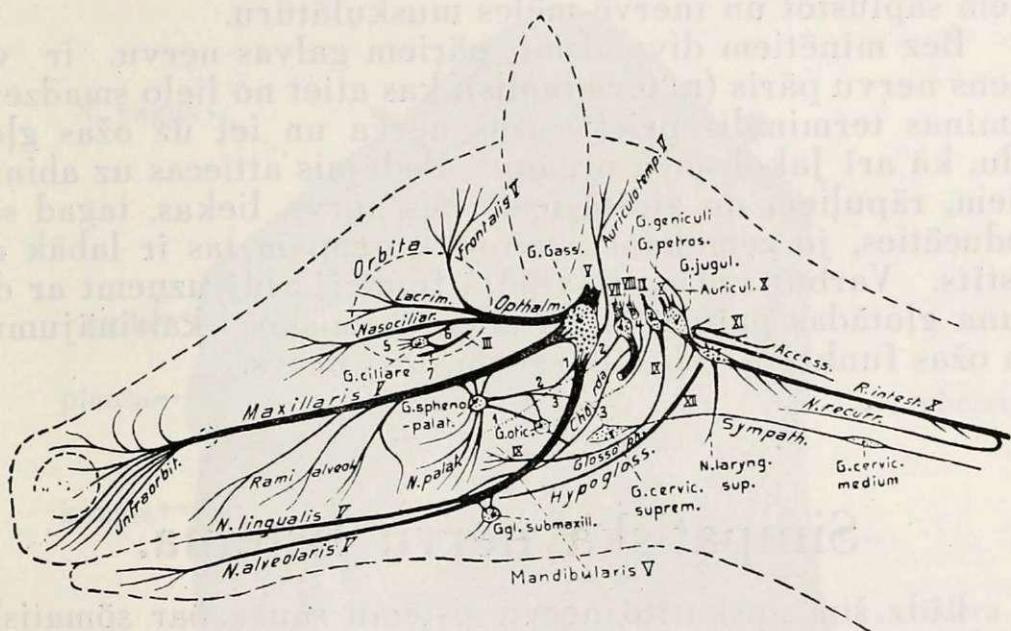
N. glossopharyngeus ir pirmās funkcionējošās žaunu spraugas nervs, kas ar savu pakalējo zaru turpinās līdz mutes dobuma pamatnei. Sauszemes dzīvniekiem tas ir mēles kaula muskuļu un gāmura nervs un inervē mēles garšas organus, bet zīdītājiem arī balss rīkles vāku — epiglottis.

Zīvīm ir dorsāls ramus pharyngeus, kas iet uz priekšu uz šķaktuvīti un dorsālo rīkles gлотādu. Abiniekim un amniotiem tas uzglabājas kā vidējās auss dobuma un dorsālās mutes gлотādas nervs, pie kam tas anostomozē ar septītā nerva ramus palatinus. Zīdītājiem tas sākas no bazālā *g a n g l i o n* *p e t r o s u m* kā t. s. n. *t y m p a n i c u s*, kam pievienojas simpatiskās šķiedras un kas vidējās auss dobuma laterālā sienā izveido *p l e x u s* *t y m p a n i c u s*. Dažām haizivīm, ganoidiem un kaulu zīvīm n. glossopharyngeus raida dorsālu zaru uz galvas ādas manu organiem. Abinieku kāpuriem un Perennibranchiat'iem šis nervs inervē arī pirmo žaunu pušķi.

N. vagus (desmitais nervs), šķiet, ir cēlies no vairāku nervu savienošanās, jo viņa saknes lielāko tiesu aptver gaŗāku gabalu un tas inervē zināmu skaitu segmentāli sakārtotu žaunu spraugu, tāpat kā septītais nervs šķaktuvīti un devītais nervs pirmo žaunu eju. Bez tam tas pieiet arī visdažādākiem, organiem, kas atrodas tālu viens no otra. Zīvīm un ūdenī dzīvojošiem abiniekim no šī nerva *g a n g l i o n* *j u g u l a r e* dorsālās daļas atiet sānu zars, *r a m u s* *l a t e r a l i s*, kas inervē sānu līnijas manas organus un starp augšējo un apakšējo muskuļu masu iestiepjas līdz pat astei. Dažreiz n. vagus dod vēl vienu dorsālu un vienu ventrālu sānu zaru, kas iet gar muguras un vēdera šķautni, lai inervētu šeit atrodošos manu pumpurus. Kā jau minēts, tas ar r. *recurrens* palīdzību ir savienots ar n. *facialis* sakni un līdz ar to arī ar sānu organu priekšējo sistēmu.

No vagus ganglija apakšējās daļas sākas r. *b r a n c h i o - i n t e s t i n a l i s*, no kuļa atiet to žaunu spraugu nervi, kas seko pirmajai žaunspraugai. Vagus nervā apvienoto dorsālo spinālo nervu skaitu var noteikt pēc šo spraugu skaita. Kaulu zīvīm ir trīs šādi zari, haizivīm 4—6, apaļumtēm vēl vairāk. Tie visi sākas no *g a n g l i o n* *v a g i* ar kopēju stumburu, kas uz pakaļgalu atzaro spēcīgo, barības vadām, kuņģim, zarnām, sirds somai un peldpūslim domāto, *ramus intestinalis*. Zīvīm bieži līdz galvas kausa jumtam un galvas ādai

paceļas dorsālais zars — ramus dorsalis, kāmēr katrā segmentā pie rīkles gлотādas pieiet rīkles zars *ramus pharyngeus*. Līdz ar ūnu elpošanas izbeigšanos izzūd arī šo nervu lielākā daļa, un, bez mazā zara, kas iet uz ārējā dzirdes kanāļa reģionu jeb auss gliemežnīcu un bez *n. laryngeus*, kas rodas no *r. posttrematicus* un inervē gā-



Zīm. 103. Zīdītāja galvas nervu schēma; n. olfactorius, n. opticus un acu muskuļu nervi (izņemot n. oculomotorius) nav iezīmēti (no Bütschli).

muru, paliek tikai *intestinalis* zārs kas stiepjas tālu uz pakaļgalu, inervē gaisa ejas, plaušas, sirdi, rīkli, kuņģi, aknas un zarnas un izveido daudz sekundāru savienojumu ar sympatheticus. Par *r. intestinalis* daudzkārtējo sākumu liecina lielais sakņu skaits un arī tas, ka bazālajam ganglijam (zīdītājiem saukt par *g. jugularis*) lielāko tiesu seko vēl otrs režģeidīgs *g. nodosum*, kas, liekas, ir cēlies no ūnu nervu sakņu saplūšanas.

Tā kā *n. vagus* noraida gan motoriskas, gan receptoriskas šķiedras uz tik dažādiem orgāniem, tad viņa darbība ir ļoti daudzpusīga. Cilvēkam tas rada rīšanas un klepošanas refleksus, inervē gāmura muskuļus, iedarbojas aizturōši uz sirdspukstiem un ierosina kuņģa un zarnu kustības un kuņģa un aizkuņģa dziedzeļa sulu sekrēciju. Kā antagonists kalpo *n. sympatheticus*, par kuļu vēl būs runa. Cik tālu *vagus* ir motorisks, tas funkcionē patstāvīgi, tā tad nav padots aktīvai gribai.

Vienpadsmitā nerva, **n. accessorius**, anamnijiem vēl nav, jo šeit tas ir tikai viens vagus zars. Amniotiem tas kļūst patstāvīgs un inervē attiecīgus kakla muskuļus. Viņa daudzās saknes pa daļai atrodas ārpus galvas kausa, muguras smadzeņu sākumā.

Divpadsmitais nervs, **n. hypoglossus**, tāpat sastopams tikai amniotiem. Tas radies dažiem anamniju kakla nerviem saplūstot un inervē mēles muskulātūru.

Bez minētiem divpadsmit pāriem galvas nervu, ir vēl viens nervu pāris (**n. terminalis**), kas atiet no lielo smadzeņu laminas terminalis priekš ažas nerva un iet uz ožas glotādu, kā arī Jakobson'a organu. Pēdējais attiecas uz abiniekim, rāpuļiem un zīdītājiem. Šis nervs, liekas, tagad sāk reducēties, jo zemākām dzīvnieku grupām tas ir labāk attīstīts. Varbūt viņa pirmatnējā funkcija bij uzņemt ar deguna glotādas palīdzību no ūdens ķīmiskos kairinājumus. Šo ožas funkciju vēlāk pārņēma ožas nervs.

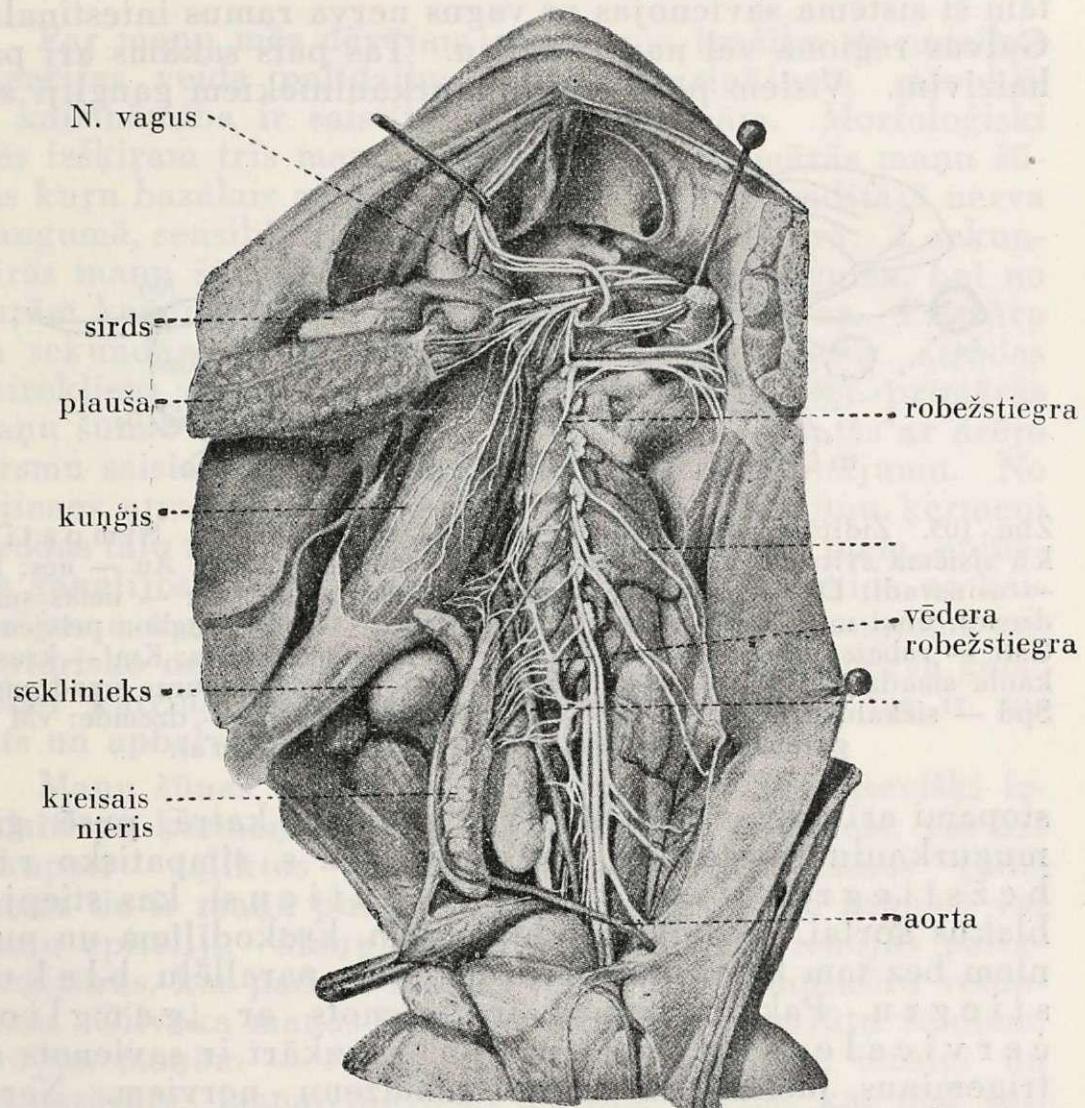
Simpatiskā nervu sistēma.

Līdz šim apskatīto nervu sistēmu sauca par sōmatisko jeb ķermeņa nervu sistēmu, jo tā ir galvenā kārtā starpniece ķermeņa un ārpasaules attiecībās. Blakus tai ir vēl arī otra sistēma, kas savstarpēji saista iekšējos organus un vairošanās organus. Šī simpatiskā jeb viscerālā nervu sistēma inervē zarnu kanāli, cirkulācijas, elpošanas, nieņu un dzimuma organus, kā arī ādu un tās dziedzerus, asinsvadus un gludos muskuļus. Bet dažreiz šī sistēma ar savām šķiedrām iespiežas arī sōmatiskos nervos, piem., vagus nervā.

Simpatiskie nervi ir spinālo (muguras) nervu atzarojumi un tiem ir liela tieksme veidot režģus (plexus) ar šur tur iekaisītiem ganglijiem. Bieži tie savienojas ar citiem nerviem, sevišķi vagus, labprāt stiepjas blakus artērijām un tiem vai nu nav nemaz, vai arī ir ļoti maz mielīna substances. Tie nav padoti aktīvai gribai un apkalpo tādēļ gludo muskulātūru ādā, asinsvados un citos organos.

Simpatiskie gangliji sastopami metamēri gar abām mugurkaula pusēm, bet tiem sekundāri saplūstot, to pirmatnējās skaitliskās attiecības var mainīties. Katrs simpatiskais ganglijs ar ramus visceralis (jeb communicans) palīdzību savienojas ar attiecīgo spinālo (muguras) nervu. Tas notiek apmēram tur, kur spinālo nervu izveido apakšējās un aug-

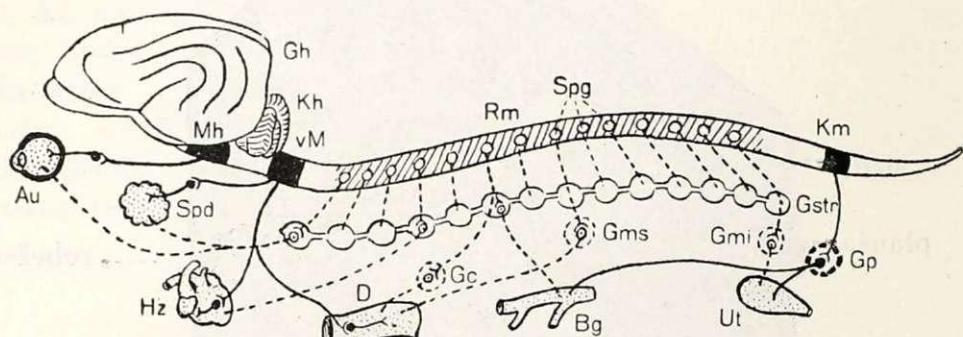
šējās saknes. No ganglijiem uz zarnu, asinsvadiem vai arī uz citiem organiem stiepjas nervi, kuļu šķiedras ir pa daļai motoriskas, pa daļai sensiblas. Motoriskās sākas no ganglijšūnām muguras smadzeņu pakalējā raga pamatnē un ar saviem termināliem zariem ietver simpatisko gangliju ganglijšūnas. No turienes tās stiepjas uz zarnu muskulātūru, pie kam tais ieslēdzas vēl citas ganglijšūnas. Viscero-



Zīm. 104. *Rana temporaria*. Simpatiskā robežstiegra, truncus sympathicus (pēc Hirt'a).

motoriskiem neurītiem ir raksturīgs tas, ka tie neiet tieši uz gala organu, kā priekšējo ragu sōmato-motoriskās šķiedras, bet sasniedz to tikai pēc vienas vai vairāku ganglijšūnu ieslēgšanas. Viscero-sensiblās šķiedras turpretim stiepjas tieši līdz muguras ganglijam, lai še novietotos ap bipolārām gangliju šūnām. Līdzīgas sensiblas šķiedras nāk arī no ādas un tās organiem.

Simpatiskās nervu sistēmas izplatībā varam atšķirt dažādas filoģenetiskas pakāpes. Uz viszemākās pakāpes stāv apaļmutes. Šeit segmentāli sakārtotie gangliji ir saistīti ar attiecīgiem dorsāliem un ventrāliem spināliem nerviem, bet tie nav savā starpā savienoti ar garenas stiegras palīdzību. Šie gangliji sūta nervus uz iekšējiem organiem, pie kam, izveidojoties jauniem ganglijiem, rodas dažādi režģi. Bez tam šī sistēma savienojas ar vagus nerva ramus intestinalis. Galvas reģionā vēl nav gangliju. Tas pats sakāms arī par haizivīm. Visiem pārējiem mugurkaulniekiem gangliji sa-



Zīm. 105. Zīdītāja autonomā jeb viscerālā nervu sistēma. Simpatiskā sistēma svītrota, parasiaptiskā melni zīmēta. Au — aks; Bg — asinsvadi; D — zarna; Gc — ganglion coeliacum; Gh — lielās smadzenes; Gmi un Gms — mezenteriju gangliji; Gp — ganglion pelvicum; Gstr — robežstiegra; Hz — sirds; Kh — mazās smadzenes; Km — krusta kaula smadzenes; Mh — vidējās smadzenes; Rm — muguras smadzenes; Spd — siekalu dziedzeris; Spg — spinālie gangliji; Ut — dzemde; vM — gaļenās smadzenes (pēc Hesse's un Doflein'a).

stopami arī galvas reģionā. Visi gangliji katrā pusē gar mugurkaulu savstarpēji savienoti ar t. s. simpatisko robežstiegru (*truncus sympatheticus*), kas stiepjas blakus aortai. Astainiem abiniekiem, krokodīliem un putniem bez tam katrā pusē redzam vēl parallēlu blakus stiegru. Pakausī *truncus* ir savienots ar „ganglion cervicale supremum“, kas savukārt ir savienots ar trigeminus, facialis un citiem smadzeņu nerviem. Nervi splanchnici, kas atiet no krušu daļā novietotiem ganglijiem, pavada iekšējo organu artērijas un veido starp tām lielo *plexus coeliacus* s. *solaris* un *plexus hypogastricus*.

Simpatiskā un sōmatiskā nervu sistēma bieži darbojas antagonistiski. Tā, piem., cilvēkam *sympaticus* paātrina sirdsdarbību, kamēr vagus to palēnina. *Sympaticus* kavē zarnas kustības, bet vagus tās paātrina priekšējos nodalījumos, un nervs *pelvicus* apakšējā resnajā zarnā un taisnajā zarnā.

IX. Maņu organi.

Par maņu mēs dēvējam organismā īpašību ar noteikta enerģijas veida palīdzību nonākt kairinājuma stāvoklī. Šī kairināmība ir saistīta ar maņu šūnām. Morfoloģiski mēs izšķīram trīs maņu šūnu tipus: 1. pīmārās maņu šūnas kuļu bazālais gals pāriet kairinājumu novadītājā nerva izaugumā, sensiblā jeb efektoriskā nervu šķiedrā; 2. sekundārās maņu šūnas, kam nav šāda bazāla izauguma, bet no kuļām kairinājumu novada nervs, kas tās ietver. Pīmāro un sekundāro maņu šūnu ķermeņi lielāko tiesu atrodas kairekļiem sasniedzamās virsmas epitelijā. Bet pīmārās maņu šūnas var nogrīmt arī zem epitelija; tad tās ar ārējo virsmu saista tikai izaugums, kas uzņem kairinājumu. No šejiennes atvasināms 3. maņu šūnu tips, kam šūnu ķermeņi atrodas tālu nost no virsmas (mugurkaulainiem, piem., spinālos ganglijos blakus muguras smadzenēm) un raida uz kairinājumu uzņemšanas vietu gaļu pievadītāju izaugumu, receptorisko nervu šķiedru. Tās gals kā „brīvais nerva gals“ noder kairinājuma uzņemšanai. Lielāko tiesu tas ir zarošs un apbalvots maziem gala uztūkumiem.

Maņu šūnas un brīvie nervu gali var būt atsevišķi izkaisīti pa ķermeņa virsmu un iekšējiem organiem, vai arī sakopoti saliktos maņu organos. Vienkāršākos gadījumos tie ir maņu pumpuri (mazas maņu šūnu grupas) vai maņu epiteliji. Maņu šūnām bieži vēl pievienojas palīgstruktūras, kas padara maņu organu par komplikētu veidojumu. Cilvēka maņas iedala pēc izšķīrāmo sajūtu veidiem. Ārējām maņām — redzei, dzirdei, ožai, garšai, taustei un temperatūras maņai pievieno iekšējās maņas, kas dod vairāk vai mazāk tumšu nojautu par ķermeņa stāvokli un kustībām un par iekšējo organu stāvokļiem. Starp iekšējām un ārējām maņām ir sāpju maņa ko sniedz āda un iekšējie organi. Dzīvnieku pasaulei visumā, par kuļas psīchiskiem pārdzīvojumiem mums nav iespējams iegūt tiešas pieredes, maņas iedala pēc kairekļu enerģijas veidiem.

1. Ķīmiskā enerģija: ķīmiskās maņas (ožas un garšas maņa).
2. Siltuma enerģija: temperatūras maņa.

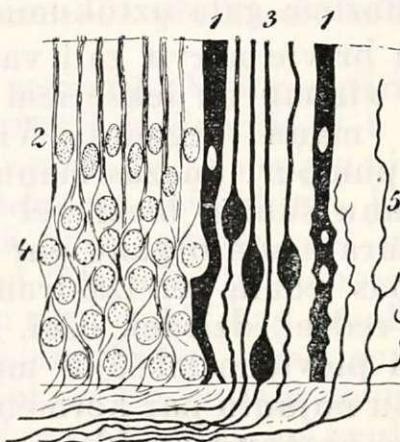
3. Staru enerģija: gaismas maņa.

4. Mēchaniskā enerģija: mēchaniskās maņas (aptver taustes maņu, griešanās maņu, smaguma maņu un dzirdes maņu).

Iekšējās maņas kairekļi, kas mums rada muskuļu, cīpslu un locītavu sajūtas, ir vispirms spiediena kairekļi un pieder tā tad mēchaniskai maņai.

Ožas organi.

Tipiskie ožas organi atšķirās no garšas organiem ar spēju uzņemt kairinājumus no lielāka atstatuma, jo gaisā atrodošās ožas vielas nonāk pie tiem difūzijas ceļā vai ar gaisa strāvu palīdzību. Tas pats sakāms arī par ūdens dzīvnieku ožas organiem. Kaut gan šos organus, tāpat kā garšas organus, kairina ūdenī izšķidinātās vielas, tomēr nav vajadzīgs, lai barības ķermenīši pieskārtos tiem tieši. Arī ūdenī ožas organi spēj sajust barības izdalītās ķīmiskās vielas no zināma attāluma. Par šo organu analogiju ar sauszemes dzīvnieku ožas arganiem liecina arī tas, ka mēs varam izsekot šo organu tiešai pārejai no ūdenī dzīvojošām formām uz gaisā dzīvojošām formām.



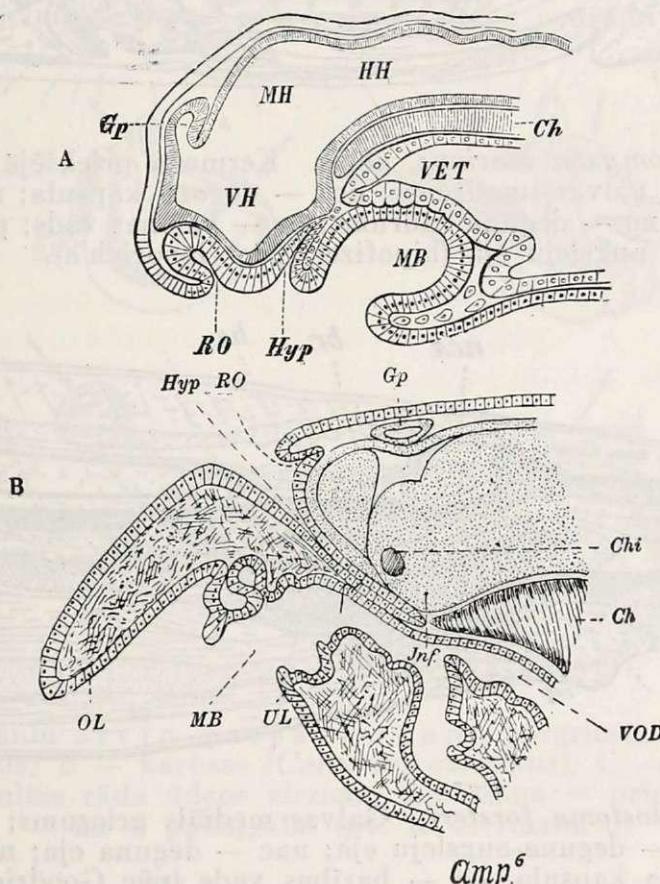
Zīm. 106. Zīdītāja ožas gлотāda griezumā. 1 — balsta šūnas, 2 — to kodoli; 3 — maņu šūnas, 4 — to kodoli; 5 — brīvie nervu gali. Pa kreisi vispārēja aina, pa labi ar elektīvi krāsotām sastāvdaļām (pēc Hesse's un Doflein'a).

Ožas nerva galvenās sastāvdaļas, ožas šķiedras (filamenta olfactoria), rodas visciešākā saistībā ar t. s. primitīvo ožu bedrīšu embrionālo izveidošanos, kas

bilaterāli simmetriski ieliecas virs mutes. Epitēlijs, kas izklāj šīs bedrītes, pa daļai pārvēršas par t. s. primāro ožas gangliju, no kuņa atsevišķiem elementiem (unilaterālām ganglijšūnām) atiet ožas pavedieni, kas aug tieši pret smadzenēm. Tādā kārtā ožas šūna ir primārā maņu šūna, kas liecina par ožas epitēlija filoģenetiski ļoti primītīvo stāvokli. Ožas šūnas parasti ir gaļi, stabīnveidīgi elementi. Tā vieta, kur atrodas kodols, ir uzpūsta, bet šūnas brīvo galu apklāj maņu matiņi. Starp ožas šūnām atrodas izolācijas jeb balsta šūnas, kas rodas no tā paša ektodermālā epitēlija kā ožas šūnas. Tām var pievienoties vēl sevišķas skropstu šūnas.

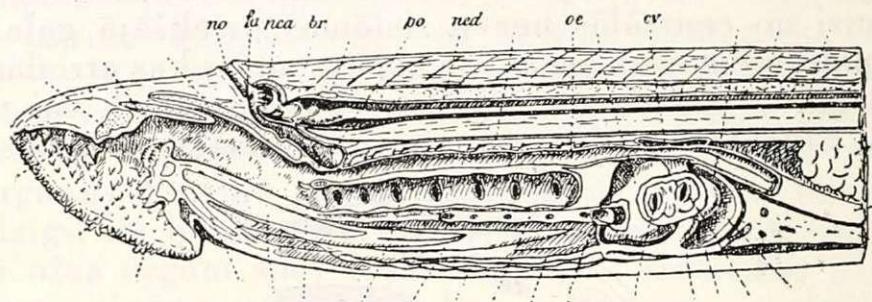
Lancetniekam lielākā daļa autoru par ožas organu apzīmē jau minēto skropstu bedrīti, kas atrodas dorsāli un pa kreisi no centrālās nervu sistēmas priekšējā gala.

Apalmutēm ožas organs ir nepārs maiss kas atrodas cieši priekš galvas smadzeņu reģiona. Tas ar vairāk vai mazāk garām caurulēm atveras uz purna dorsālās virsmas. Ka

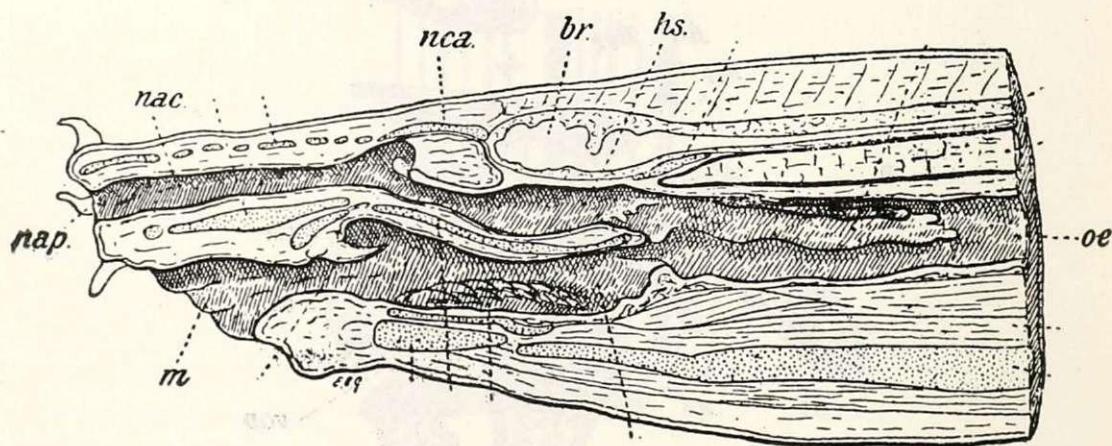


Zīm. 107. Nēģa, *Petromyzon planeri*, kāpurs. Ķermenā priekšējā gala mediālgriezums. MB — mutes ieliekums; RO — ožas bedrīte; Hyp — hipofize; OL — augšlūpa; RO — ožas maiss; Gp — glandula pinealis; UL — apakšlūpa; VOD — priekšzarna; Ch — chorda (pēc Kupffer'a un Dohrn'a).

nēģa ožas organs sākumā ir bijis pārū un savu dubulto dabu uzglabājis pa daļai arī vēl tagad, to pierāda tā embrionālā attīstība. Proti, zināmās stadijās nēģa ožas organs ir pārū maisiņš. Vidus līnijā abi maisiņi saskaņas un izveido līsti. Vēlāk tie arvien vairāk attālinās viens no otra, un tikai tad no indiferentā epitēlijā izveidojas īsta šķērssienna (septum), kas asi norobežojas no ožas maisiem, un kā spēcīga kroka iedodas no dorsālās puses. Tālākā attīstībā ožas maisa iekšpusē rodas daudzas epitēlijā krokas. Šā epitēlija apvidū atrodas mucām līdzīgi maņu pumpuri. Iepriekš minētā spēcīgā mediālā kroka vēlāk saaug ar deguna bedrišu pamatni, caur ko nēģa ožas organs iznāk sadalīts divi daļas. Miksīnēm nepārā deguna



Zīm. 108. *Petromyzon marinus*, nēgis. Kermēņa priekšējā reģiona gar-griezums; br — galvas smadzenes; nca — deguna kapsula; ned — muguras smadzenes; no — deguna caurums; oe — barības vads; po — deguna-augsleju eja (hipofize) (pēc Goodrich'a).

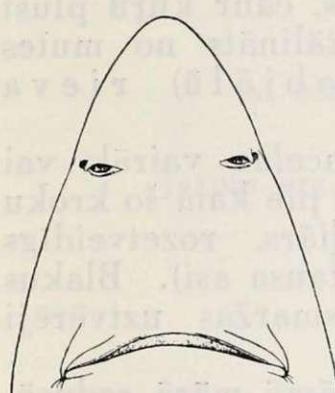


Zīm. 109. *Bdellostoma forsteri*. Galvas mediāls griezums; br — galvas smadzenes; hs — deguna-augsleju eja; nac — deguna eja; nca — deguna skrimšķa kapsula; oe — barības vads (pēc Goodrich'a).

caurule ir gaļa un ar gaļu kanāli, *ductus nasopalatinus*, atveļas mutes dobumā. Nēgim turpretim, ožas organs no iekšpuses nobeidzas slēgti.

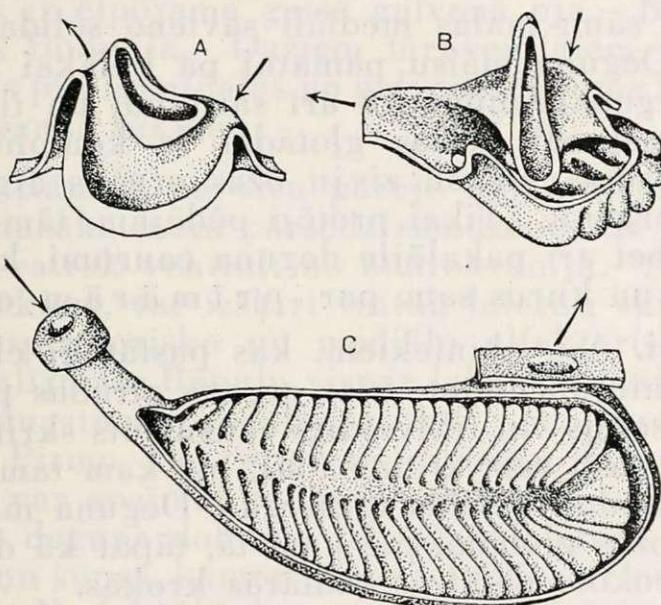
Haizivīm ožas organs, pretēji apalmutēm, atrodas uz purna ventrālās virsmas. No galvas skeleta tas saņem pa daļai skrimšlainu, pa daļai saistaudu ietērpu. Abām, pakalgalā slēgtajām, bedrītēm ir daudzas, stipri augstas epitēlijas līstes.

110



Zīm. 110. *Acanthias vulgaris*, haizivs, galva, ventrāli; ožas organi un mutes caurums (pēc Matthes).

Zīm. 111. *Acipenser sturio*, store; ožas organa caurumi (pēc Matthes).



Zīm. 112. Kaulu zivju garšas organi, pārgriezti. A — *Siphonostomum typhle*; B — karūsas (*Carassius carassius*); C — zuša (*Anguilla vulgaris*). Bultas rāda ūdens virzienu (ieplūšana = priekšgalā, izplūšana = pakalgalā) (pēc K. Liermann'a).

Sākot ar ganoīdiem mēs ožas organu sastopam attiecībā pret galvas kausu vienmēr vienā un tai pašā topografiskā stāvoklī, proti, starp acīm un galvas galu, vai nu mazliet sānos, vai vairāk dorsāli. Savas attīstības gaitā katrs

ganoīdu ārējais deguna caurums var ar sevišķa ādas lēvarā palīdzību sadalīties divos nodalījumos: priekšējā un pakaļējā. Priekšējais — tas pats sakāms arī par kaulu zivīm — bieži guļ tausteklveidīgas, ar skropstu šūnām izklātas caurules galā; attālums starp to un pakaļējo caurumu ir ļoti mainīgs, un atkarājas no augšā minētā ādas tilta platuma. Tā arī šeit rodas dobums, caur kuļu plūst ūdens, tikai, pretēji haizivīm, tas ir attālināts no mutes ieejas un deguna-lūpu (nosola bīlā) rieva šeit vairs nav saskatāma.

Zivju ožas maisa gлотāda parasti paceļas vairāk vai mazāk komplikētas kroku sistēmas veidā, pie kam šo kroku sakārtojums var būt šķērsām ejošs, radiārs, rozetveidīgs vai longitudināls (attiecībā pret galvas kausa asi). Blakus skropstu šūnām uz krokām atrodas arī smaržas uztvērēji elementi.

Dažām kaulu zivīm ožas organs zināmā mērā reducējas un reizēm pat pilnīgi izzūd.

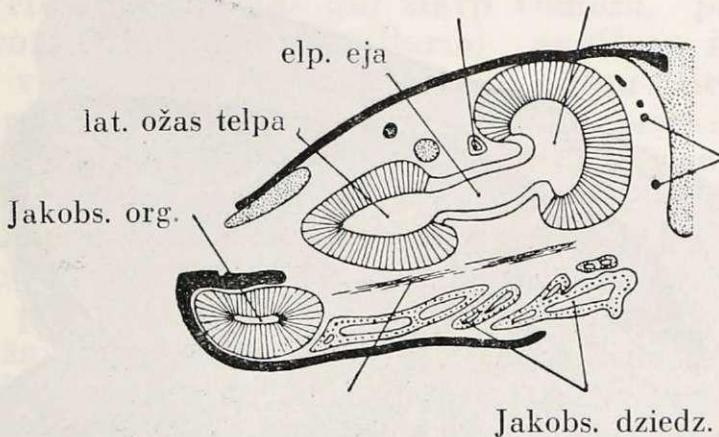
Plaušu zivis. Šeit mēs sastopam skrimšlainu deguna skeletu, kas no īstā galvas kausa ir pilnīgi neatkarīgs. Gintij *Protopterus* tas sastāv no cieši zem ādas esoša režģa, kuļa sānu malas mediāli savieno solida šķērssienu (septum). Deguna maisu pamatni pa lielākai daļai veido kauls pterygopalatinum, kā arī saistaudi un tikai niecīgu daļiņu skrimšlaudi. Ožas gлотādai ir komplikēta kroku sistēma. Visumā plaušu zivju ožas organs atgādina haizivju ožas organu. Tikai pretēji pēdējām, tām ir ne tikai priekšējie, bet arī pakaļējie deguna caurumi, kas ved mutes dobumā un kuļus sauc par **p r ī m ā r ā m c h o ā n ā m**.

Abinieki. Ast. abiniekim, kas pastāvīgi elpo ar žauņām (*Perennibranchiata*), ožas organs atrodas purna sānos kā gandrīz solids vai tīklveidīgi caurumots skrimšla stobrs. Tas atrodas cieši zem ārējās ādas, pie kam tam kaula galvas skelets nedod nekāda aizsarga. Deguna maisu iekšienē paceļas ožas gлотāda, pie kam tā, tāpat kā daudzām zivīm, ir sakrokota daudzās radiārās krokās.

Pārējiem abiniekim, kam deguna dobums ir arī elpojamā gaisa ceļš, deguna iekšējā telpa stipri attīstās. Kamēr bezastainiem abiniekim var diezgan skaidri izšķirt šī dobuma dorsālo, vidējo un ventrālo daļu, visiem astainiem abiniekim ir sastopams tikai viens kopējs dobums. Bet kā bezastainiem, tā astainiem abiniekim deguna dobums iegūst komplikētāku uzbūvi, izveidojot aklus izspīlējumus. Sevišķi stipri tie attīstīti bezastainiem un tārpveidīgiem abiniekim (*Apoda-gymnophiona*). Deguna dobuma sānu

izspīlējumā parasti atveļas *a s a r u k a n ā l i s* (*a s a r u d e g u n a e j a*), kas nāk no orbitas. Astaino abinieku deguna dobuma ventrālā daļa ar sānu izspīlējuma palīdzību var tārpveidīgiem abiniekiem kļūt par t. s. pīmāro žokļu

mediālā ožas telpa

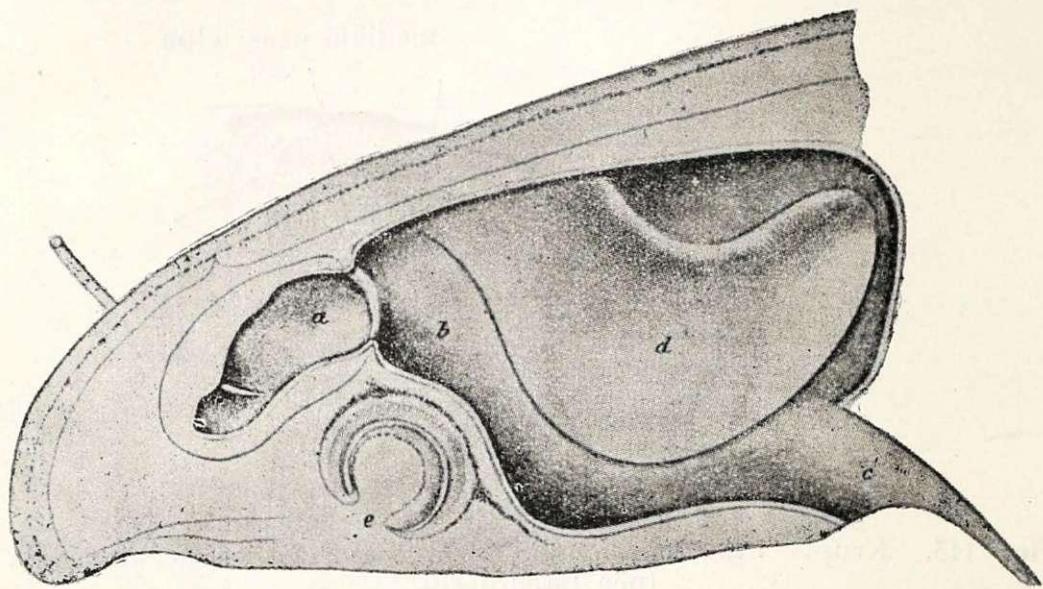


Zīm. 115. Krupis, *Pipa americana*. Ožas organa šķērsgriezuma daļa (pēc Bancroft'a).

dobumu, kas ir elpojamā gaisa galvenā eja. Bet dorsālai daļai ir ožas funkcija. Dažiem tārpveidīgiem abiniekiem žokļu dobums pilnīgi atdalās no galvenā dobuma un tā veido Jakobsona organa sākumu.

Rāpuļi. Rāpuļu un visu pārējo amniotu ožas organu lielākā vai mazākā mērā pārsedz smadzenes un tas pārvietojas arvien vairāk ventrāli no neurokranija. Arī šeit, tāpat kā abiniekiem, var izšķirt vairāk laterāli vai arī bazāli atrodošos respirātorisko un mediālu olfaktorisko deguna dobuma nodalījumu. Rāpuļu vispār labāk attīstītais deguna dobums arī augstumā sadalās divos nodalījumos, ārējā un iekšējā. Pirmo, kas cēlies no abinieku deguna dobuma ieejas daļas, var apzīmēt par priekšdobumu, turpretim iekšējo par īsto deguna dobumu jeb ožas dobumu. Tikai pēdējam ir maņu šūnas, kamēr pirmais izklāts ar parasto plātnu epiteliju. No iekšējā deguna dobuma ārējās sienas iekšējā telpā paceļas liela, mediālā virzienā sagriezta gliemežnīca. Pie tās, kā arī citu gliemežnīcu, izcelšanās skeletam ir tikai sekundāra loma, jo tas embrioloģiski parādās daudz vēlāk nekā epitelija izspīlējums. Gliemežnīcas iekšpusē atrodas liels glotu dziedzeris, glandula nasalis superior, kas uz abu deguna dobumu robežas atveras deguna iekšpusē. Telpa, kas ietver gliemežnīcu, savienota ar mutes dobumu ar choānām, kas ķirzakām atveras mutes do-

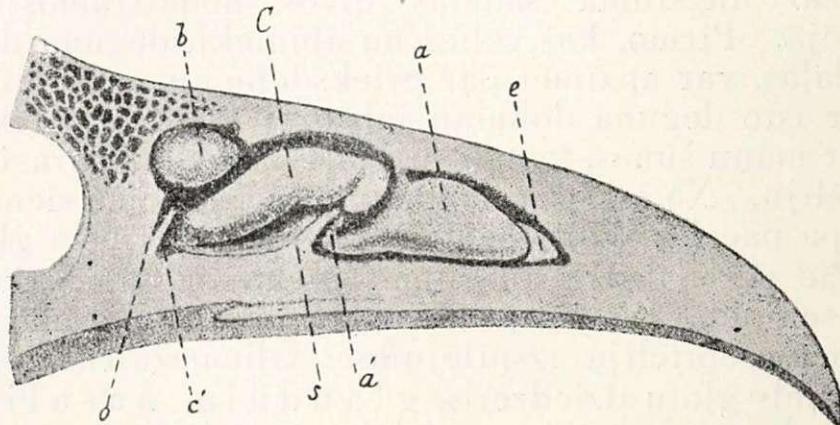
buma jumta priekšējā daļā. Krokodīlu choānu ejas ir stipri pagarinātas, tā kā choānas atveļas tālu uz pakaļgalu, pie augšlejām. Ar deguna dobumu šeit savienotas t. s. blakus telpas, kuļu nozīme nav skaidri zināma. Kā pārējiem



Zīm. 114. Ķirzaka, *Lacerta viridis*. Galvas priekšējās daļas sagitālgriezums. Redzams ožas organs. a — priekškambaris, b — deguna dobums, c — choāna, d — gliemežnīca, e — Jakobsona organs (pēc Leydig'a).

rāpuļiem, tā arī krokodīliem ir tikai viena īstā deguna gliemežnīca, bet laterāli no tās atrodas vēl viens izcilnis, kuļu dēvē par neīsto gliemežnīcu, pseudonucha.

Putni. Putnu deguna dobumi dažā ziņā līdzinas ķirzaku deguna dobumiem, bet tomēr tie īpatnējā kārtā kļu-



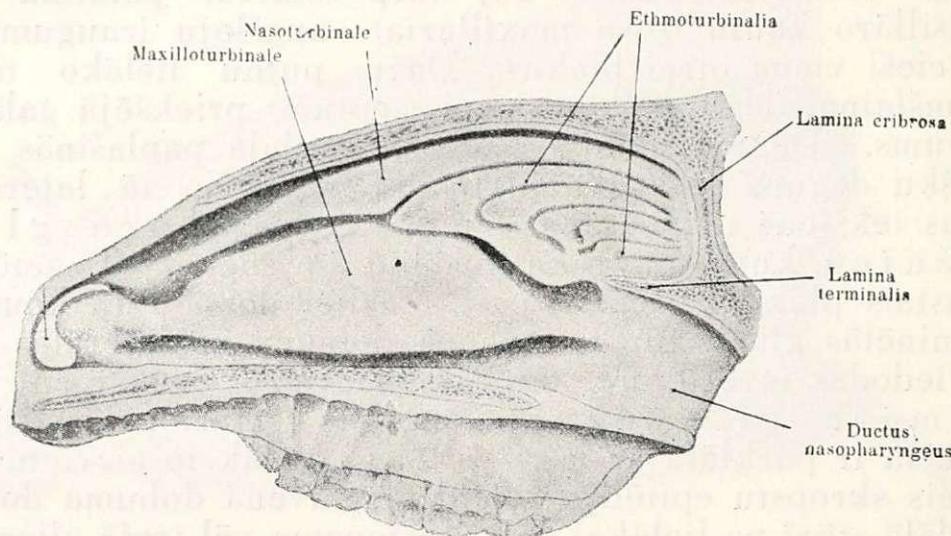
Zīm. 115. Pāvs, *Meleagris gallopavo*. Deguna gārgriezums. a — priekškambara gliemežnīca; b — ožas paugurs; C — īstā gliemežnīca; e — ārējais deguna caurums; s — šķērssiena, septum (pēc Plate's).

vuši komplikētāki. Prīmitīva pārādība, ka tiem nav no mutes dobuma noslēgtas deguna-rīkles ejas (*d u c t u s n a s o - p h a r y n g e u s* jeb *c h o ā n u e j a s*); kreisā un labā augšleju kroka nav savā starpā saaugušas. Jakobsona organs aizmetas tikai embrionālā stadijā, lai drīz atkal izzstu. Prīmārās choānas guļ starp vomera, palatina un maksillāro kaulu (*ossa maxillaria*) augšleju izaugumiem ļoti cieši viena otrai blakus. Dažu putnu lielāko tiesu skrimšlайнai deguna šķērssiennai (*septum*) priekšējā galā ir caurums. Deguna dobuma priekšējā daļa paplašinās par sevišķu deguna priekškambaņa dobumu. No tā laterālās malas iekšienē iedodas t. s. *p r i e k ū k a m b a ū g l i e - m e ž n ī c a*, kuļas nav tikai nedaudzām sugām. To ietērpj parastais plakanais epitelis. Mazliet dorsāli un kaudāli no minētās gliemežnīcas galvenā dobumā no laterālās sienas iedodas ievērojami stiprāk sagrieztā *v i d ē j ā* jeb *p r ī m ā r ā g l i e m e ž n ī c a*. Tikai embrionālās dzīves laikā tā ir pārklāta ar ožas epiteliju, vēlāk to aizvieto parastais skropstu epitelis. Beidzot galvenā dobuma dorso-kaudālā stūri pa lielākai daļai sastopama vēl trešā gliemežnīca (*a u g š ē j ā j e b s e k u n d ā r ā g l i e m e ž n ī c a*). Tikai šai gliemežnīcīcī, vai, ja tās nav, viņai atbilstošai deguna dobuma vietai ir ožas epitelis, tādēļ arī pēdējo apzīmē par ožas *p a u g u r u*.

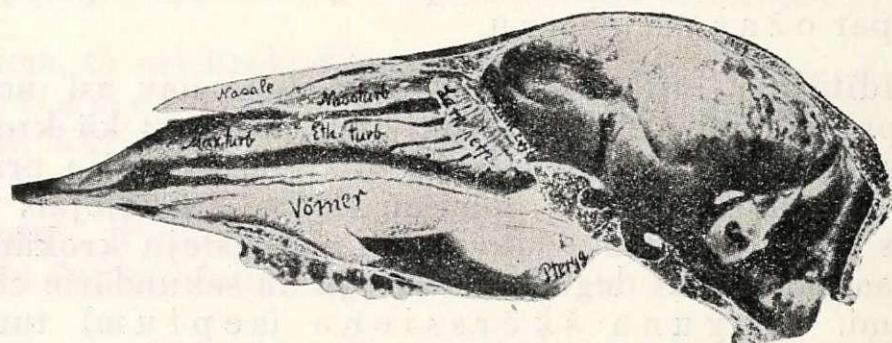
Zīdītāji. Zīdītāju deguna dobumiem nav asi norobežotu priekšdobumu. Tie ir ļoti lieli un tāpat kā krokodīliem stiepjas tālu uz pakaļgalu līdz neurokranija priekšējam reģionam. Deguna dobumu slēgtais pakaļējais nodalījums robežo ar etmoidālo kaulu. Augšleju krokām pilnīgi saaugot, rodas deguna-rīkles eja un sekundārie choānu caurumi. *D e g u n a š k ē r s s i e n a* (*s e p t u m*) turpinās kaudāli gandrīz līdz sekundārām choānām. Nepāru vomers atbalsta šķērssienu ar savu ventrāli vērsto plāksnīti. Zīdītājiem parasti deguna-rīkles eja ir īsāka nekā krokodīliem, Tādēļ choānas lielāko tiesu guļ augšleju gaļuma vidū. Zīdītāju deguna dobumu komplikāciju galvenā kārtā rada spēcīgi attīstītās deguna gliemežnīcas, kas stipri palielina glotādas virsmu. Pirmajās embrionālās stadijās gliemežnīcas ir gaļvirzienā vērstas glotādas krokas, kas no laterālās un dorsālās dobuma sienas paceļas pret šķērssienu. Pieaugušā stāvoklī ožas epitelis uzglabājas tikai deguna dobuma kaudālajā slēgtajā galā, kādēļ tikai šai reģionā gliemežnīcas funkcionē kā ožas organi. No skrimšlайнās deguna kapsulas glotādas gliemežnīcu balstam attīstās skrimšķa plāksnītes (*t u r b i n a l i a*), kas ieaug gliemežnīcās un beidzot pār-

kaulojas. Tās saplūst ar tuvākiem kauliem un tādēļ pieaugušā stāvoklī izskatās kā to izaugumi.

Deguna dobuma priekšējā reģionā parasti sastopamas divas tādas gliemežnīcas. Ventrālā no tām ir ievērojami



Zīm. 116. *Ovis aries*, aita. Labais deguna dobums pēc deguna šķērssienas (septum nasi) nopreparēšanas (pēc Matthes).

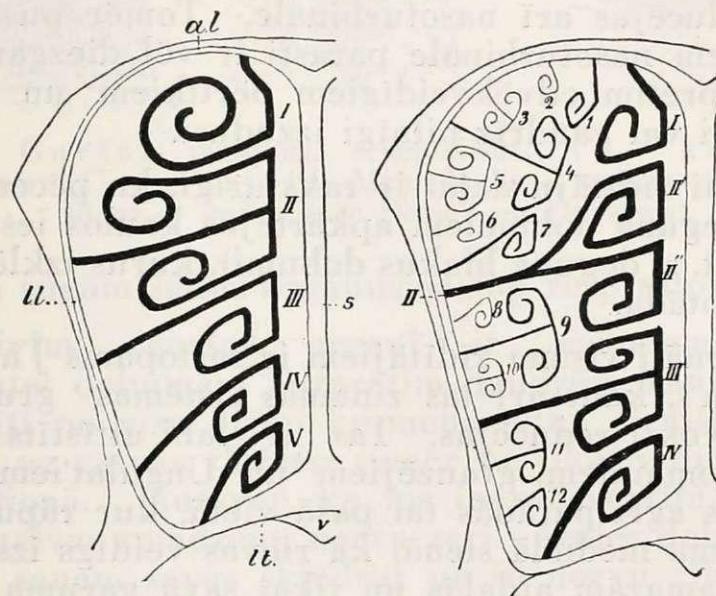


Zīm. 117. Stirnas deguna gliemežnīcas (pēc Plate's).

lielāka un tās kaula plāksnīte saaug ar maxillare, kādēļ to parasti apzīmē par viršzokļu gliemežnīcu jeb maxilloturbinale. Šī gliemežnīca atrodas tikai tai dobuma daļā, kas gul priekšā choānām, un tai nav ožas epitelija. Dorsāli no tās atrodas stipri gařumā izstiepta gliemežnīca, kas kaudāli sniedzas līdz etmoidālam reģionam un savienojas kā ar deguna kaulu (nasale), tā arī ar laterālo etmoidu. Šo gliemežnīcu sauc par nasoturbinale. Deguna dobumu pakaļējā slēgtājā galā sastopam dažādu skaitu mazāku gliemežnīcu, kuŗu kaula plāksnītes, tāpat kā nasoturbinale, visas savienojas ar sānos atrodošos etmoidu, kā-

dēļ tās izskatās kā šī kaula izaugumi. Tām visām, vismaz to pakalējā daļā, ir ožas epitelis. Tādēļ šīs gliemežnīcas sauc par ethmoturbinalia. Nasoturbinale, kas atrodas virs tām, tiek tām parasti pieskaitīta kā modificēta ethmoturbinale I.

Ja ethmoturbinalia sastopamas mazākā skaitā, tad tās lielāko tiesu ir līdzīgi būvētas un stiepjas apmēram vienādā attālumā no deguna dobuma dorsolaterālās sienas pret šķērsienu (septum), tā stipri piepildot visu pakaļējo deguna dobumu. Šai gadījumā deguna dobumu sagitāli pār-



Zīm. 118. Zīdītāju deguna dobuma schēmatizēti šķērsgriezumi tieši priekš sieta plātnes (lamina cribrosa) un parallēli tai. Pa kreisi vienkāršs tips bez ectoturbinalia, pa labi komplikētāks tips (kā piem. briežiem, vēršiem) ar mediālo un laterālo ectoturbinalia (1—12) un endoturbinalia (I—V) rindu; al — dorsālā siena; ll — lamīna lateralis, lt — lamina terminalis; s — septum; V — vomer (pēc Paulli).

griežot, ir redzamas visas ethmoturbinalia. Tādēļ arī pēdējās dēvē par galvenām gliemežnīcām, vai, tā kā tās gandrīz aizsniedz šķērssienu, arī par endoturbinalia. Tās skaita no dorsālās pusēs uz ventrālo, tā tad nasoturbinale kā pirmo, tai sekojošo endoturbinale kā otro u. t. t. Liekas, ka placentāliem zīdītājiem visumā ir tipiskas piecas endoturbinalia, tomēr to skaits var būt arī lielāks vai mazāks. Lielākai daļai zīdītāju ethmoturbinalia skaits stipri palielinās, jo starp endoturbinalia rodas sekundāras turbinalia, kas lielāko tiesu paliek mazākas un nepieiet tik tuvu šķērssiensai. Tādēļ tās sauc par ectoturbinalia. Pārgrieztā deguna dobumā tās gandrīz nekad nav tieši saskatāmas, jo viņas pārkļāj endoturbinalia (tādēļ tās sauc arī

par conchae obiectae). Šo ectoturbinalia skaits ir ļoti dažāds. Atsevišķas endoturbinalia var izveidoties ļoti komplikēti, pie kam to bazālā plāksnīte uz vienu vai abām virsmām raida sānu plāksnītes, kas arī savukārt sagriežas. Analogu komplikāciju bieži iegūst maxilloturbinale. Šī gliemežnīca, kuļai nav ožas epitēlija, noder sevišķi kā putekļu aizsargs un elpojamā gaisa sildītājs.

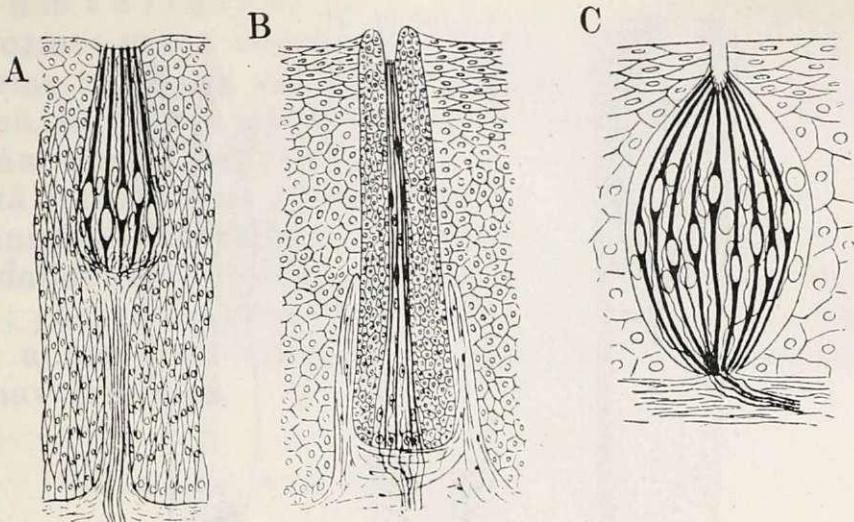
Tikai pakaļējam nasoturbinale nodalījumam ir ožas epitēlijs. Ožas organam reducējoties (t. s. mikrosma-ti-skie zīdītāji), sevišķi cilvēkveidīgājiem pērtiķiem, pamazām reducējas arī nasoturbinale. Tomēr puspērtiķiem un pērtiķiem nasoturbinale parasti ir vēl diezgan labi attīstīta, turpretim cilvēkveidīgiem pērtiķiem un cilvēkam tā ir pilnīgi vai gandrīz pilnīgi izzudusi.

Lielākai zīdītāju daļai ir raksturīgi, ka pēcembrionālā laikā no deguna dobumiem apkārtējos kaulos iespiežas izspilējumi (t. s. deguna blakus dobumi), kuļus izklāj deguna dobuma glotāda.

Embrionāli visiem zīdītājiem ir sastopams Jakobs ona organs, kaut arī tas zināmās sistēmas grupās pieaugušā stāvoklī reducējas. Tas ir labi attīstīts Monotremat'iem, somainiem, grauzējiem un Ungulat'iem. Embriologiski tas agri parādās tai pašā vietā, kur rāpuļiem (deguna dobuma mediālā sienā) kā rievas veidīgs izspilējums. Pēdējais pamazām atdalās un tikai savā garuma vidū vai priekšā paliek savienots ar deguna dobumu (abas t. s. Stensonaejas, kam kaula galvas kausā atbilst canales incisivi. Tie atrodas starp praemaxillare un maxillare). Pretēji ķirzakām, zīdītāju Jakobsona organi ir stobrveidīgi un atrodas deguna šķērssienas katrā pusē.

Garšas organi.

Tā saucamie biķerveidīgie organi jeb garšas pumpuri sastopami galvenā kārtā mugurkaulnieku mutes dobumā. Bet daudzām zivīm tie ir izkaisīti pa visu ārējo ādu. Garšas pumpuri ir mazas šūnu grupas, kas tikai reti iegrīmst no epidermas zemādā. Tie sastāv no balsta un maņu šūnām. Pumpura asī šīs šūnas ir saspiestas kopā un to distālā galā ir pa stabīnveidīgam gala veidojumam. Maņu šūnas inervē brīvie nervi galī.



Zīm. 119. Garšas pumpuri, schēmatiski. A — kaulu zivs; B — putns; C — zīdītājs. Maņu šūnas — melnas, starp tām balst- šūnas — gaišas (pēc Hesse's un Doflein'a).

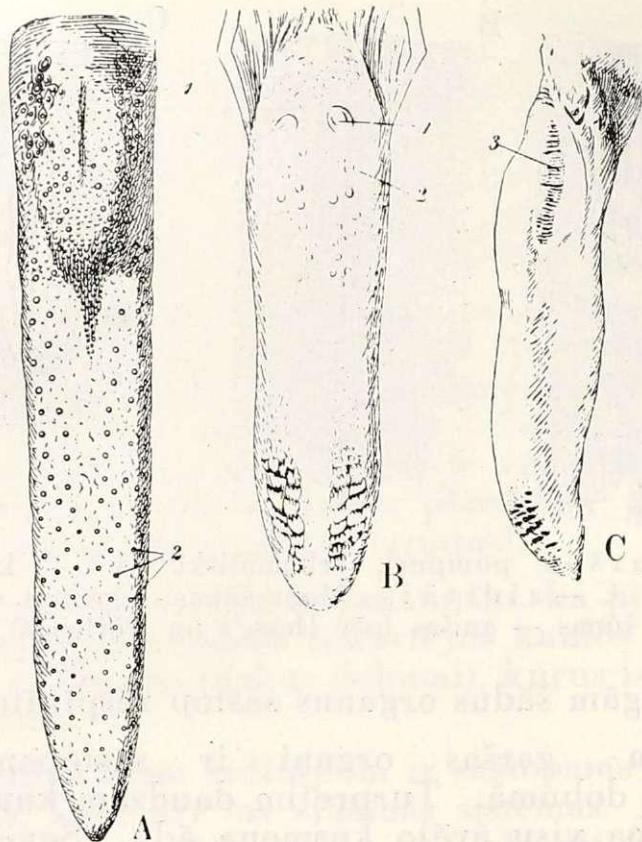
Nēģu sugām šādus organus sastop respīratoriskā zarnā.

Haizivīm garšas organi ir sastopami galvenā kārtā mutes dobumā. Turpretim daudzām **kaulu zīvīm** tie ir izplatīti pa visu ārējo ķermeņa ādu. Sevišķi bieži tos sastopam uz galvas, dažreiz tomēr ne tikai vidukļa, bet arī astes reģionā. Jāuzsver, ka tos inervē septītā, devītā un desmitā galvas smadzeņu nerva zari. Mutes dobuma garšas pumpuri saņem savas šķiedras no šo nervu rīkles zariem.

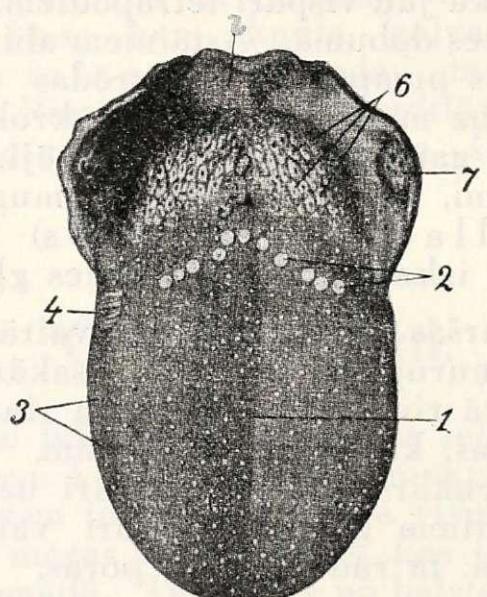
Abiniekim kā jau vispāri tetrapodiem, garšas pumpuri atrodas tikai mutes dobumā. Astainiem abiniekim tie atgādina zivju garšas pumpurus, jo atrodas uz zemādas papillām vai arī uz mēles un augšleju krokām. Turpretim bezast. abinieku garšas organi ir īpatnēji, diskiem līdzīgi plakani veidojumi, kas atrodas mēles muguras sēņveidīgo papillu (*papillae fungiformes*) distālā galā un bez tam var būt izkaisīti pa visu mutes gлотādu.

Rāpuliem garšas pumpuri ir vēl vairāk lokalizējušies. Ķirzaku un bruņurupuču grupās tie sakārtoti vienā vienkāršā vai dubultā rindā parallēli zobu rindām, dažreiz arī uz mēles muguras, kā arī uz augšlejām. Šie pumpuri atrodas vai nu vienkārši gлотādā vai arī uz sevišķām papillām. Krokodiliem garšas pumpuri vairāk vai mazāk iegrīmuši gлотādā, tā radot garšas poras.

Zīdītājiem lielākā daļa garšas pumpuru novietota uz mēles. Tie atrodas šeit uz mazām papillām. Atkarībā no papillu formas izšķiri *papillae fungiformes*, *p. vallatae*

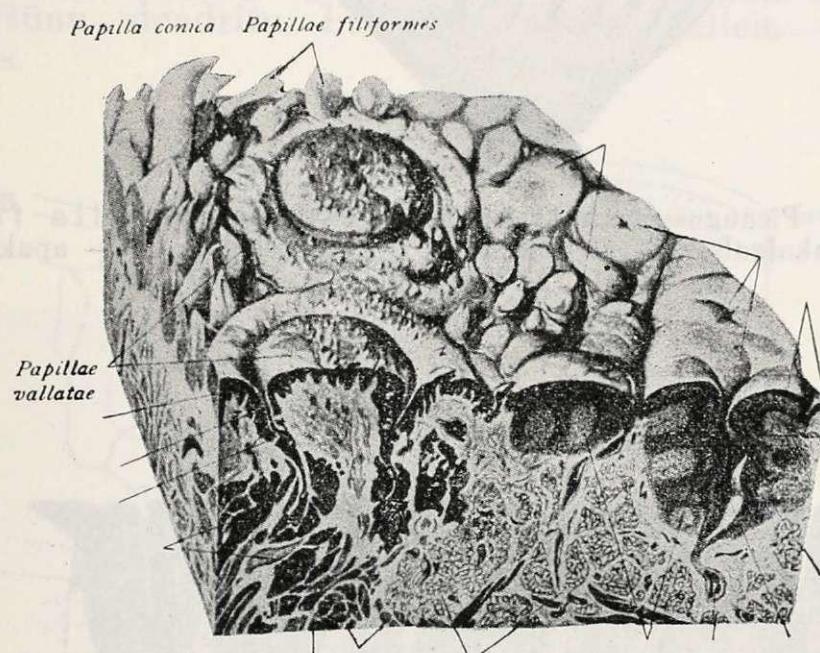


Zīm. 120. Zīdītāju mēles; A — žirafes, B un C — adatainās cūkas (*Hystrix cristata*) no augšas un no sāniem. 1 — papillae vallatae; 2 — p. fungiformes; 3 — p. foliatae (A pēc Brücher'a, B pēc Münch'a, C pēc Hesse's un Doflein'a).



Zīm. 121. Cilvēka mēle. 1 — raphe; 2 — papillae vallatae; 3 — papillae fungiformes; 4 — papilla foliata; 7 — rīkles mandeles (tonsillae); (pēc Ellenberg'a-Baum'a).

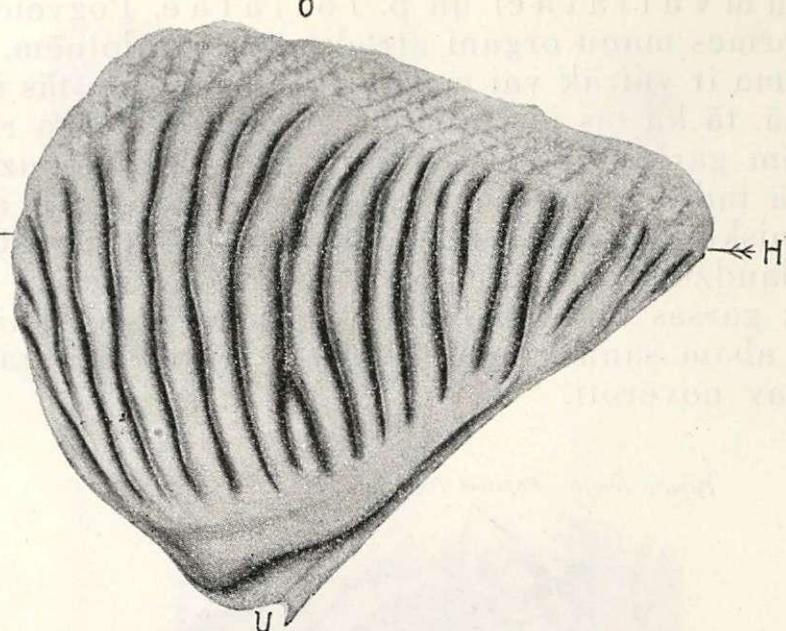
(circumvallatae) un p. foliatae. Pogveidīgajām p. fungiformes mānu organi atrodas uz to galotnēm. P. vallatae forma ir vairāk vai mazāk cilindriska, un tās iegrīmušas dzīlumā, tā kā tās ietver šaura un grāvīveidīga rieva. Šīm papillām garšas biķerīši parasti atrodas tikai uz sānu sieņām, tā tad iekšpus rievas, kur tie ir pasargāti no barības mēchaniskās iedarbības. Beidzot p. foliatae sastāv no dažāda daudzuma krokām, kas sakārtotas viena otrai pārallēli; garšas biķerīši lielāko tiesu atrodas tikai uz atsev. kroku abām sānu virsmām. Uz p. filiformes garšas pum-puri nav novēroti.



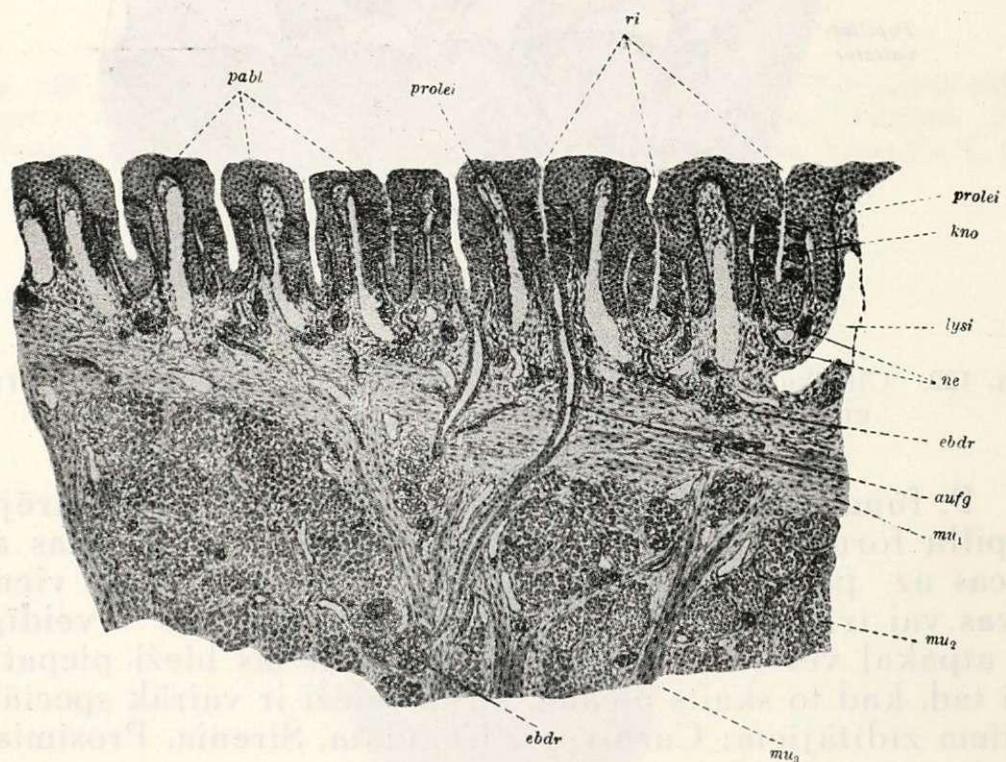
Zīm. 122. Cilvēka mēles valnišveidīgās papillae vallatae un diegveidīgās papillae filiformes (pēc Braus'a).

P. fungiformes ir izkaisītas pa visu mēli; abas pārējās papillu formas ir novietotas mēles kaudālā daļā. Kas attiecas uz pap. vallatae skaitu, tad reizēm ir tikai viena, divas vai trīs. Pēdējā gadījumā tās ir sakārtotas V veidīgi, ar atpakaļ vērstu smaili. Šādu stāvokli tās bieži piepatur arī tad, kad to skaits pieaug, kā tas bieži ir vairāk speciāli-zētiem zīdītājiem: Carnivora, Ungulata, Sirenia, Prosimiae, Simiae.

P. foliatae, ja tās vispār sastopamas, vienmēr atrodamas pāru skaitā: pa vienai papillai katrā pusē, uz mēles pakaļējās daļas. Daudziem zīdītājiem to nav; cilvēkam tās ir reducējušās.



Zīm. 125. Pieauguša truša kreisā lapveidīgā, papilla foliata. H — pakalpgals; O — augšā; V — priekšgals; U — apakša (pēc M. Heidenhain'a).

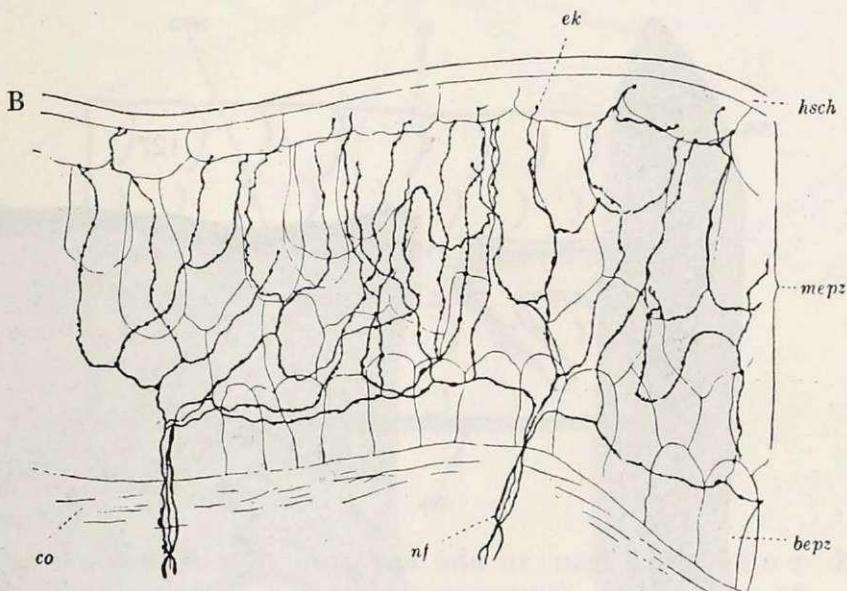


Zīm. 124. Truša lapveidīgā papilla foliata; gargriezums; pabl — papillas lapiņas; prolei — saistaudu (propria) līstes; ri — rievas starp lapiņām; kno — garšas pumpuri; lysi — limfas sinus; ne — nervi; ebdr — Ebnera dziedzeļi; aufg — Ebnera dziedzeļu izvadkanālis; mu₁ — longitudin. muskuļu kūliši; mu₂ — transvers. muskuļu kūliši; mu₃ — sagitālie muskuļu kūliši (pēc Krause's).

Taustes un spiediena organi.

Tā kā mēchaniskie kairinājumi izspiežas vieglāk cauri ādas virsmai kā ķīmiskie, tad taustes maņas organi parasti iegrīgst dziļāk ādā. Tā tie ir arī labāk aizsargāti pret ievainojumiem. Šī iegrīmšana var notikt epidermas bedrītēs, bet citos gadījumos maņu organi iegrīgst vēl dziļāk, t. i. no epidermas zemādā. Šie maņu organi atrodas ne tikai ādā, bet bieži arī ķermeņa iekšpusē.

Šajos organos nav sastopamas pīmārās maņu šūnas, jo tās ir vienmēr iegrīmušas dziļumā un kļuvušas par muguras un galvas gangliju ganglijšūnām. Taustes organi rodas šo ganglijšūnu dendritu brīvajiem nervu galiem komplīcējoties.



Zīm. 125. Brīvie nervu gali uguns salamandras epidermā.
bepz — bazālā epitēlija šūna; co — korijs; ek — nerva gala podziņa;
hsch — raga kārtā; mepz — vidējā epitēlijšūnu kārtā; nf — nervu
šķiedras (pēc Retzius'a no K. C. Schneider'a).

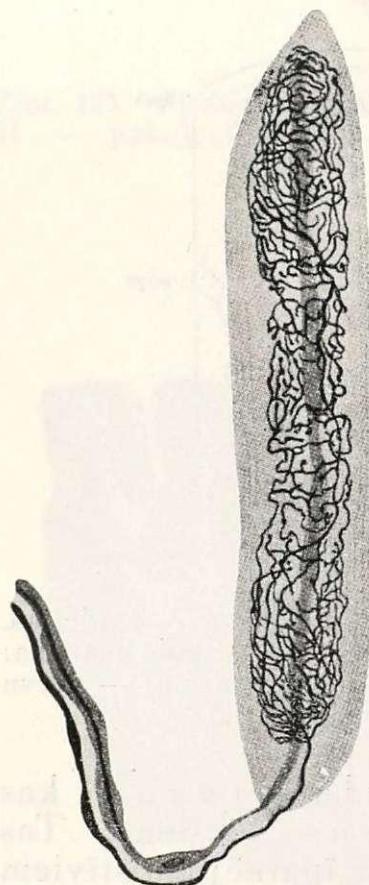
Izņēmums tomēr ir *infundibular organs*, kas atrodas zivju *saccus vasculosus* iekšienē. Tas sastāv no pīmāro maņas šūnu grupas, ar īpatnējiem stīviem maņu matiņiem. Domā, ka šis organs kalpo spiediena uzveršanai centrālās nervu sistēmas centrālajā kanālī.

Brīvos nervu galus ieslēdz kopēja saistaudu sega: tā rodas asi norobežots taustes ķermenītis. Šos maņu organus atrod kā epidermā, tā zemādā, reizēm pat vēl dziļāk. Šai ķermenītī nervu šķiedras gandrīz vienmēr nobeidzas ar mazu kamolveidīgu neurofibrillu režģi, t. s. *gala retikulu*.

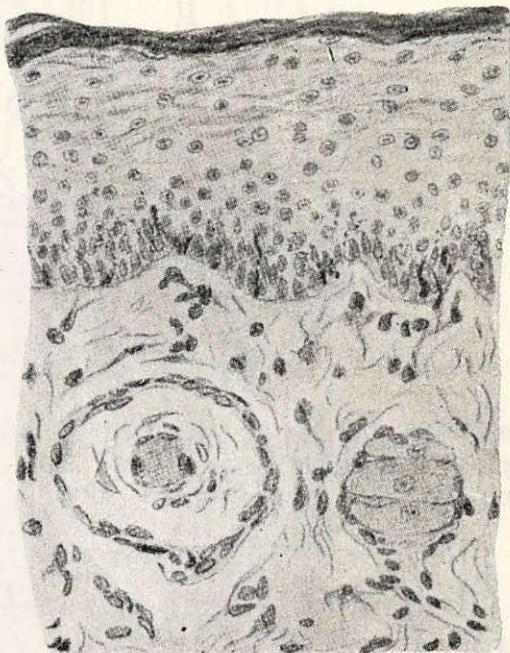
Šādi vienkārši taustes ķermenīši ir Krauzes gala kolbas. Tās sastopamas jau zivīm. Zīdītājiem tās ir izkaisītas kojunktīvas, mutes dobuma un deguna dobuma glotādā un saistaudos.

T. s. plākšņu ķermenīši atšķirās no jau minētajiem ar diferencētāku saistaudu segu. Pēdējā sastāv no vairākām koncentriskām plāksnītēm un ietveļ taisnu, kailu nervu galu. No atsevišķām kārtām sastāvošā sega ir t. s. ārējā kolba; iekšā, homogenā masā, t. s. iekšējā kolbā, atrodas nerva gals. Daudzos gadījumos atrasts, ka bez šās nervu šķiedras plākšņu ķermenītī ienāk vēl otra, kas spirāliski aptinas ap pirmo šķiedru un nobeidzas smalkos sazarojumos.

126



127



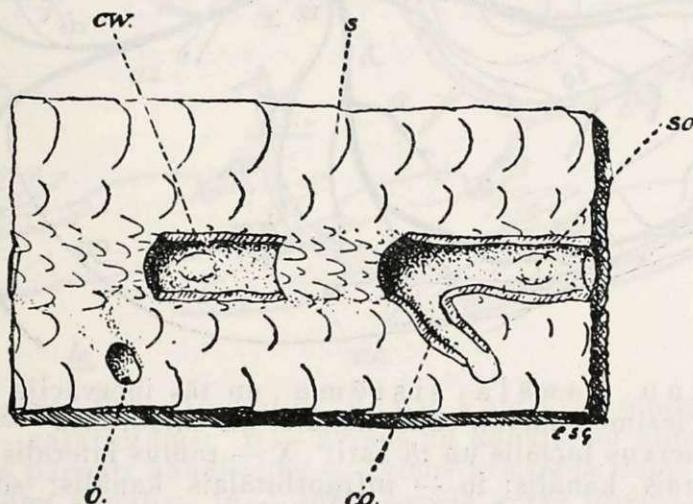
Zīm. 126. Vater-Pacini taustes ķermenītis (pēc Ruffini).
Zīm. 127. Mājas pile. 26 dienas veca embrija knābja āda. Pa kreisi Herbsta, pa labi Grandry taustes ķermenīši (pēc Kroģis).

Šādi plākšņu ķermenīši sastopami amniotiem. Zīdītājiem tie, kā t. s. Vater-Pacini ķermenīši ir ļoti lieli: līdz 2 mm. gaļi. Tie atrodas zemādas saistaudos vai pat vēl dzilāk. Putniem sastopamie Herbsta ķermenī-

nīši arī ir plākšņu kermenīši, bet atšķirīgas no tiem tikai ar to, ka ap iekšējo kolbu atrodas kodolus saturošs apvalks.

Citos gadījumos brīvie nervu gali savienojas ar šūnām, kas līdz ar to klūst par sekundārām maņu šūnām. Savienojums var būt tik ciešs, ka nervu gali iespiežas maņu šūnās.

Sekundārās maņu šūnas raksturīgas **zivju sānu orgāniem (gala uzkalniņi jeb neuromasti)**; tās novērotas arī ūdenī dzīvojošiem abiniekim: daudziem bezast. abiniekim, *Gymnophiona* un astaino abiniekū kāpuriem. Epitēlija šūnas, kas ietver šīs maņu šūnas, ir mazliet pārveidotas, kādēļ tās šeit apzīmē par segšūnām.

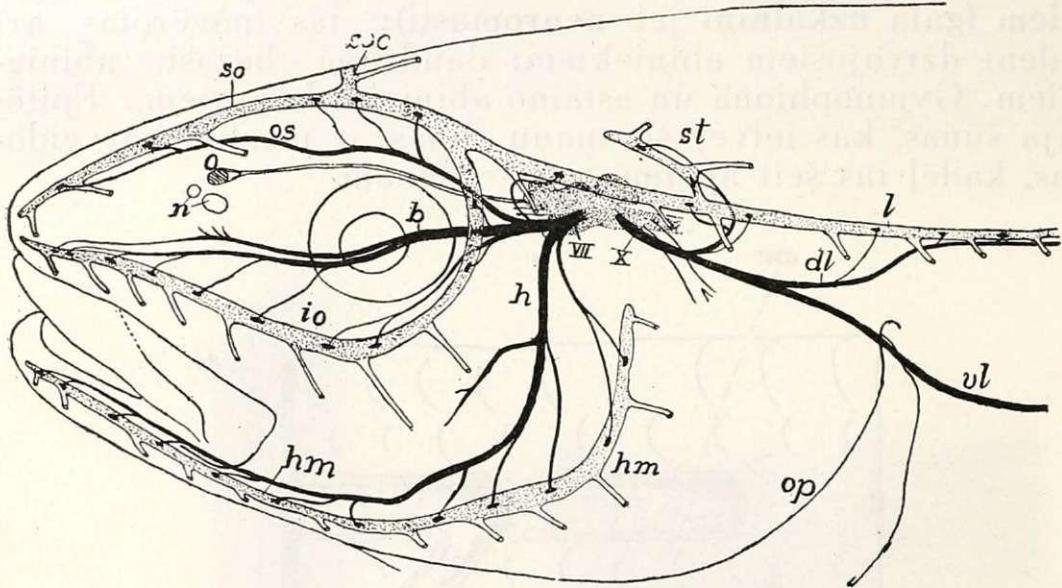


Zīm. 128. Mencas, *Gadus morrhua* āda ar uzgrieztu sānu kanāli. co — izvadkanāla siena; o — kanāla caurums; s — zvīņa; so — jūtīgais uzkalniņš (neuromasts); (pēc Goodrich'a).

Maņu šūnas ir kolbveidīgas un īsākas par tās ietverotām balstu šūnām. Sakarā ar to, maņu šūnas bazālā virzienā nesniedzas tik tālu. Šai ziņā tās līdzīgas dzirdes orgāna maņu šūnām. Starp abiem orgāniem atrasti arī vēl citi kopēji punkti: tā, piem., visas tās nervu šķiedras, kas inervē neuromastus un pieder dažādiem nerviem, nobeidzas myelencephalon'a dzirdes — sānu daļā (*lobus acusticola-teralis*). Šeit nobeidzas arī dzirdes nerva šķiedras. Tā iznāk, ka abiem orgāniem ir kopējs nervu sākums.

Sānu organi parasti sakārtoti rindās uz galvas un vidukļa. Sākumā tie atrodas virspusē, epidermā. Apalmutēm šāds stāvoklis paliek visu dzīves laiku, bet pa lielākajai daļai šie organi vēlāk līdz ar apkārtējo epitēliju

iegrimst dzīlumā. Pie tam katrs organs iegūst savu īpašu folliculu, kā, piem., dažiem abiniekiem, vai vesela rinda šādu organu tiek kopēji ietverti pūslīšveidīgā ieliekumā, vai arī tie sakopojas rievās, kas stiepjas pār ķermenī (Holocephali un primitīvās haizivis). Tālākā attīstībā rieuva malas aizveras. Sakarā ar to izveidojas caurules, kas noteiktos atstatumos atveras uz āru. Galvā šīs caurules ir bieži iegrīmušas klājkaulos, viduklī — zvīņās.

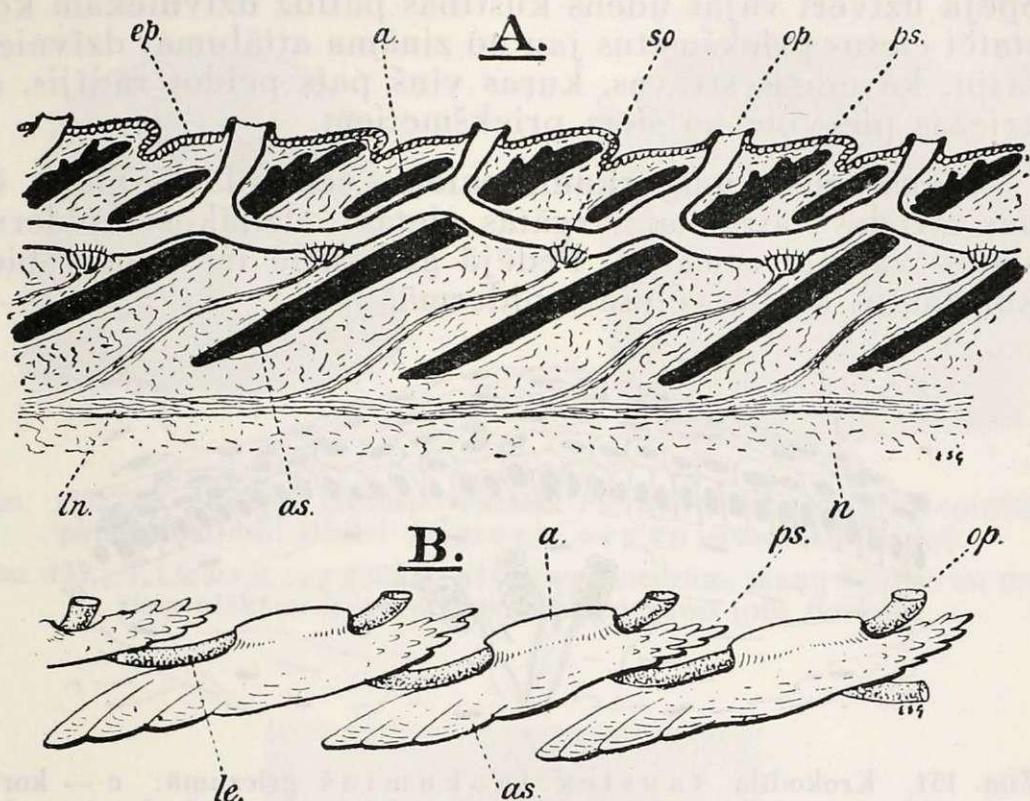


Zīm. 129. Sānu kanāla sistēma un tās inervācija kaulu zivs galvā. Nervi iezīmēti melni, sānu kanālis un smadzenes — punktētas. VII — nervus facialis un tā zari; X — ramus lateralis vagi; hm — homandibulārais kanālis; io — infraorbitālais kanālis; so — supraorbitālais kanālis; soc — okcipitālais kanālis; l — vidukļa sānu kanālis (pēc Cole's).

Zivīm parasti atrodam vienu vienīgu garenu cauruli abos vidukļa sānos, t. s. sānu kanāli. Kaulu zivīm un Holosteī šis kanālis atrodas zem gareniskas zvīņu rindas. Katras zvīņas augstumā tas kārtīgi noraida pa sānu kanālim, kas izurbjas cauri zvīñai un atveras virspusē uz āru. Kraniāli sānu kanālis iet pāri galvai un šeit sazarojas. Tādā kārtā ābās pusēs var izšķirt vairākus zarus: vienu zaru, kas iet virs acīm un otru, kas iet zem acīm (supra- un infra-orbitālo kanāli); kanāli, kas iet gar hioīdloku un apakšzokli (homandibulārais kanālis) un beižot okcipitālo kanāli, kas šķērsām pār galvas kausu savieno abus sanu kanālus.

Blakus šiem rindās sakārtotiem neuromastiem zivīm atrodam vēl citus, kas ir vairāk vai mazāk izkaisīti, galvenā kārtā uz galvas, bet arī uz vidukļa. Katrs no šiem neuro-

mastiem ir iegrīmis sevišķā bedrītē. Šeit starp citu pieder arī haizivju Lorencina ampullas un torpedu zivju Savini pūslīši.



Zīm. 130. Asara, *Perca fluviatilis* sānu kanāļa topografija ādā un zvīņās. A — gaigriezums; B — zvīņas un kanālis no sāniem; a — zvīņas daļa, kas pārsedz kanāli; as — zvīņas priekšējā daļa; ep — epiderma; le — sānu kanālis; ln — sānu kanāla nervs (ramus lateralis vagi); n — nerva atzarojumi uz neuromastiem; op — sānu kanāla sistēmas caurumi; ps — zvīņas pakaļējais gals ar zobiņiem; so — jūtīgais uzkalniņš (neuromasts); (pēc Goodrich'a).

Savini pūslīši atšķiras no radniecīgiem orgāniem ar svarīgu iezīmi: tie ir pilnīgi noslēgti no ārpasaules un ietērpti vienkārtainā epitēlijā, kuļā atrodas maņu šūnas.

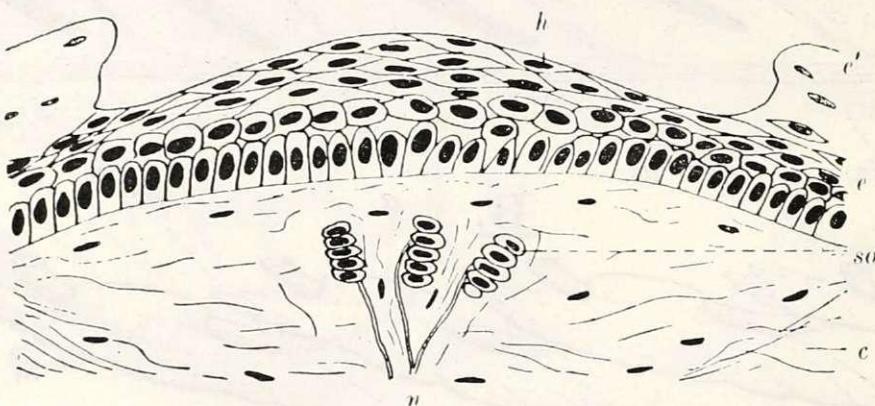
Zivju neuromastus, ciktāl tie atrodas uz galvas, lielāko tiesu inervē *n. facialis* šķiedras, pa daļai arī *n. glossopharyngeus* un *n. vagus*. Neuromastus, kas atrodas viduklī, inervē *r. lateralis vagi*. Šās šķiedras kopā veido t. s. *n. lateralis sistēmu*.

Arī abinieku gala uzkalniņi, tāpat kā zivīm, sakārtoti rindās. Šīs rindās organi ir sakopoti grupās. Abiniekim bieži atrod trīs garenas rindas abos vidukļa sānos.

Apstāklis, ka neuromasti sastopami tikai ūdens dzīviekiem, stāv sakarā ar to eksperimentāli pierādīto funkci-

ju: neuromasti kalpo vāju ūdens kustību uztveršanai. Sakarā ar šo funkciju, maņu matiņi, kuļus kairina ūdens kustības, šeit ir parasti garāki nekā garšas šūnu stabīņi. Spēja uztvert vājas ūdens kustības palīdz dzīvniekam konstatēt cietus priekšmetus jau no zināma attāluma; dzīvnieks sajūt, ka ūdens strāvas, kuļas viņš pats peldot radījis, atgriežas pie viņa no šiem priekšmetiem.

Sauszemes mugurkaulniekiem sekundārās maņu šūnas atrodas vairāk aizsargātās vietās: dzilākos epiderma slāņos vai pat zemādā. Pēdējā gadījumā ir tomēr bieži konstatēts, ka tās cēlušās epidermā.

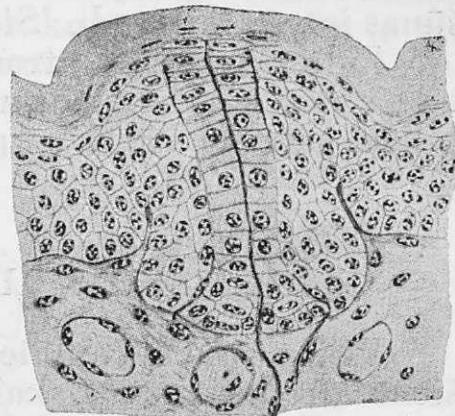
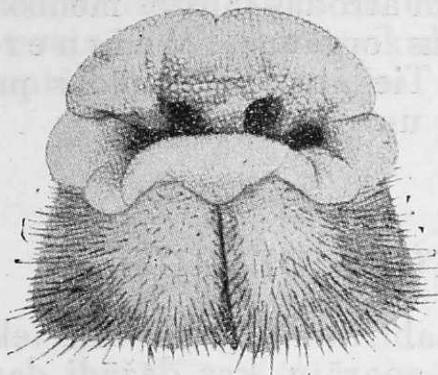


Zīm. 151. Krokodila taustes laukumiņš griezumā; c — korījs; e — epidermas aizmetņa kārta; e' — raga kārta; h — āda bez raga kārtas; so — maņas šūnas; n — nervs (pēc Maurer'a).

Bieži šādas maņu šūnas atrodas vēl izkaisītas vai nekārtīgās grupās epidermā: tās ir t. s. Merkeļa taustes šūnas. Tās ir normālas epitēlija šūnas, pie kuļām pieklaujas diskveidīgi nervu šķiedru gala režģi (taustes diskī jeb taustes meniski). Merkeļa taustes šūnas sastopamas abiniekim, bet galvenā kārtā zīdītājiem. Pēdējiem tās visvairāk sastop maz matotās vai pavism kailās ādas vietās: piem., uz purna, lūpām u. t. t.

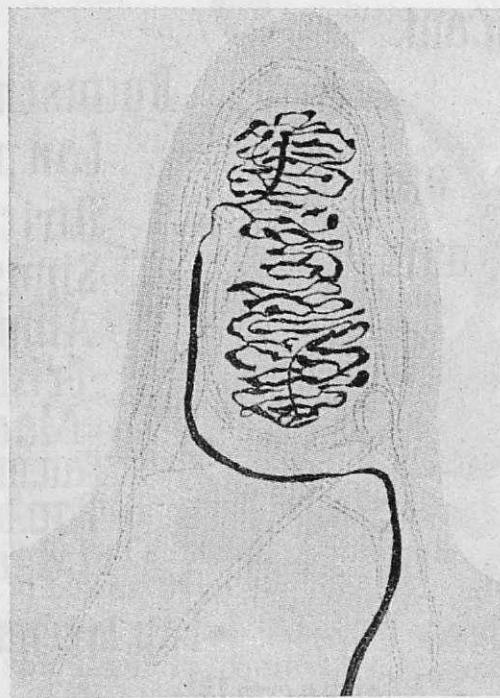
Ja vairākas šādas šūnas atrodas cieši viena pie otras, tad runā par taustes laukumiem. *Sphenodon'* am (jeb *Hatteria*) šie taustes laukumiņi atrodas vēl epitēlija bazālajā slānī, bet lielāko tiesu tie ir iegrīmuši zemādā; kā, piem., abiniekim un daudziem rāpuļiem. Abiniekim tie atrodas zem pārragotām ādas kārpām, kas rodas kāpura reducēto neuromastu vietā. Rāpuļu (ķirzaku, čūsku, krokodīlu) taustes laukumiņi atrodas galvenā kārtā zemādas papillās zvīņu vai bruņu virspusē vai malās. Lielāko tiesu šeit katrs taustes laukumiņš sastāv no vienas vai vairākām stabveidīgām maņu šūnu rindām.

Ar epitēliāliem taustes laukumiņiem var salīdzināt zīdītāju *Eimera organus*. Tie atrodas lielā daudzumā kurmja purnā un piedod šim organam pazīstamo jūtīgumu.



Zīm. 152. Kurmja purns, ventrāli. Graudiņiem līdzīgie epitēlija paaugstinājumi atbilst Eimera orgāniem (pēc Boeke).

Zīm. 153. Eimera orgāns ar nervu šķiedrām, maņu šūnām un mažiem plāksņu ķermenīšiem; gargriezums (pēc Boeke).



Zīm. 154. Meissnera taustes ķermenītis (pēc Crevatin'a).

Zīdītājiem un putniem biežāk sastopamas maņu šūnas, kas atrodas zemādā un ar saistaudu apvalku apvienotas taustes ķermenīšos. Vienkārša uzbūve ir Grandry

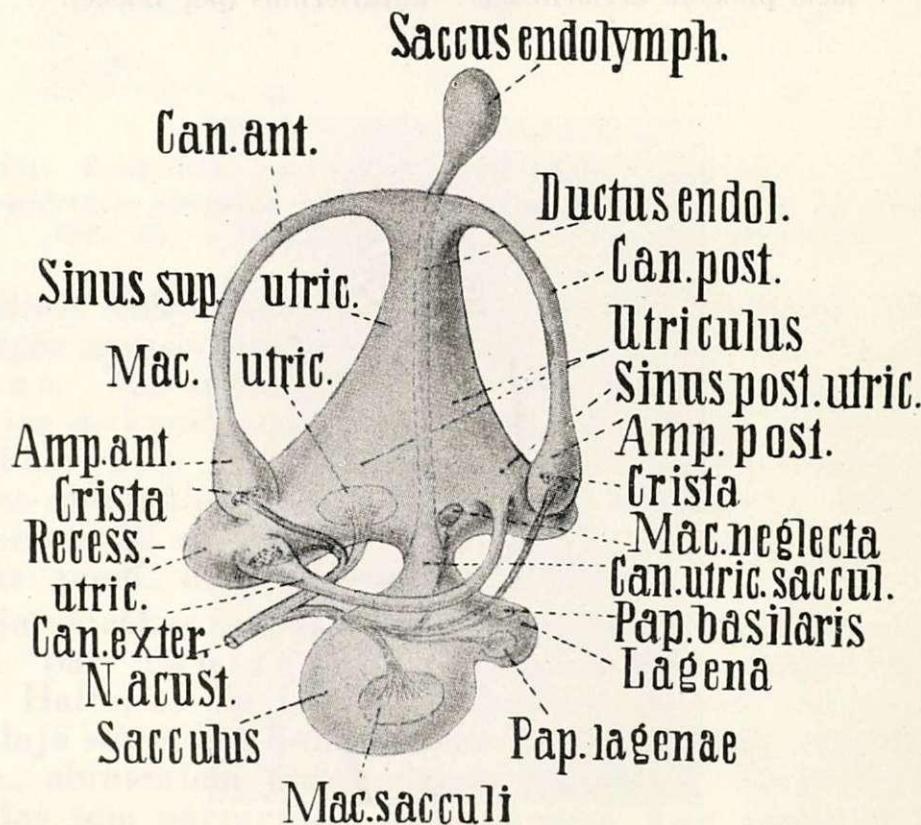
ķermeņiem, kas atrodas putnu mēlē un knābja un vaskādiņas zemādā. Tie atgādina stabveidīgos rāpuļu taustes laukumiņus, bet sastāv tikai no nedaudzām taustes šūnām, dažos gadījumos pat no vienas vienīgas šūnas. Šīs šūnas ietver šaistaudi. Starp šūnām atrodas taustes meniski.

Zīdītājiem mēs atrodam šādus organus Meisnera taustes ķermeņu veidā. Tie atrodas zemādas papillās, galvenā kārtā uz plaukstas un pēdas.

Statiskais un dzirdes organs.

Visiem mugurkaulniekiem ir labirinta organs, kura iekšienē atrodas zināms skaits maņu aparātu, kas dažādi darbojas; galvenie no tiem ir: organs, kuŗu iekairina galvas un ķermeņa griešanās kustības un dzirdes organs.

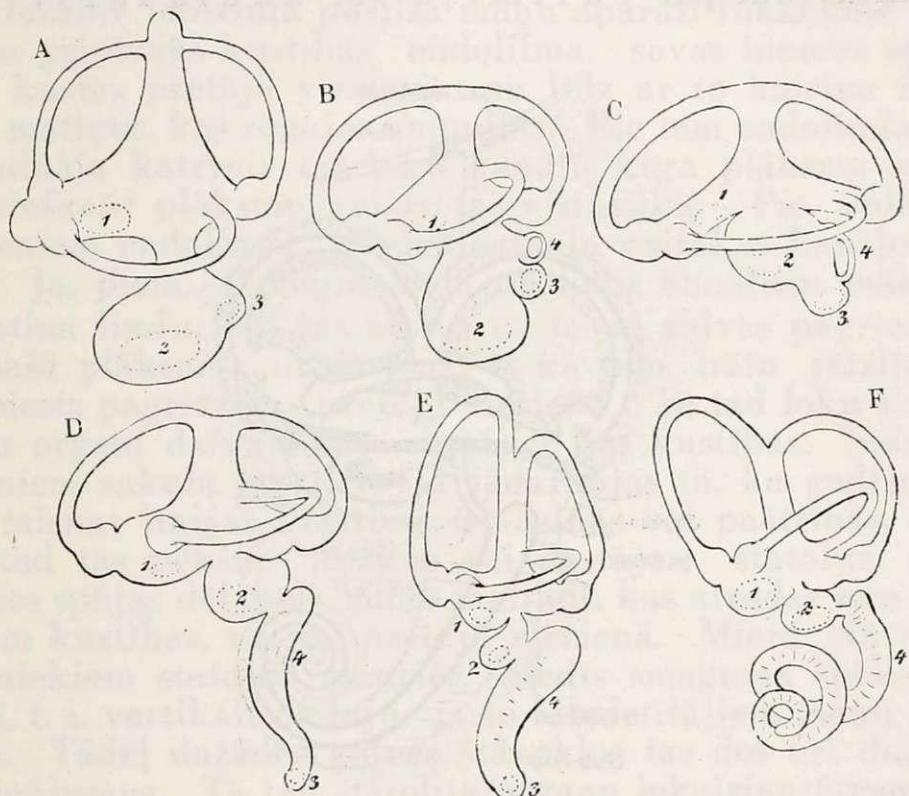
Labirinta organs izceļas ieliecoties mazam epiderma apgabaliņam gareno smadzeņu katrā pusē. Šis ieliekums



Zīm. 155. Mugurkaulnieku labirinta schēma (pēc Plate's).

kā „dzirdes pūslītis“ atraisās no virspuses un pārveidojas tālāk. Pūslītis sadalās divos, ar iežmaugumu šķirtos, nodalījumos: *utriculus* un *sacculus*. No utrikula atiet

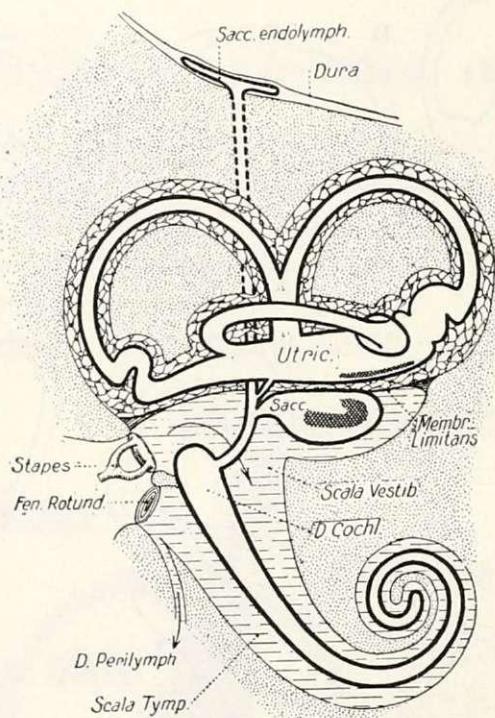
trīs puslokveidīgi kanāli, l o k u k a n ā ņ i, kas atrodas trijās viena otrai stateniskās plāksmās. Sakarā ar to mēs varam izšķirt divus vertikālus loku kanālus (priekšējo un pakaļējo) un vienu horizontālu. Abi vertikālie loku kanāli lielāko tiesu sākas no utriculus ar kopēju sakni un ir pie otrreizējās ieejas utrikulā paplašināti par ampullu. Horizontālam loku kanālim šāda ampulla ir priekšējā galā.



Zīm. 156. Kreisās pusēs labirinta schēma. A — kaulu zivs; B — varde; C — bruņu rupucis; D — krokodīls; E — putns; F — zīdītājs. Endolimfatiskās ejas nav iezīmētas. 1 — macula utriculi; 2 — mac. sacculi; 3 — mac. lageneae; 4 — papilla sacci (pēc Hesse's un Doflein'a).

Sacculus ir apbalvots ar vairāk vai mazāk gaļu stobrveidīgu izaugumu, *ductus endolympaticus*, kas haziņām uz galvas virsmas atveļas tieši uz āru, kamēr citiem mugurkaulniekiem tas nobeidzas slēgti galvas kausa skeleta daļas. Bez tam sakulam ir piedēklis lagena, kas zīvām ir pavisam mazs, bet abiniekiem un sevišķi zuropsīdiem klūst arvien lielāks. Zīdītājiem tas kā gliemeža eja (*ductus cochlearis*) ir spirālveidīgi sagriezts. Savādāks ir tikai apaļmušu labirinta organs, jo *Myxinoidea* viengabalainajam saccus ir tikai viens loku kanālis, bet nēģiem (*Petromyzon*) ir divdaļīgs saccus ar priekšējo un pa-

kalējo loku kanāli. Labirinta pūslīša epitēliālo sienu padara biezāku tai piegulošā saistaudu kārtu. Pūslīša iekšieni pilda olbaltumu saturošs šķidrums, endolimfa. Labirints ir ieslēgts skrimslī vai kaulā (petrosom), bet tomēr to no pēdējā šķiņ ūaura limfas telpa (perilimfaticā telpa). Tikai tais vietās, kur pie labirinta pienāk nervi, tā siena cieši piegulst kaulam. Skeleta apvalku, kas ieslēdz labirintu, sauc par skrimšļa vai kaula labirintu.



Zīm. 137. Zīdītāju auss perilimfaticās telpas schēma (pēc de Burlet'a).

Labirinta organu inervē tikai astotais galvas smadzeņu nervs, dzirdes nervs, (n. acusticus), kas jāuzskata par n. facialis sensorisko sakni. Tā šķiedras atiet no periferiem bipolāriem šūnu ķermeniem (ganglijšūnām). Centrālās nervu šķiedras ieiet garenajās smadzenēs, periferie izaugumi, kā zināms skaits atsevišķās grupās sakārtotu sekundāro maņu šūnu, stiepjas uz labirinta epitēliju. Katrs loku kanālis savā ampullā satur vienu šādu grupu (t. s. crista eacusisticae), kuļas šūnām ir gaŗi, stīvi maņu matiņi, kas brīvi rēgojas ampullā. Utrikulā un sakulā ir vienmēr lielāka maņu šūnu grupa, t. s. macula utriculi un sacculi, pie tam zivju un abinieku utrikulā ir vēl viena mazāka grupa, macula neglecta. Arī lagenā ir makula (macula lagena).

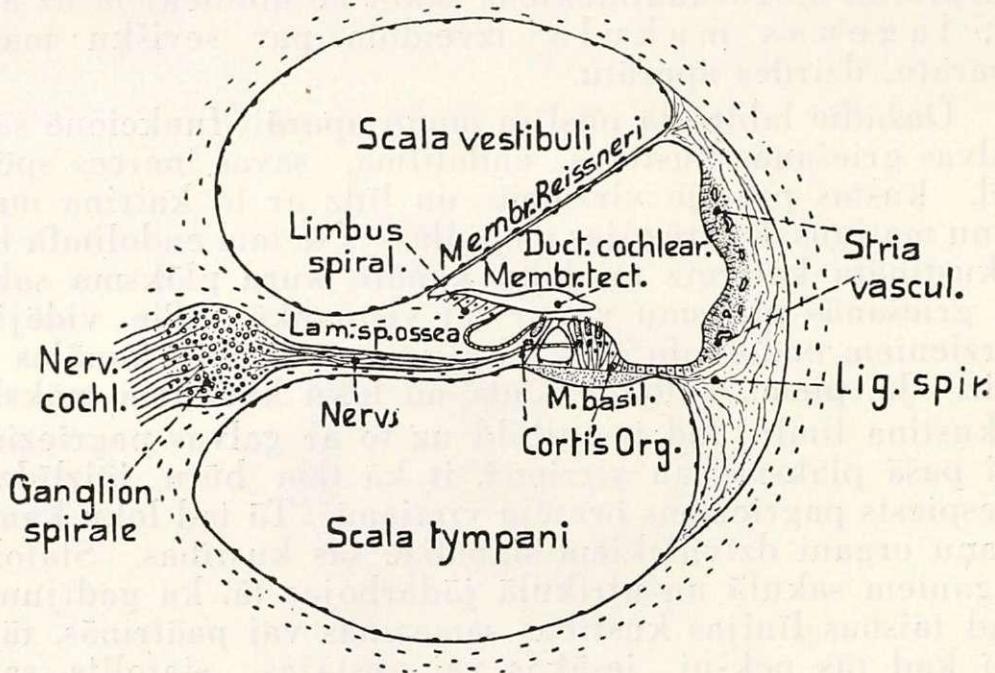
Trīs pirmajām makulām, zivīm arī lagenas makulai, uz to biezajiem sarveidīgiem maņu šūnu matiņiem atrodas t. s. statolits (kuļu agrāk sauca par otolitu), t. i. vairāk vai mazāk cieši saistītu kalķa kristalliņu konkrementi. Turpretim mugurkaulniekiem, sākot no abiniekiem uz augšu, l a g e n a s m a k u l a izveidota par sevišķu maņas aparātu, dzirdes aparātu.

Dažādīe labirinta pūslīša maņu aparāti funkcionē šādi: galvas griešanās kustībās endolifma, savas inerces spējas dēļ, kustas pretējā virzienā un līdz ar to kairina maņu šūnu matiņus, kas rēgojas ampullās. Pie tam endolimfa tiek iekustināta katrreiz tai loku kanālī, kuŗa plāksma sakrīt ar griešanās plāksmu vai ir tai vistuvākā. Pie vidējiem virzieniem endolimfa tiek iekustināta vairākos kanālos uzzreiz. Ja, piem., balodim kādā no loku kanāliem mākslīgi iekustina limfu, tad tas atbild uz to ar galvas pagriezienu tai pašā plāksmā un virzienā, it kā tam būtu jāizlīdzina piespiests pagrieziens pretējā virzienā. Tā tad loku kanāļu maņu organi dzīvniekiem signālizē šās kustības. Statolitu organiem sakulā un utrikulā jādarbojas tā, ka gadījumos, kad taisnas līnijas kustības samazinās vai paātrinās, tāpat arī kad tās pēkšni iesākas vai apstājas, statolits, savas inerces spējas dēļ, velk maņu matiņus, kas atrodas zem viņa, vai nu kustības, vai tai pretējā virzienā. Mierā stāvošiem dzīvniekiem statolits vienmēr spiedīs smaguma spēka virzienā, t. i. vertikāli uz leju, uz to atbalstītājiem maņu matiņiem. Tādēļ dažādos galvas stāvokļos tas dos arī dažādus kairinājumus. Tā tad statolita organu iekairina ātruma un stāvokļa maiņas.

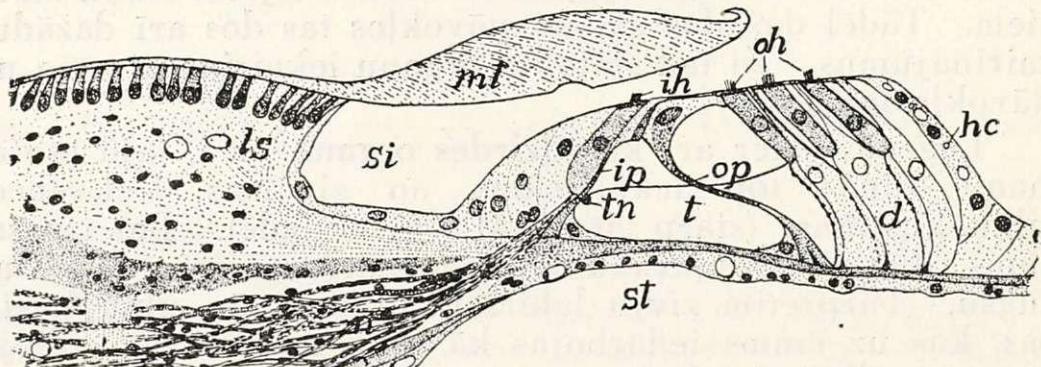
Lagenā noder arī kā **dzirdes organs**, t. i. tajā esošās maņu šūnas top iekairinātas no zināmas frekvences viļņu kustībām (starp 20 un 41.000 sekundē). Bet tas sakāms tikai par mugurkaulniekiem, sākot no abiniekiem uz augšu. Turpretim zivju labirinta organu tās viļņu kustības, kas uz mums iedarbojas kā toņi, neiekairina. Zivju lagenā ir tikai statolitu aparāts.

Tipiskais dzirdes aparāts ir iekārtots šādi: lagenas bazālā virsma ir iestiepta starp tuvējām perilimfātiskās telpas kaula sienām kā rāmī. Sakarā ar to šķērsgriezumos rodas trīs viena virs otras atrodošās telpas. Žīdītājiem tās līdz ar viņu spirāliski sagriezto lagenu apzīmē par kāpēm (scalae) un, proti, vidējo par scala media vai vienkārši gliemeža eju (ductus cochlearis), bet augšējo un apakšējo par priekštelpas un bungu kāpēm (scala vestibuli un tympani). Pirmā telpa pildīta ar endo-

limfu, bet abas pēdējās ar perilimfu. D. cochlearis siena, kas pienāk pie bungu kāpēm, t. s. Kortija (bazālā) membrāna, ir pārklāta ar maņu epitēliju. Gliemeža ejas garenā virzienā caur šās membrānas epitēliju iet t. s. Kort-



Zīm. 138. Cilvēka auss gliemežnīcas šķērsgriezums (pēc Retzius'a).

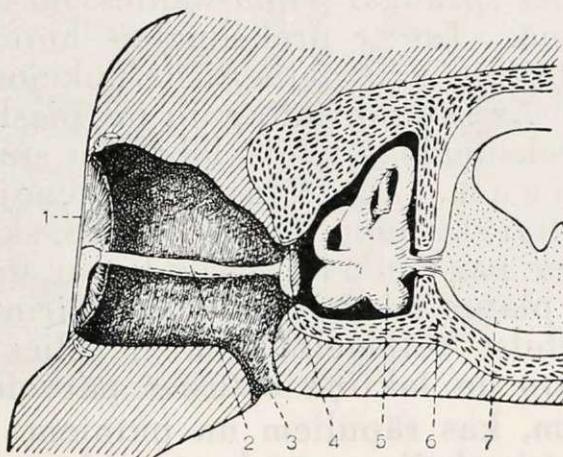


Zīm. 139. Jūras cūciņas Kortija organs; d — Deutera balstšūnas; ip — Kortija loka iekšējās balstšūnas; mt — membrana tectoria; op — K. loka ārējās balstšūnas; st — scala tympani; t — Kortija loka kanālis (pēc Schneider'a).

tija loks, ko izveido divi slīpi viens pie otra pieslieti un no šūnām sastāvoši stabīni. Gar šo balstu abām pusēm starp savām t. s. balstu šūnām atrodas dažas sekundārās maņu šūnas, pie kuļām pienāk nervu šķiedras no tuvumā

atrodošos dzirdes gangliju (zīdītāju ganglion spirale) nervu šūnām.

No tās ductus cochlearis sienas, kas atrodas pie gliemeža ass, pār maņu šūnām pārsedzas plāksnīte, *segmembrāna*, *m. tectoria*, kuŗu izveido gliemeža ejas sienu šūnas. Tā pieskaļas dzirdes šūnu maņu matiņiem. Kortija membrānu pastiprina saistaudu šķiedras, kas ir zem tās šķērsām izstieptas no sienas uz sienu un līdz ar gliemeža ejas pieņemšanos platumā, virzienā uz gliemeža galotni kļūst arvien gaŗākas. Jaunpiedzimušam cilvēkam



Zīm. 140. Vardes dzirdes organs, schēmatisks griezums. 1 — bungplēvīte; 2 — columella auris bungu telpā; 3 — Eustachija trūba; 4 — iekšējās auss lodziņš (fenestra vestibuli); 5 — auss labirints perlimfatiskajā telpā; 6 — kaula galvas kauss; 7 — garenās smadzenes (pēc Hesse's un Doflein'a).

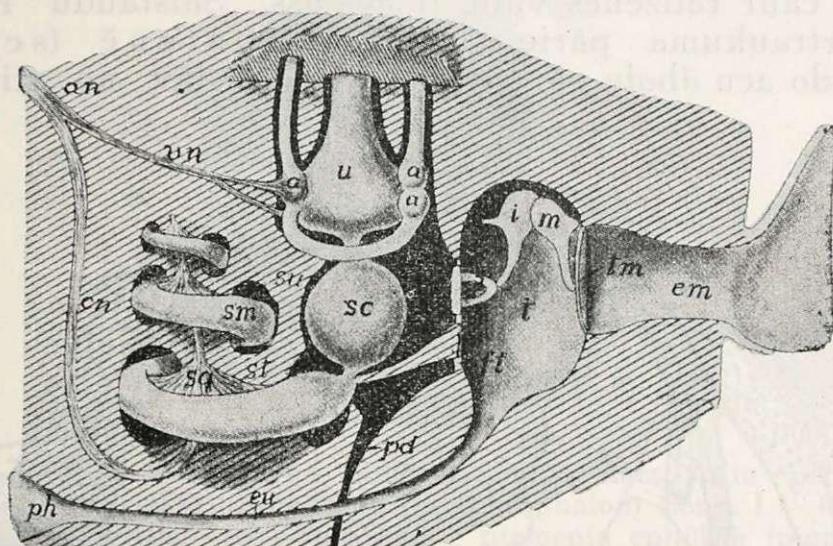
gliemeža ejas platums ir no 0,041 mm. apakšējā līdz 0,495 mm. augšējā gliemeža daļā. Dzirdes šūnu kairinājums, pēc Helmholca rezonances teorijas, kuŗu gan mēdz arī apstrīdēt, notiek šādi: zināms mēchanisms, kuŗu tūlin apskatīsim, gaisa viļņu kustības pārnes uz scala's tympani perilympfu, un tā savukārt ieviļņo tās Kortija membrānas šķiedras, kuŗu gaŗums atbilst attiecīgo svārstību viļņu gaŗumam. Minēto šķiedru kustību dēļ, dzirdes šūnas, kas atrodas virs tām, tiek piespiestas pie segmembrānas, kas, kā zināms, piegulst kaula sienai un tādēļ neviļņo līdz. Tādā kārtā dzirdes šūnas saņem kairinājumu. Tādēļ zināma viļņa gaŗuma tonim vienmēr atbilst noteiktu dzirdes šūnu kairinājums.

Gaisa viļņu pārnešanai uz perilympfu kalpo vesela rinda aparātu. Vispirms tiem dzīvniekiem, kuŗu labirintam ir dzirdes organs, labirints ir savienots ar ārpasauli tādā kārtā,

tā, ka tas ir novietots cieši pie 1. rīkles spraugas sienas (kas haizivīm pastāv arī vēlāk kā šķaktuvīte). Uz āru šo spraugu, kas ir paplašinājusies par vidējo ausi, noslēdz stingri uzvilkta membrāna, bungplēvīte. Vidējā auss savienota ar mutes dobumu ar Eustachija trubu. Gaisa viļņi iekustina bungplēvīti un šīs kustības viens vai vesela rinda skeleta gabalu pārraida tālāk uz caurumu, logu kaula labirinta sieņā un no tā uz šķidrumu, kas pilda perilimfatisko telpu. Tā gaisa viļņi nonāk līdz scala'i tympani, kas jau arī nav nekas cits, kā perilimfatica telpa. Abiniekim, rāpuļiem un putniem viļņu pārnešanu izdara kauliņš, columella, kas, pirmai rīkles spraugai paplašinoties, no tās sienas pārvietojas iekšienē. Tas ir proksimālais hioīdloka gals, tā tad gaisā elpotājiem dzīvniekiem nefunkcionējošā žaunu skeleta gabals. Ar savu distālo galu tas pieslejas bungplēvītei, bet ar proksimālo — kaula labirinta sienas t. s. apalājam lodziņam. Zīdītājiem šo savienojumu veic trīs savā starpā kustīgi savienoti kauliņi, kuŗus, skaitot no ārpuses uz iekšu, sauc par āmuru, laktiņu un kāpslīti. Kāpslītis, kuŗa plātnē iekļaujas kaula labirinta sienas ūvālajā lodziņā, atbilst columella'i un ir cēlies tāpat kā tā. Turpretim āmurs un laktiņa cēlušies pārveidojoties tiem skeleta gabaliem, kas rāpuļiem un putniem veido apakšžokļa locītavu un embrijam atrodas 1. rīkles spraugas priekšējā sienā. Laktiņa atbilst kvadrātam, bet āmurs apakšžokļa articulare. Zīdītāju apakšžoklis ir ieguvis jaunu, vairāk uz priekšu novietotu locītavas savienojumu ar galvas kausu. Āmurs, kas ar savu kātu pieslejas bungplēvītei, viļņo līdz ar to, un kustīgā kaulu kēde šos viļņus ar pamazinātu amplitūdu, bet pastiprinātu spēku pārraida uz ūvālā lodziņa membrānu un uz perilimfu, speciāli uz scala's tympani perilimfu. Bet tā kā perilimfa, kā jau šķidrums, nav saspiežama, tad tai, lai tā atlāautu svārstīties kāpslīša plātnei un viļnotos arī pati līdzi, vajadzīga iespēja atkāpties. Kaula labirintam ir vēl otrs ar elastīgu membrānu aizslēgts lodziņš, bet šķidruma svārstības pie pēdējā var nonākt tikai tad, kad tās ir izgājušas cauri bungu kāpes un gliemeža galotnē ar tām savienoto scal'u vestibuli. Izliecoties pret vidējo ausi, apaļais lodziņš padodas perilimfas svārstībām.

Abiniekim un bruņu rupučiem bungplēvīte atrodas galvas virspusē; pārējiem rāpuļiem tā aizsargāšanās nolūkā ir iegrīmusi dzīlāk t. s. ārējā dzirdes kanāla dibenā. Šis dzirdes kanālis putniem un vēl vairāk zīdītājiem ir padziļināts. Zīdītājiem ārējā dzirdes kanāla malu ietver ādas kroka, ārējā auss skrīmstala; no pārējiem

mugurkaulniekiem tamlīdzīgs veidojums ir tikai pūcei. Tur tas ir kā uzceļama un sakļaujama ādas kroka, kuļu vēl pa lielina spalvas tās malās. Žīdītājiem skrimšla skelets neļauj dzirdes kanālim sakļauties. Tas nepārtraukti pāriet auss skrimstalas plātnē. Auss skrimstala izveido skaņu piltuvi, kuļu kustina muskuļi un pagriež tai virzienā, no kurienes



Zīm. 141. Žīdītāju auss schēma. a — puslokveidīgo kanālu ampullas; an — dzirdes nervs; em — ārējā dzirdes eja; eu — Eustachija trūba; ft — apaļais lodziņš (fenestra rotunda); i — laktiņa (incus); m — āmuriņš (malleus); pd — ductus perilymphaticus; ph — rīkles daļa; s — kāpslītis (stapes); sc — sacculus; sm, st, su — scala media, sc. tympani, sc. vestibuli; t — bungu telpa; tm — bungleivite; u — utriculus (pēc Kingsley'a).

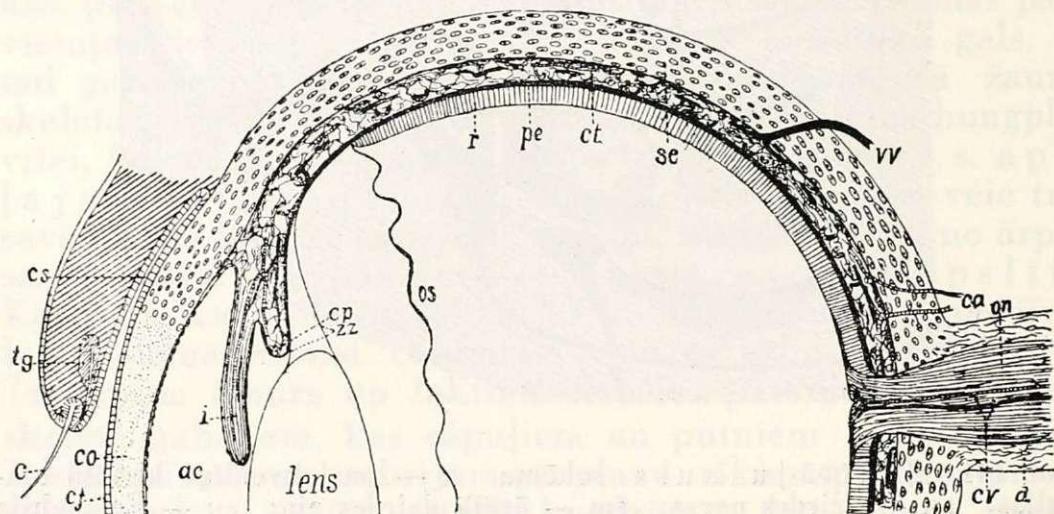
nāk skaņas. Muskuļu sensorie nervi orientē dzīvnieku par šo kustību iznākumu un līdz ar to par skaņu avota virzienu. Auss skrimstala nav vienkārši gluda, bet ir sakro-kota un apbalvota izciļņiem. Krokas pa daļai piedod auss skrimstalai stiprumu, bet citas līdz ar izciļņiem palīdz noslēgt gliemežnīcu un līdz ar to arī dzirdes kanāli. Šāda auss atveras atvēršana ir novērota daudziem zīdītājiem.

Mugurkaulnieku acis.

Mugurkaulnieku acis ieņem redzes organu rindā sevišķu vietu. Pirmkārt jau savas īpatnējās attīstības dēļ, jo mugurkaulnieku acs sastāvdaļas izceļas no pavisam dažādiem pamatiem, ar ko arī izskaidrojama tīklenes uzbūve; otrkārt,

mainīgo akomodācijas veidu dēļ, kam katrā klasē ir savas īpatnības.

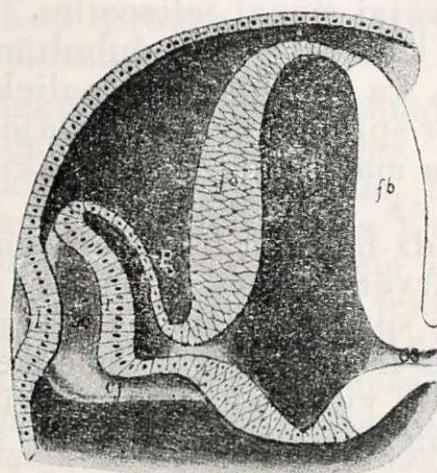
Acu ābols visumā ir lodveidīgs, un tam var izšķirt sienas un iekšējo saturu: stikla ķermenī (corpus vitreum) un lēcu. Acu ābola distālā siena ir caurspīdīga un to sauc par **radzeni** (cornea). To pārklāj plāns slāņains epitelis, kas ir pārveidotas ķermēna epidermas daļa. Diametrs, kas iet caur radzenes vidu, ir **acs ass.** Saistaudu radzene bez pārtraukuma pāriet cietajā **cīpslēnē** (sclera), kas veido acu ābola pārējo sienu. Tā sastāv no stingriem



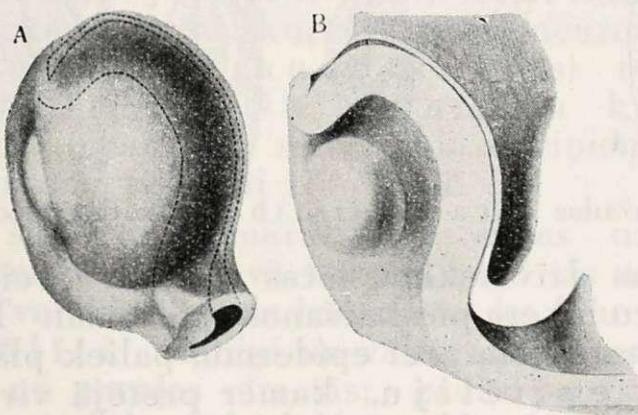
Zīm. 142. Zīdītāja **acs**, schēmatisks griezums. **ac** — **acs priekšējā kamera**; **c** — **skropsta**; **cf** — **conjunktiva**; **co** — **radzene**; **cp** — **corpus ciliaris**; **ct** — **dzīslene**; **i** — **vaļavīksne**; **on** — **redzes nervs**; **pe** — **pigmentosa**; **r** — **tīklene**; **sc** — **sīsplene**; **tg** — **Meiboma dziedzeris**; **zz** — **zonula ciliaris** (Zinii) (pēc Kingsley'a).

saistaudiem un nereti to vēl pastiprina skrimšla un kaula ieslēgumi. Uz stikla ķermēna pusī (vitrāli) cīpslēnei pieslejas **dzīslene** (chorioidea), kas ir bagāta asinsvadiem un savā saistaudu pamatā satur daudz pigmenta. Pati iekšējā acu kārtā ir **tīklene** (retina) ar ģenētiski tai piederošo pigmenta epitēliju (tapetum nigrum jeb pigmentosa), kas atrodas uz dzīslenes. Tur kur sklera pāriet radzenē, no **acs** sienas iekšienē iedodas pāris savā starpā saistītu riņķveidīgu kroku, **ciliārķermeņis** (corpus ciliare) un **vaļavīksne**, **iris**. Abas min. krokas iekšpusē izklātas ar epitēliju un atrodas uz saistaudu balsta izcilņa, kas novietots dzīslenes turpinājumā. Vaļavīksnes epitēlijs un lielāko tiesu arī balsta izcilnis ir pigmentēti. Vaļavīksnes mala norobežo redzokli, **pupillu**, caur kuļa vidu iet **acs ass.** Vitrāli no

radzenes un vaļavīksnes atrodas lēca, pie kam tās ass sakrīt ar acs asi. Lēca ir piestiprināta pie ciliārkermenja ar smalkiem sacernētiem pavedieniem, kas sākas no lēcas ekvātora abām pusēm un kopā izveido staru saiti (*zonula ciliaris*). Telpa starp lēcu un



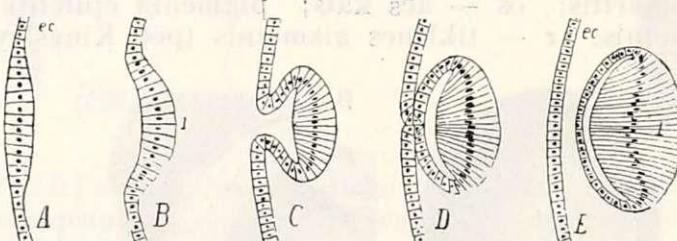
Zīm. 143. Acs attīstības schēma. cf — acs kāta pirmatnējā sprauga; fb — priekšējo smadzeņu (prosencephalon) siena; l — lēcas aizmetnis; acs biķerītis; os — acs kāts; pigmenta epitēlija (pigmentosa) aizmetnis; r — tīklenes aizmetnis (pēc Kingsley'a).



Zīm. 144. Kirzakas embrionālā acs; radzene nav iezīmēta. A — skats no sāniem, zem lēcas embrionālā acs sprauga; ar punktētām līnijām apzīmētas primārā acu dobuma un acu biķera dobuma robežas. B — pārgriezta acs ar tuvējo smadzeņu sienu; lēca nav pārgriezta. Ventrāli griezums iet caur embrionālo acs spraugu (pēc A. Froriep'a).

radzeni sadalās divos nodalījumos: priekšējā acu kamerā, kas atrodas priekš vaļavīksnes, un gredzenveidīgā pakalējā acu kamerā, kas gul starp vaļavīksni un zonulu. Telpu starp lēcu un tīkleni piepilda stikla ķermenis, *corpus vitreum* caurspīdīga, ūdeņaina, galertveidīga masa.

Acs galveno sastāvdaļu uzbūve būs labāk saprotama, ja apskatīsim to attīstības vēsturi. Pirmaisacs aizmetnis ir pirmā primitīvā smadzeņu pūslīša pāru izspīlējumi, kas aug uz sāniem pret epidermu. Tie ir t. s. p r ī m ā r i e a c u p ū s l ī š i. Tie noriešas no smadzenēm tā, ka paliek ar tām saistīti ar kāta palīdzību. Augšanas norisēs no p r ī m ā r i e m acu pūslīšiem to ārējai sienai ieliecoties, rodas s e k u n d ā r a i s a c u b i k ē r ī t i s ar dubultām sienām. Šī ieliekšanās notiek tā, ka acu biķerītis paliek atvērts ne tikai pret kātu bet tam ir spraugā arī ventrālajā pusei. Šī sprauga stiepjās no biķerīša malas līdz kāta sākumam; tā ir t. s. e m b r i o n ā l ā a c s s p r a u g a. Acu biķerīša iekšējā sienas kārta ir daudz biezāka par ārējo un kļūst par tīkleni; ārējā siena pārvēršas par pigmenta epitēliju. Vēlāk, malām saaugot, acs sprauga aizveras. Acs kāts dod acu nerva sākumu. Tas ir savienots ar smadzenēm pie starpsmadzeņu bazes. Tai vietā, kur acu biķerītis pieskaļas epidermai, pēdējā sabiezinās un ieliecas. Šis ieliekums vēlāk kā slēgts maisiņš, lēcas maisiņš, noraisās no savas pirmatnējās vietas.



Zīm. 145. Dažādas lēcas attīstības stadijas (pēc Kingsley'a).

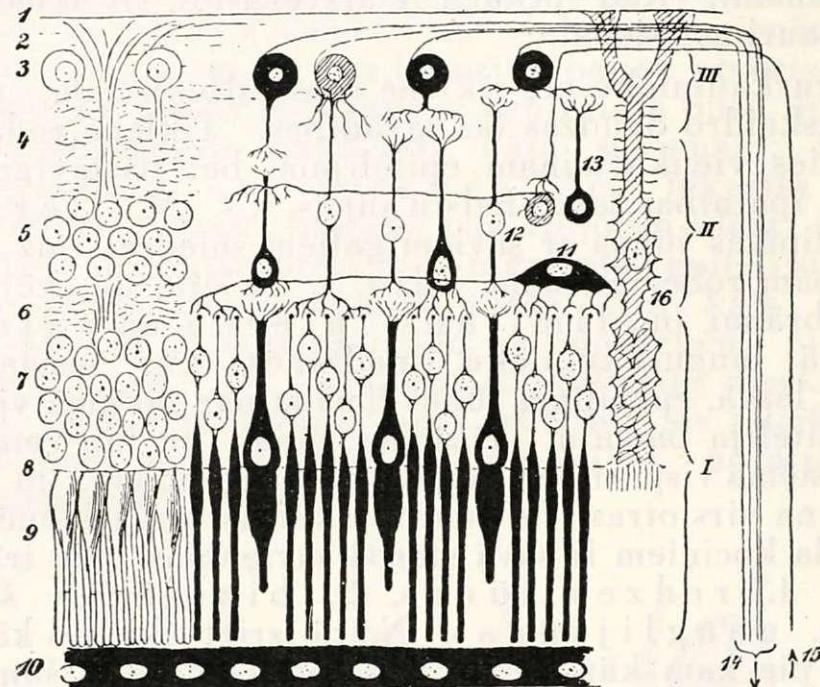
Daudziem dzīvniekiem lēcas maisiņa izveidošanos izskaidro ar acu biķera pieskāršanos epidermai. Tā lēcas maisiņa siena, kas vērsta pret epidermu, paliek plāna un kļūst par lēcas epitēliju, kamēr pretējā virzienā vērstā siena sabiezinās, piepilda pūslīša iekšieni un, pārveidojot savas šūnas par lēcas šķiedrām, rada lēcas ķermenī. Acu biķerīša mala ieauģ starp lēcu un epidermu un rada ciliārķermeņa un vaļavīksnes epitēliālo daļu. Līdz ar to tā norobežo arī pupillu. Epiderma, kas pārkļāj aci, līdz ar saistaudiem, kas atrodas zem tās, kļūst par radzeni. S + i k l a ķ e r m e n i s rodas no šūnām, kuļas atdala vēl nedifirenētā tīklene, lēcas pakalējā siena un, galvenā kārtā, ciliārķermeņa epitēliālā daļa. Bez tam pa embrionālo acs spraugu acs iekšienē ieauģ saistaudu šūnas un asinsvadi, galvenā kārtā arteria centralis retinae, kas stiepjās cauri stikla ķermenim un uz lēcas pakalējās virsmas sazaro

kapillāros, kas pievada lēcai barību. Dzīslene un tās difereņcējumi, ciliārķermeņa un vaļavīksnes balsta izcilnis, kā arī cīpslene rodas kā apkārtējo saistaudu pārveidojumi. Caur embrionālo acs spraugu no acs iznāk arī redzes nerva šķiedras, kas pa lielākai daļai sākas no tīklenes vitrālā pusē novietotām šūnām (tikai nedaudzas izaug no vidējo smadzeņu šūnām). Kad sprauga ir aizvērusies, šīs šķiedras izurbjas cauri acs sienai.

Mugurkaulnieku acs tīklene ir smadzeņu daļa, un tas mums izskaidro daudzas tās savādības. Tīklene rodas pārveidojoties vienkārtainam epitēlijam, bet pastāvīgi patur epitēlija īpatnības savās balstu šūnās, t. s. Müller'a šūnās. Minētās šūnas ar saviem galiem sniedzas līdz šā epitēlija abām robežvirsmām, līdz t. s. iekšējai un ārējai robežmembrānai (m. limitans interna un externa), tāpat kā mugurkaulnieku smadzenēs, kur vismaz embrionālā laikā, ependīma šūnas liecina par sākumā vienkārtaino epitēlija pamatu. Tīklenes šūnas (kā jau centrālajā nervu sistēmā vispāri) ir kļuvušas par neuroniem, un sakārtotas viena virs otras trīs neuronu kārtās, kas tīklenē ar saviem gala kociņiem ir savā starpā savienotas. Šie trīs neuroni ir 1. redzes šūnas, 2. bipolārās šūnas un 3. t. s. ganglijšūnas. No tā izriet tīklenes kārtainā uzbūve, pie kam kārtas, kuŗās atrodas neuronu šūnu ķermenī ar kodoliem (graudu kārtas) mainās ar t. s. molekulārām jeb šķiedrainām kārtām, t. i. nervu režģu kārtām, kas rodas gala kociņiem sarežģoties. Kārtu nosaukumi redzami zīmējumā.

Redzes šūnas ir primārās maņu šūnas un piegulārējai robežmembrānai. Savā brīvajā galā tās nes recipējošu organu, kas var būt dažāda izskata un ko sauc par stabīņu vai vālīti. Stabiņi un vālītes izurbjas cauri robežmembrānai un paceļas virs tās; gadās pat, ka viss redzes šūnas ķermenis līdz ar kodolu iziet virspus membrānas. Vispārēji derīgu iezīmi stabiņu un vālīšu izšķiršanai nav iespējams noteikt, bet lielāko tiesu stabiņi ir cilindriski, kamēr vālītes ir pudeļveidīgas un īsākas, pie kam to platais gals ir vērststs pret šūnu. Vienā un tai pašā retinā abus gala organus var viegli atšķirt. Gandrīz vienmēr stabiņu šūnas atšķītas no vālīšu šūnām ar to, ka stabiņu šūnas nervu izaugums pāriet vienā vienīgā gala podziņā, bet vālīšu šūnas nerva izaugums — gala kociņā. Redzes šūnu izaugumi ārējā nervu režģu kārtā savienojas ar bipolāro šūnu gala kociņiem, un proti, vienam šādam gala kociņam pieder daudzu stabiņšūnu gala po-

dziņas vai vienas vālišu šūnas gala kociņš. Liekas, ka katras stabīšūnas gala podziņa var saistīties ar vairākām bipolārām šūnām. Bez tam bipolāro šūnu kārtā atrodas vēl t. s. horizontālās šūnas, kuŗu izaugumi stiepjas parallēli tīklenes virsmai un tā savā starpā savieno dažādas tīklenes vietas. Bipolāro šūnu centrālais izaugums ar savu



Zīm. 146. Mugurkaulnieku tīklenes šķērsgrizezums; pa kreisi vispārēja aina, pa labi parādīti atsevišķo, elektīvi krāsoto, elementu savienojumi. I — pirmais neurons, redzes šūnas (stabiņu un vālišu šūnas); II — otrs neurons, bipolārās šūnas; III — trešais neurons, ganglijšūnas; 1 — iekšējā robežmembrāna; 2 — ganglijšūnu kārta; 3 — iekšējā režgu kārta; 4 — iekšējā graudu kārta; 5 — ārējā režgu kārta; 6 — ārējā graudu kārta; 7 — ārējā robežmembrāna; 8 — divējādas redzes šūnas; 10 — pigmenta epitēlijs (pēc Hesse's un Doflein'a).

gala kociņu savienojas ar ganglijšūnu gala kociņiem iekšējā nervu režga kārtā. Uz otru pusē no ganglijšūnas ķermēņa atiet nervu šķiedra, kas stiepjas zem iekšējās robežmembrānas uz to vietu, līdz kuŗai sniedzās embrionālā acs sprauga un no kurienes, gar smadzenēm stiepjas acu pūslīša kāts. Vēlāk kad sprauga aizveļas, redzes nervs iet cauri tīklenei. Šai vietā tā tad nav redzes epitēlija un līdz ar to arī gaismas kairināmības, tas ir t. s. *aklais plankums*.

Tas, ka redzes šūnām ir divējādi recipējoši gala aparāti, kas kā stabīni un vālītes ir ārēji dažādi, un ka dažādības piemīt arī attiecīgo šūnu savienojumos ar bipolārām šūnām, liek domāt, ka abējām redzes šūnām ir arī dažādas funkci-

jas. Stabiņi vien ir sastopami apaļmutēm, haizivīm un dziljūru zivīm. Arī dažiem zīdītājiem nemaz nav vālīšu, tā, piem., sikspārnim, ezim, kurmim un ūdens zīdītājiem (valiem, jūras govīm un roņiem). Maz vālīšu ir dažiem nakts grauzējiem un plēsējiem. Tā tad vālīšu nav galv. kārtā nakts un ūdens dzīvniekiem. Turpretim rāpuļiem lielāko tiesu ir tikai vālītes (krokodiliem ir arī daudz stabīņu) un arī putniem to skaits ir pārsvārā (izņemot pūces). Zīdītājiem ir vairāk stabīņu nekā vālīšu. Šāds stabīņu un vālīšu sadalījums dzīvnieku rindā ir devis pamatu hipotezei, ka stabīņi spēj atšķirt tikai dažādas gaismas intensitātes, bet tādēļ tiem piemīt lielāka kairināmība nekā vālītēm, kamēr vālītes kalpo dažādu gaismas krāsu izšķiršanai un to iekairināšanai vajadzīgs lielāks gaismas daudzums.

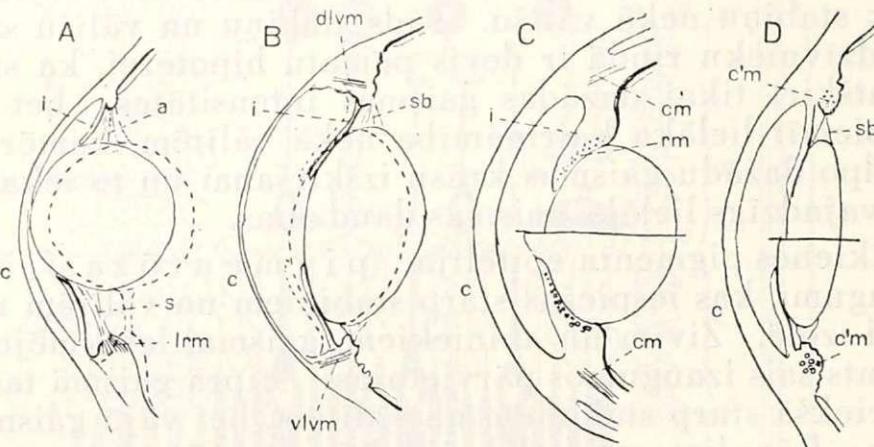
Tiklenes pigmenta epitelija (pigmentōzas) šūnām ir izaugumi, kas iespiežas starp stabīņiem un vālītēm un tās optiski izolē. Zivīm un abiniekiem, gaismai ietekmējot aci, pigments šais izaugumos pārvietojas: stiprā gaismā tas pārnāk priekšā starp stabīņiem un vālītēm, bet vājā gaismā atkāpjas. Rāpuļiem un līclākai daļai putnu šī pigmenta pārvietošanās ir neievērojama, bet zīdītājiem tās nav nemaz. Dažiem mugurkaulniekiem, kuļiem pret tīkleni vērstā dzīslenes virsma ir pārvērsta gaismu reflektējošā „tapetum“ kārtā, pigmenta epitelijā virs šīm vietām nav pigmenta.

Tāds tapetum ir daudzām zivīm: ļoti labi attīstīts tas dziljūru zivīm un daudziem zīdītājiem, piem., ūdenszīdītājiem, dažiem plēsējiem (kaķis), nagu dzīvniekiem (aita) u. c. Dzīslene un cīpslene atbilst mīkstai un cietai smadzeņu plēvei, ar kuļām tās saista attiecīgas redzes nerva segas.

R a d z e n e (cornea) sastāv no saistaudu pamata ar epiteliālu pārvalku. Pēdējais ir modificēta, nepārragota epidermas daļa. Gaisa dzīvnieku radzenei ir liela loma gaismas laušanā un tādēļ tā ir stipri un ļoti pareizi izliekta. Ūdensdzīvniekiem turpretim tās nozīme gaismas laušanā ir niecīga, jo tās laušanas indeks ir gadīz vienāds ar ūdens laušanas indeku. Arī šeit tā ir izliekta, lai labāki izturētu ūdens spiedienu.

Mugurkaulnieku acs lēca sastāv no lēcas ķermeņa un vienkārtaina lēcas epitelija, kas pārkāpj pret rāzeni vērsto lēcas pusī. Lēcas maisiņa pakalējā (vitrālā) siena dod pamatu lēcas ķermenim. Epitelialām šūnām vairojoties, lēcas ķermenis aug ekvātora apvidū. Tā šūnas pārveidojas par lēcas šķiedrām, pie kam tās izstiep-

jas gařumā, saplacinās un zināmā mērā it kā pārragojas, jo to kodols pamazām izzūd. Sakarā ar to, ka šūnām vairojoties lēcas ekvātorā rodas meridionāli sakārtotu šūnu rindas, kas izaug par lēcas šķiedrām, lēcas šķiedras ir sakārtotas radiāli novietotu plāksnīšu veidā. No ārpuses lēcu ieslēdz cieta membrāna, lēcas kapsula. Dažādiem mugurkaulniekiem lēcu forma, cietums un lēcas epitēlijā uzbūve



Zīm. 147. Dažādu mugurkaulnieku acu akomodācija. A — kaulu zivs; B — krupis; C — purvu bruņu rupucis; D — cilvēks. a un sb — lēcas saite; c — radzene; cm — ciliārie muskuļi; dlvm — musculus protractor lentis dorsalis; i — vaļavīksne; lrm — proc. falciformis; rm — vaļavīksnes cirkulārie muskuļi; s — muskuļu cipsla; vlvm — protract. l. ventr. Zīmējumos A un B akomodācijas stāvoklis iezīmēts pārtrauktām līnijām, zīm. C un D augšējā pusē iezīmēts miera stāvoklis, apakšējā — akomodācijas stāvoklis (pēc Hesse's un Doflein'a).

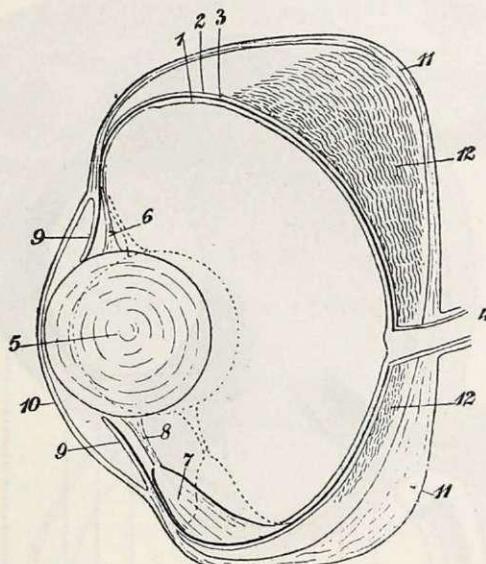
ir bieži dažāda un šīm savādībām ir oikoloģiska nozīme. Lielākai daļai ūdens dzīvnieku (zivīm un ūdenszīdītājiem), kur izliektās radzenes laušanas spējai nav gandrīz nekādas nozīmes, lēca ir gandrīz lodveidīga un ļoti cieta, kādēļ tās substances laušanas spēja pastiprinās. Arī abiniekiem, kam ir plakana radzene, lēca ir gandrīz lodveidīga; ūdenī dzīvojošiem kāpuriem tā ir stiprāk izliekta nekā gaisā dzīvojošai vardei. Zīdītāju un sevišķi zauropsīdu lēcas ir no mīstākas masas.

Ar lēcu dažādo uzbūvi uz visciešāko saistīts ir mugurkaulnieku akomodācijas veids. Iespējami divi akomodācijas veidi: pārmainot atstatumu starp lēcu un tīkleni un pārmainot lēcas izliekumu.

T. s. *zonula's ciliaris* šķiedras lēcu piestiprina acs ābola sienai, bet *musculus ciliaris* šķiedrām kontrahējoties, lēca var savu formu pārmainīt.

Šāds akomodācijas veids liekas gan būt sastopams tikai zīdītājiem; pārējiem mugurkaulniekiem ir citas ierī-

ces. Piem., z i v ī m nav m. ciliaris. Tādēļ šeit akomodācija nenotiek vis ar lēcas formas pārmainīšanos, bet ar tās pārvietošanos. Šeit loma ir proc. falciformis un campanula Halleri (m. retractor lentis). Proc. falciformis ir asinsvadiem bagāta saistaudu līste, kas loti agrā stadijā no dzīslenes caur acs spraugu iespiežas acī. Campanula Halleri ir šīs līstes izaugums, kurā sastopamas



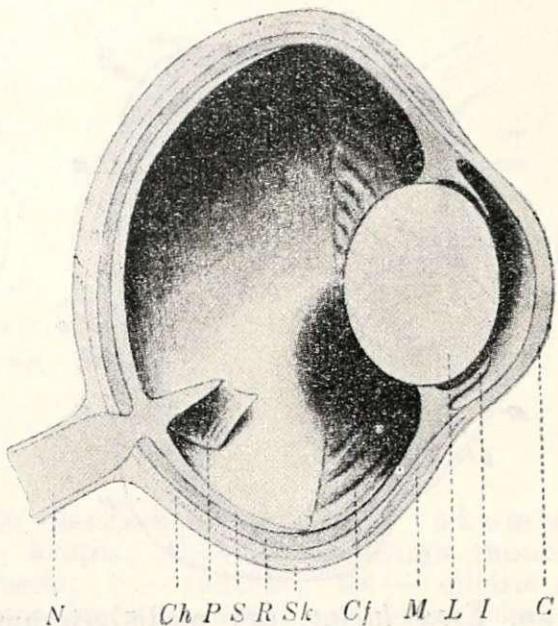
Zīm. 148. Līda kās, *Esox lucius*, acs mediālgriezums. 1 — tūklene; 2 — pigmenta epitielijs; 3 — dzīslene; 4 — redzes nervs; 5 — lēca; 6 — lēcas saite; 7 — lēcu atvilcēja līste, Proc. falciformis; 8 — campanula Halleri; 9 — vaļavīksne; 10 — radzene; 11 — cīpslene; 12 — dzīslenes dziedzeris. Ar punktētām līnijām atzīmēts lēcas stāvoklis lēcu atvilcējam muskulim savelkoties (akomodācija redzei tālumā) (pēc R. Hesse's).

gludās muskuļu šķiedras un kas piestiprinās lēcas kapsulai. Šim muskulim savelkoties, lēca tiek atvilkta atpakaļ, pie kam tā tuvojas tūklenei; šādā kārtā acs piemērojas lieliem attālumiem.

Abiniekiem ir aprakstīts muskulis (m. protractor lentis), kas velk lēcu uz priekšu. Šim muskulim savelkoties acs tā tad piemērojas redzei tuvumā. Čūskas sasniedz to pašu ar šķērssvītroto un gredzenveidīgo vaļavīksnes muskuli. Pārējiem zauropsīdiem, tāpat kā zīdītājiem, akomodācija notiek ar lēcas formas maiņu. Bet šī maiņa notiek citādi nekā zīdītājiem: proc. ciliares, to muskuļu šķiedrām savelkoties, spiež uz lēcu un caur to tā iegūst lielāku konveksitāti. Tā tad muskuļu šķiedrām savelkoties lēca piemērojas tuvākiem atstatumiem.

Morfoloģiski, bet ne fizioloģiski, ar zivju proc. falciformis jāsalīdzina pecten („ķemme”) putnu acī. To

var konstatēt arī daudziem rāpuliem, kaut arī tur šis veidojums vājāk attīsīts. Putnu „ķemme“ ir asinīm bagāts, sakrokots un parasti pigmentēts dzīslenes izaugums acī. Embrionāli tas caur dzīslenes spraugu iespiežas stikla ķermenī. Vēlāk ap to apaug arī acīs biķerīša ektoderms. Ja arī pecten reizēm aizsniedz lēcas kapsulu, tad tomēr tas nav nekad pie kapsulas piestiprināts; akomodācijā tas tā tad ne-

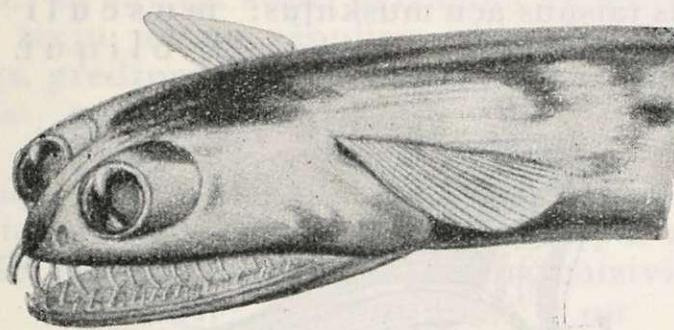


Zīm. 149. Putna acs mediālgriezums. C — radzene; Cf — ciliārās krokas; I — vaļavīksne; L — lēca; M — cīpslenes kaula plātnītes; N — redzes nervs; P — pecten („ķemme“); R — dzīslene; S — tīklene (pēc Boas'a).

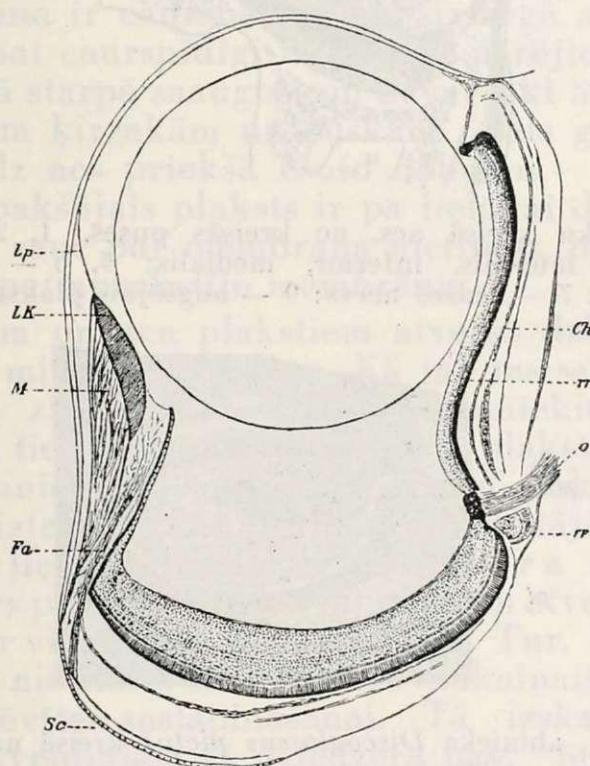
ņem nekādu dalību. Tam laikam ir zināma nozīme stikla ķermeņa barošanā. Pēc citas uztveres tam esot tomēr maņu šūnas un tas esot maņu organs, kas uztverot intraokulāro spiedienu. Tā kā acīj akomodējoties šis spiediens mainās, tad ar to būtu iespējams noteikt atstatumu starp acī un attiecīgo priekšmetu.

Ļoti īpatnēju veidu ir pieņēmušas dažu dziljūru zivju acis: acu ābols ir cilindrisks, tīklene dod cilindra pamata virsmu un lodveidīgai lēcai ir tas pats caurmērs kā cilindram. Tādēļ arī ar puslodveidīgo radzeni pārklātā lēca gan drīz pilnīgi aizpilda cilindru. Šādas acis dēvē par tēleskopu acīm. Šo acu formu izskaidro tā: vājā gaismā ir izdevīgi, ja lēca ir pēc iespējas lielāka, lai uz tīklenes varētu sakopoties pēc iespējas vairāk no gaismas punkta iznākošo staru. Bet lielai lēcai pie tās pašas formas un substances ir arī attiecīgi lielāks degpunkta atstatums, kādēļ arī

acs apmēriem, ja tie palielinātos uz visām pusēm vienmērīgi, būtu jābūt ļoti lieliem un tādām acīm galvā nebūtu vietas. Tādēļ palielinās tikai garuma dimensija, bet platuma dimensija nepalielinās.



Zīm. 150. Kaulu zivs *Gigantura* ar tēleskopu acīm (pēc Brauer'a).

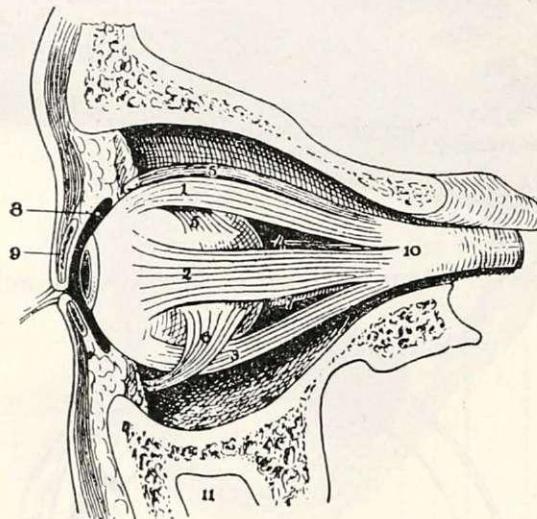


Zīm. 151. Dziljūras kaulu zivs *Dissomma analis* tēleskopu acīs, sagitālgriezums. Ch — dzīslene; Fa — argentea jeb reflektētājs slānis; o — redzes nervs; rr — papildtiklene; Sc — cipslene (pēc Brauer'a).

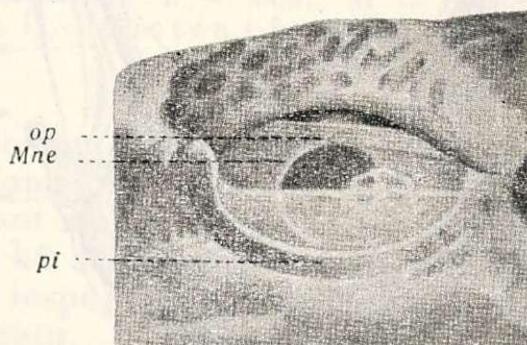
Acīs ir novietotas uz galvas parasti tā, ka viņu asis ir vērstas uz sāniem un atrodas horizontālā plāksmā. Dažām jūras dibena zivīm asis stāv stāteniski. Zīdītājiem daudzkārt sastopama atkāpšanās no šā acu ass sāniskā virziena un tiem

redzam visas pārejas līdz pat parallēli uz priekšu vērstam virzienam, kāds ir cilvēkam.

Acis atrodas galvas kausa acu dobumos (orbitās). Ar muskuļiem tās var tur kustēties. Šie **muskuli** sākas no orbitas sienas un piestiprinās pie cīpslenes. Pavisam mēs atrodam četrus taisnus acu muskuļus: **musc. recti** un divus šķērsām ejošus: **musc. obliqui**. (Skat. arī XI. nod.).



Zīm. 152. Cilvēka kreisā acs, no kreisās pusēs. 1, 2, 3, 4 — *musc. rectus superior, lateralis, inferior, medialis*; 5, 6 — *musc. obliquus superior, inferior*; 7 — redzes nervs; 9 — augšējais plaksts (pēc Weber'a).



Zīm. 153. Bezast. abinieka *Discoglossus pictus* kreisā acs ar protrahētu mirksinātāju plēvi, membrana nictitans; op — membrana nict. pigmentētā mala; Mne — membrana nictitans; pi — apakšējais plaksts (pēc Maggiore).

Tetrapodiem (izņemot čūskas un pērtiķveidīgos) pie acu ābola piestiprināts vēl cits muskulis: **m. retractor bulbi**. Šis muskulis ietver redzes nervu *n. opticus*; tas tā tad var aci ievilkst orbitā.

Radzene guļ cieši zem ādas, kas šinī vietā ir pavisam caurspīdīga. Lielāko tiesu tā šeit sastāv tikai no epidermas,

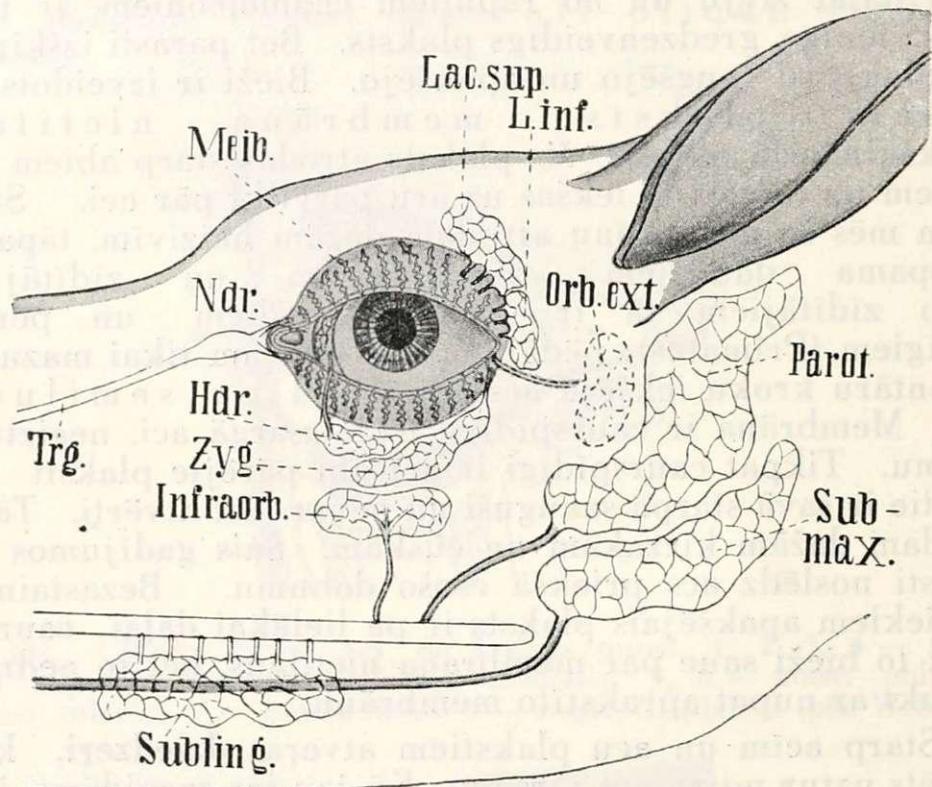
no radzenes epītēlija. Pēdējais sauszemes dzīvniekiem ir vāji pārragots. Šim epītēlijam neļauj izžūt pirmkārt dziedzeļi, otrkārt **acu plaksti (palpebrae)**. Plaksti var aci apkāt vai nu pavisam, vai arī tikai pa daļai. Ādu, kas pārklāj acu plakstu uz iekšu vērsto virsmu, sauc par **k o n j u n k t i v u**, tā nav tik stipri pārragota kā ārējā ādā. Lieлākai daļai zivju un no rāpuļiem chameleoniem, ir tikai viens vienīgs, gredzenveidīgs plaksts. Bet parasti izšķir di-
vus plakstus: augšejo un apakšejo. Bieži ir izveidots vēl
t r e š a i s p l a k s t s : **m e m b r ā n a n i c t i t a n s**
(mirkšķinātāja plēve); šis plaksts atrodas starp abiem pirmajiem un to var no iekšas uz āru pārvilkst pār aci. Starp zivīm mēs šo membrānu atrodam dažām haizivīm, tāpat tā sastopama daudziem zauropsīdiem un zīdītājiem. Starp zīdītājiem tā ir izzudusi valiem un pērtīk-
veidīgiem (Primates); pēdējiem mēs redzam tikai mazu ru-
dimentāru kroku iekšējā acs stūrī: **p l i c a s e m i l u n a -**
r i s. Membrāna ir caurspīdīga un aizsargā aci, neaiztuot gaismu. Tikpat caurspīdīgi ir arī abi pārējie plaksti tad, kad tie ir savā starpā saauguši un nevar tikt atvērti. Tādus atrodam dažām ķirzakām un čūskām. Šais gadījums acu plaksti noslēdz acs priekšā esošo dobumu. Bezastainiem abiniekiem apakšejais plaksts ir pa lielākai daļai caurspī-
dīgs; to bieži sauc par membrana nictitans, bet to nedrīkst sajaukt ar nupat aprakstīto membrānu.

Starp acīm un acu plakstiem atveļas **dziedzeļi**, kuļu sekrēts uztur mitru acs virsmu. Kā jau tas sagaidāms, šādu dziedzeļu nav zivīm. Bet astainiem abiniekiem tie tomēr parādās: šeit tie izplatīti zem apakšejā plaksta pār visu aci. Pārējiem abiniekiem jau ir dziedzeļu lokālizācija, sevišķi labi tā izteikta zauropsīdiem un zīdītājiem. Šeit sastopam vienu lielāku dziedzeri: **H a r d e r a d z i e d z e r i.** Tas atrodas aks priekšējā (iekšējā) stūrī un atveļas aiz apakšejā plaksta ar vienu vai vairākām ejām. Tur, kur ir sastopama membrana nictitans, šā dziedzeļa taukaina sekrēts kalpo sevišķi šīs plēvītes saslapināšanai. Tā izskaidrojams arī tas, ka pērtīkveidīgiem šā dziedzeļa nav, jo to membrana nictitans ir sarukusi.

Otrs dziedzeris lielākai daļai zauropsīdu un zīdītājiem atrodas kaudālajā (laterālā) aks stūrī; tas ir **a s a r u d z i e d z e r i s** (**g l a n d u l a l a c r y m a l i s**). Tas lielāko tiesu atveļas ar vairākām ejām un parasti atdala ūdeņainu sekrētu.

Šī dziedzeļa pārpaliķušo sekrētu uzņem smalkais asaru kanālis (**d u c t u s n a s o - l a c r y m a l i s**) un novada

deguna dobumā. Dažiem rāpuļiem šis kanālis atveras mutes dobumā. Tas parasti rodas diviem smalkiem kanālīšiem savienojoties; katrs no šiem kanālīšiem sākas ar mazu caurumiņu, punctum lacrymale, acs iekšējā stūrī. Putniem un zīdītājiem šā kanāla sākumā ir maisveidīgs paplašinājums, *saccus lacrymalis*.

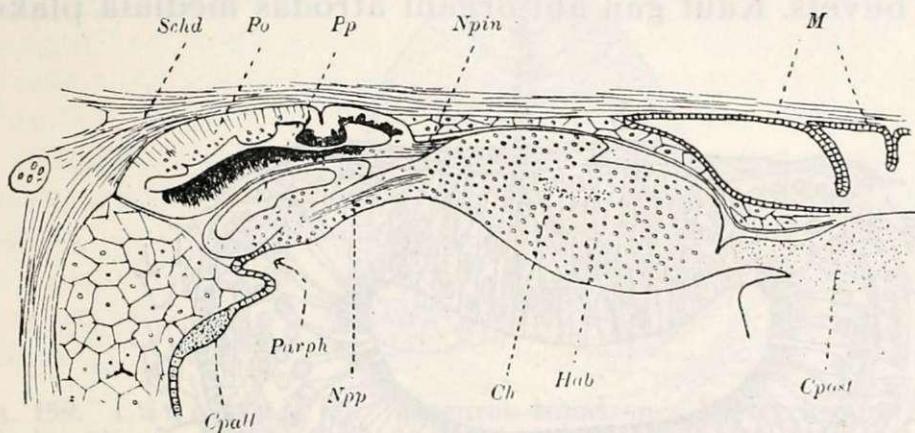


Zīm. 154. Zīdītāja acu dziedzeļu un siekalu dziedzeļu schēma. Meib. — Meiboma dziedzeri, acu plakstos; Lac. sup., inf. — apakšējais un augšējais asaru dziedzeris; Parot. — Glandula parotis; Submax. — Glandula submaxillaris; Subling. — Gl. sublingualis; Ndr. — mirkšķin. plēves dziedzeris; Hdr. — Hardera dziedzeris; Infraorb. — gl. infraorbitalis; Trg. — asaru eja (pēc Plate's).

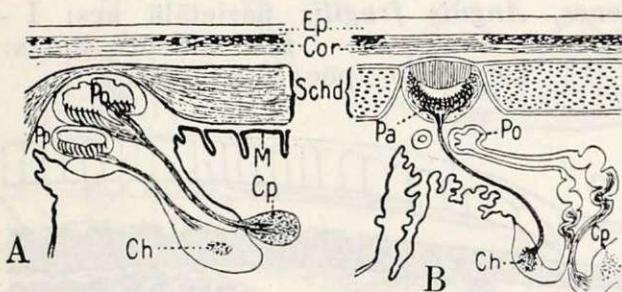
Zīdītājiem dziedzeļi atveras arī uz acu plaksta malas: tie ir *Meiboma dziedzeļi* (*glandula tarsalis*). Mēs varam tos uzskatīt kā pārveidotus tauku dziedzeļus. To pierāda jau tas, ka dažos gadījumos šie dziedzeļi ir saistīti ar matiem (pīlnābim, *Ornithorhynchus*, ezim, *Erinaceus*), pie kam pīlnābim Meiboma dziedzeļiem vēl ir tauku dziedzeļu uzbūve.

Nepāru acis. Dažiem mugurkaulniekiem (nēģiem, bezastainiem abiniekiem) epifīzas galotnē attīstās pūslītis, t. s. *pineālorgans*; tas līdzinās vienkāršai acij. Vislabāk tas ir attīstīts nēģiem. Pineālais nervs (*N. pinealis*), kas ro-

das no epifīzas kāta un iet uz labo ganglion habenulae, saista pineālorganu ar starpsmadzeņu jumtu. Šis pineālorgans atrodas cieši zem ādainā galvas kausa jumta, pie kam āda virs tā ir caurspīdīga (t. s. pa u ū a p l a n k u m s). Pūslīša distālā siena sastāv no vienkārša epitēlija, kas dažos ga-



Zīm. 155. Nēģa kāpura (*Ammocoetes*) parietālais reģions sagitālgriezumā. Ch — commissura habenulae; Cpall — com. pallii; Cpost — com. posterior; Hab — ganglion habenulae; M — vidējo smadzeņu režģis (plexus); Npp — parapineālā organa nervs; Parph — parafize; Po — pineālais organs (epifize); Pp — parapineālais organs; Schd — galvas kauss (pēc Studnicka's).

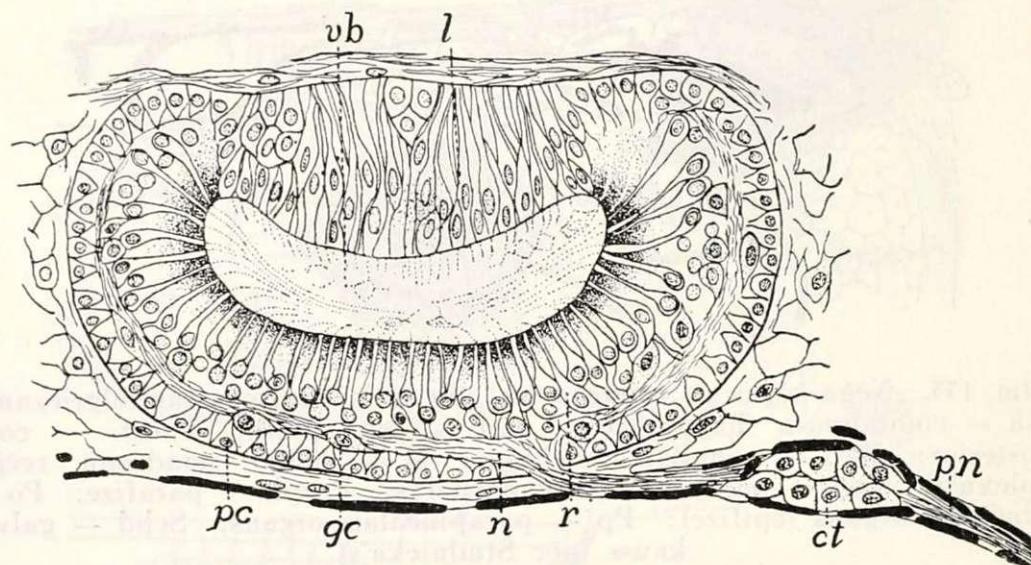


Zīm. 156. Parietālās acis, schēmatiski. A — nēģa (*Petromyzon*); B — glodenes (*Anguis*); Ch — commissura habenulae; Cor — corium; Cp — com. posterior; Ep — epidermis; M — vidējo smadzeņu jumts; Pa — parietālā acs; Po — pineālais organs; Pp — parapineālais organs; Schd — galvas kausa jumts (pēc Studnicka's).

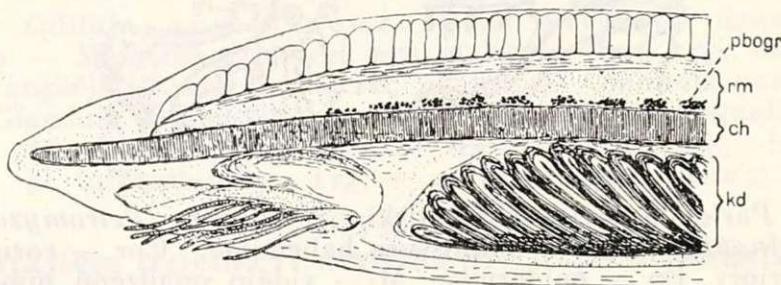
dījumos ir mazliet sabiezināts un tādēļ līdzinās lēcāi. Proksimālā sienā, retinā, atrodas maņu šūnas, balstu šūnas un ganglijšūnas. Šā pūslīša dobumu piepilda smalku šķiedru režģis, t. s. stikla ķermenis.

Arī bezastainiem abiniekiem izveidojas n. pinealis, kas šo organu saista ar epifīzas kātu. Pūslīša iekšējā telpa šeit izzūd. Pats pūslītis atrodas ārpus galvas kausa zem zemādas. Arī šeit ir pa u ū a plankums.

Nēgim cieši priekš epifīzas rodas vēl otrs tamlīdzīgs starpsmadzeņu jumta izspilējums. Arī no šī izspilējuma attīstās pūslītis, kuļu nervs savieno ar smadzeņu sienu. Šī nerva šķiedras stiepjas uz kreiso ganglion habenulae. Šo pūslīti sauc par parietālo organu jeb parapineālorganu. Tas atrodas zem pineālorgana un ir apm. tāpat būvēts. Kaut gan abi organi atrodas medialā plāksmā,



Zīm. 157. Glodenes, *Anguis fragilis* parietālā aēs; I — lēca; pn — nervs; pc — pigmenta šūnas; r — t. s. tīklenes šūnas; vb — «stikla ķermenis» (pēc Nowikoff'a).

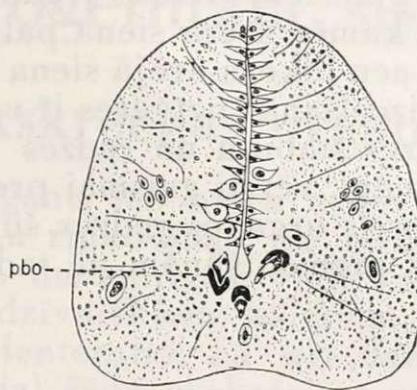


Zīm. 158. Jauna lanceetnieka ķermeņa priekšējais gals mediālgriezumā ar Hesse's actīnu (pbogr) grupām muguras smadzenēs (rm); ch — chorda; kd — žaunu zarna (pēc Hesse's un Doflein'a).

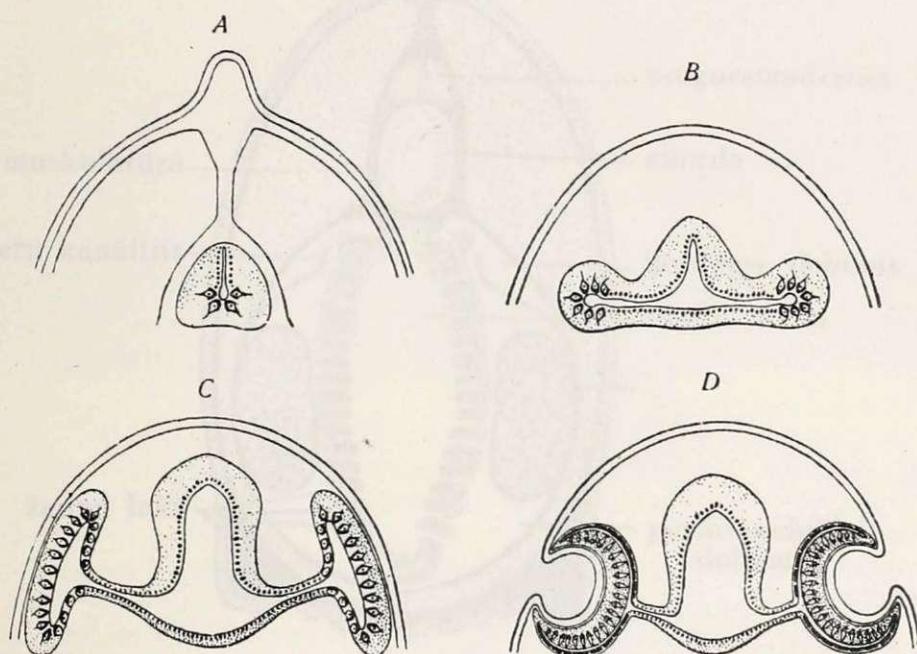
tad tomēr tas apstāklis, ka katrs no tiem saistīts ar citu ganglion habenulae, norāda uz to, ka tie radušies no simmetrisku, acīm līdzīgu manu organu pāra. No šiem manu organiem tad kreisais būtu izveidojies par parietālo organu, bet labais par epifīzu un pineālorganu.

Citiem mugurkaulniekiem parietālais organs parasti

saskatāms tikai embrionāli. Bet augstu attīstības pakāpi tas sasniedz ķirzakām un Rhynchocephala. Šeit tas kā „parietālā acs“ atrodas galvas kausa jumta parietālajā caurumā (foramen parietale). Arī šeit mēs atrodam nepigmentētu pauļa plankumu.



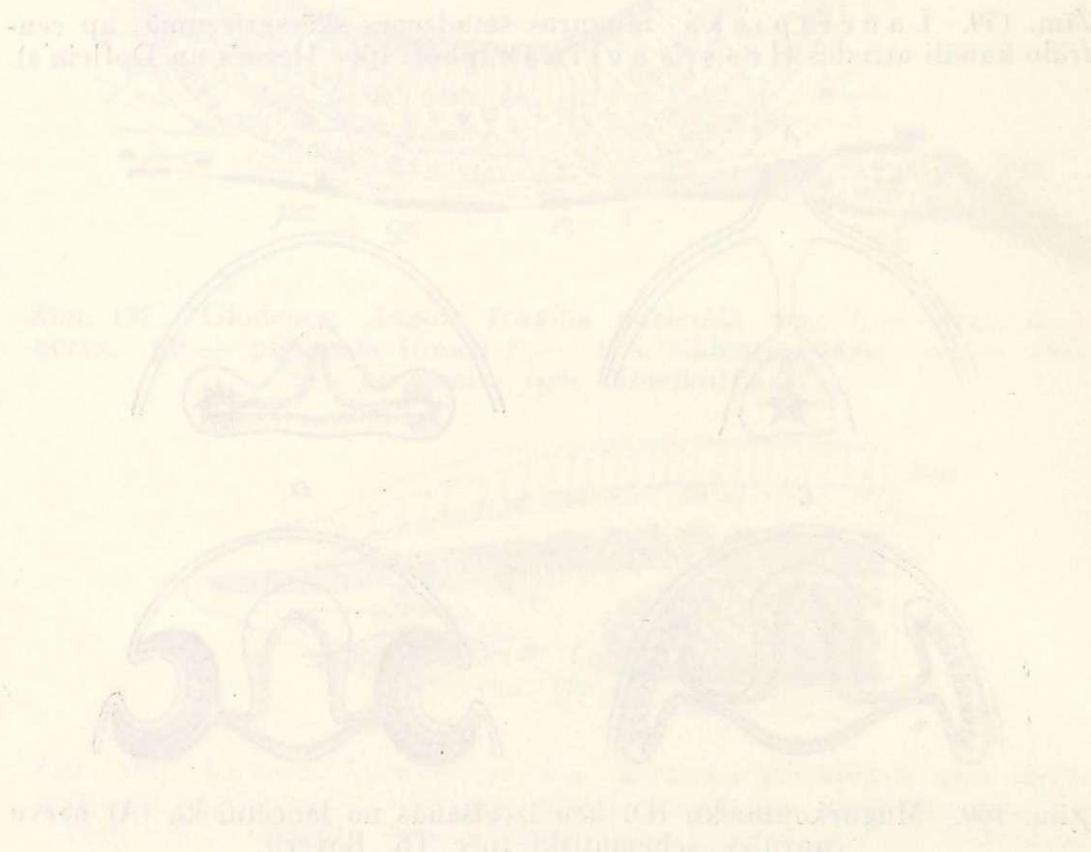
Zīm. 159. Lanzetnieka muguras smadzenes šķērsgriezumā; ap centrālo kanāli atrodas Hesse's actiņas (pbo); (pēc Hesse's un Doflein'a).



Zīm. 160. Mugurkaulnieku (D) acu izcelšanās no lancetnieka (A) nervu caurules, schēmatiski (pēc Th. Boveri).

Par mugurkaulnieku **acu filogenetisko izcelšanos** pastāv vairākas teorijas. Viena no ticamākām ir Boveri teorija. Tā atvasina mugurkaulnieku aci no primitīvām no divām šūnām sastāvošām *Amphioxus* actiņām. Kā mēs jau redzējām, amfioksa (lancetnieka) t. s. Hesse's actiņas sastāv no vienas pigmentšūnas un vienas gaismu uztvērējas

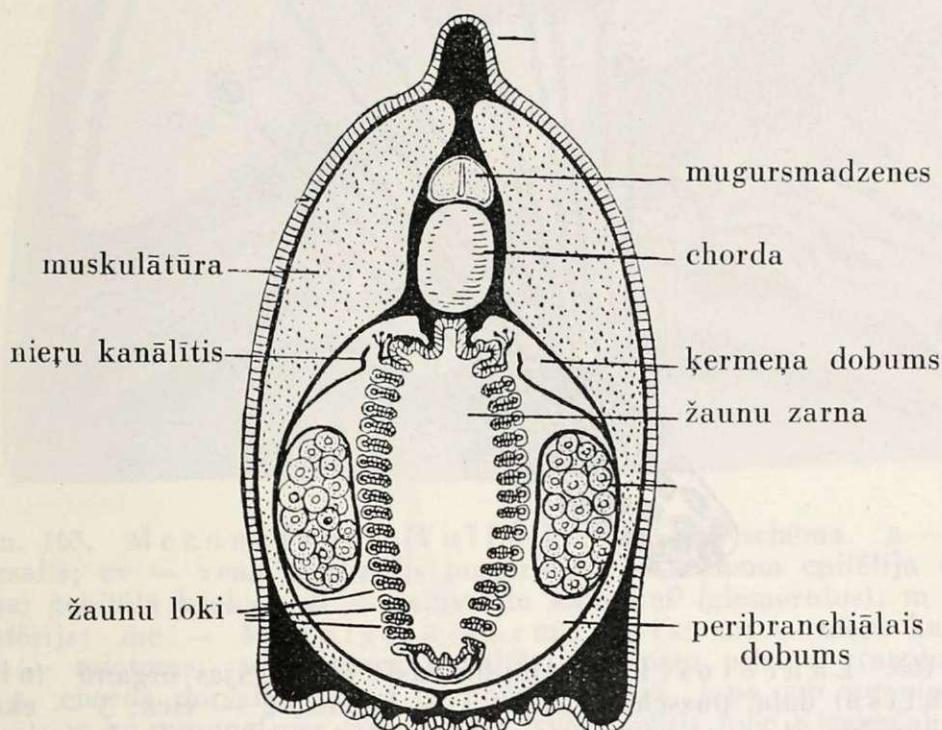
šūnas un atrodas ap nervu kanāli, pie kam pigmenta daļa ir vērsta pret kanāli. Mugurkaulnieku acu pūslīši rodas vispirms izspīlējoties nervu caurules sānu sienai. Vēlāk šie pūslīši pārvēršas par biķerīšiem, jo tanīs ieaug lēca, kas ieliecas no ektoderma. Pie tam biķeļveidīgās acs iekšējā siena saņem no tai gulošiem Hesses organiem tikai percipējošās redzes šūnas, kamēr ārējā sienā paliek tikai pigmentšūnas. Tādā kārtā acu biķera ārējā sienā kļūst par pigmentōzu. Pēc tādas acu izcelšanās uztveres ir viegli saprotams arī gaismas jūtīgo redzes stabīņu un redzes vālišu stāvoklis, kuŗi, kā mēs jau zinām, vērsti gaismai pretējā virzienā. Jo arī lancetnieka Hesse's organos redzes šūnu gaismas jūtīgā kārta ir vērsta pret pigmentšūnām, tā tad gaismas avotam pretējā virzienā.



X. Ūrogenitālā sistēma.

Ekskrēcijas organi.

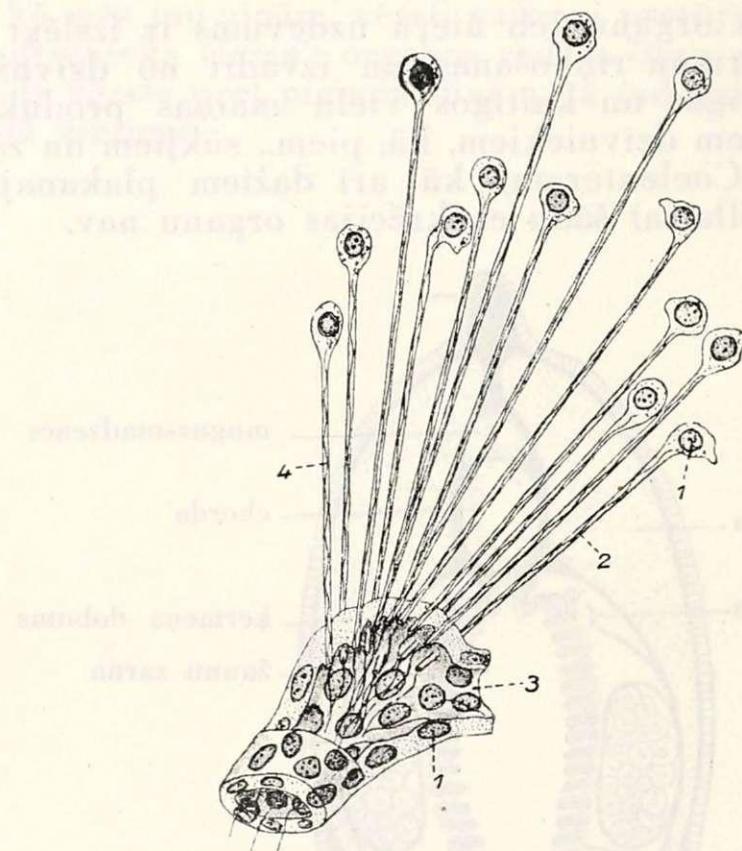
Ekskrēcijas organu jeb nieļu uzdevums ir izslēgt no vispārējās šķidrumu riņķošanas un izvadīt no dzīvnieka ķermeņa nederīgos un kaitīgos vielu maiņas produktus. Tikai zemākajiem dzīvniekiem, kā, piem., sūkļiem un zarn-dobumiņiem (Coelenterata), kā arī dažiem plakanajiem tārpiem (Turbellaria) šādu ekskrēcijas organu nav.



Zīm. 161. Lanceetnieka šķēsgriezums žaunu zarnas reģionā. Labi redzama nieļu kanālīšu topografija.

Mugurkaulnieku nieļi savā pirmatnējā uzbūvē atgādina posmaino tārpu (Annelida) t. s. metanefridijus (segmentālorganus). Primitīvākā gadījumā šādi mugurkaulnieku nieļi sastāv no zināma skaita nieļu kanālīšu, kas kārtīgi novietoti viens aiz otra. Vienā galā tie ar skropstu piltuvi atveļas ķermeņa dobumā, bet otrā savienojas kopējā izvad-kanālī.

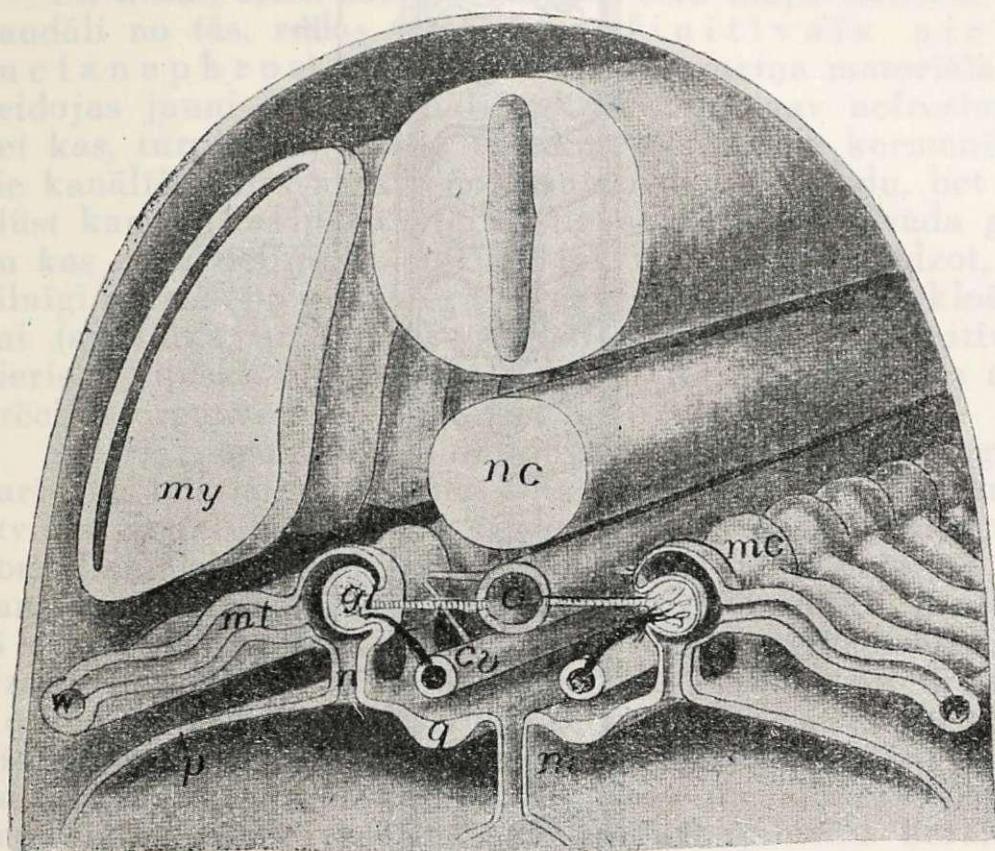
Viss mugurkaulnieku ekskrēcijas aparāts sastāv no trīs sistēmām, kas, kā sākumā kopējas sistēmas pēcteces, ontogenijā un filogenijā kā laika, tā vietas ziņā seko viena otrai. Tās ir: pirmnieris (*pronephros*), provīzorijskais nieris (*mesonephros*) un dēfinitīvais nieris (*metanephros*). Pirmatnējākā sistēma ir pirmnieris. Tas sastāv no zināma skaita nelielu atsevišķu kanāliņu, kas rodas ķermeņa dobuma epitelijam diferencējoties. Tie ir sakārtoti metamēri, atveļas ar skropstu piltuvi (nefrostomu)



Zīm. 165. Lanceetnieka (*Amphioxus*) ekskrēcijas organu (nieru kanāliša) daļa, pusschēmatischki. 1 — kodols; 2 — vica; 3 — ekskrēcijas kanālis; 4 — solenocitu kanālītis. Lanceetnieka solenociti atbilst atsevišķām ekskrēcijas šūnām (solenocitiem) zemāko tārpu proto-nefridiju sistēmā, skat. N. Lebedinsky, «Visp. zool. un eksp. bioloģija». (pēc Goodrich'a).

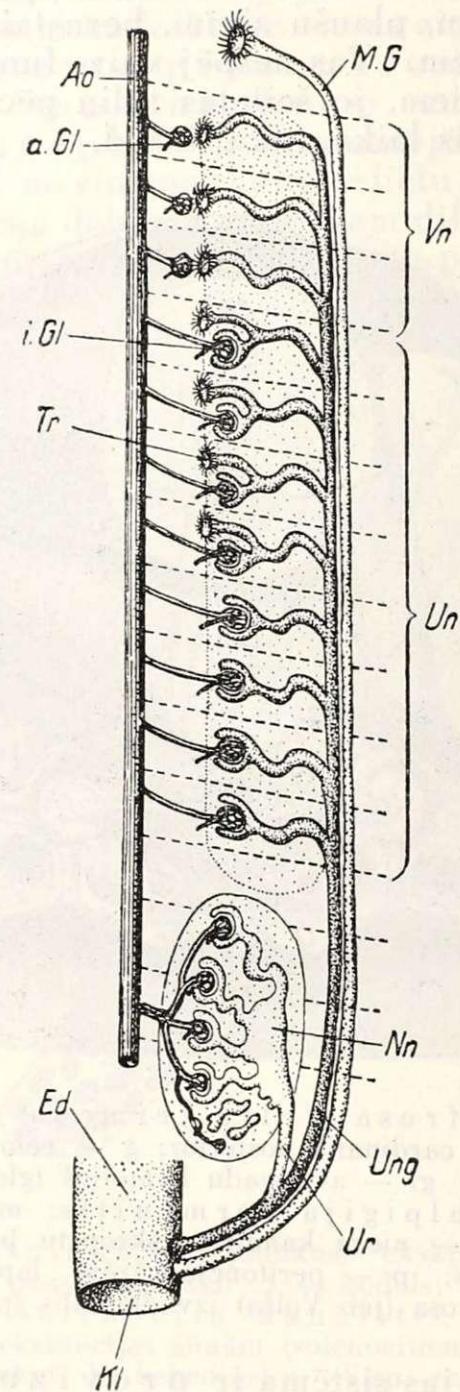
celomā un otrā galā savienojas kopējā izvadkanālī, kas kā pirmniera vads stiepjas uz pakaļgalu un atveļas kloākā. Pirmnieri kanāliši ir saliekti cilpās un zināmās vietās, kur to sienas kļūst ievērojami plānas, izveido paplašinājumu. Šo paplašinājumu var ieliekt asinsvadu kamoliņš (*glomerulus*), vai arī to ieslēdz asinsvadu režģis. Tā rodas pir-

mais Malpigijsa ķermenis aizmetnis. Pirmieris funkcionē, vai arī varētu funkcionēt: apaļmutēm, ganoīdzīvīm, kaulu zīvīm, plaušu zīvīm, bezastainiem abiniekiem un *Gymnophion*'iem. Tas nespēj vairs funkcionēt haizīvīm un visiem amniotiem, jo šeit tas tūliņ pēc aizmešanās, vai pat jau aizmešanās laikā, atkal izzūd.



Zīm. 165. Mezonefrosa (Volfa ķermenē) schēma. a — aorta dorsalis; cv — vena cardinalis posterior; gl — celoma epitēlija (peritoneja) ģenitālā kroka; gl — asinsvadu kamoliņš (glomerulus); m — mezentērijs; mc — Malpigijsa ķermenītis; mt — nieļu kanālītis; my — miotoms; n — nieļu kanāliša skropstu piltuve (nephrostom); nc — chorda dorsalis; p — peritoneja ārējā lapa jeb somatopleura; w — mezonefrosa (jeb Volfa) izvadkanālis (pēc Kigsley'a).

Otrā ekskrēcijas sistēma ir *provīzoriiska išnie-ris* (Volfa ķermenīs jeb mesonephros), kam ir daudz lielāka paliekošā nozīme. Tas ontoģenetiski aizmetas aiz pirmnieča, ciešā saistībā ar to, un rodas tāpat no celoma epitēlija. Arī tas sastāv no zināma skaita un par lielākai daļai metamēri sakārtotu kanālišu, kam visiem vienāda uzbūve. Tie ir dažādi izliekti, ar nefrostomu savienoti ar ķermēņa dobumu un izveido tipiskus Malpigijsa ķermenīšus. Ar speciāliem izvadiem visi šie kanāliši atveras ko-



Zīm. 164. Mugurkaulnieku nieļu sistēmas schēma. Ao — aorta dorsalis; Ed — gala zarna; Gl — asinskapillāru kamoliņš (glomerulus, a. Gl. — ārējais glom. un i. Gl. — iekšējais glom.); Kl — kloāka; MG — Millera vads ar skropstu piltuvi; Nn — metanephros; Tr — pronefrosa un mezonefrosa kanālišu piltuves; Un — mesonephros; Ung — mezonefrosa ūrīnvads jeb ūrēters; Vn — pronephros (pēc Kühn'a).

pējā ejā, kas cēlusies tieši no pirmniera vada un ko tagad apzīmē par provīzoriskā nieņa vadu (Volfa vadu). Lielākai daļai augstāko zivju, haizivīm un abiniekiem, galvenais ūrīnorgans ir provīzoriskais nieris. Amniotiem šis nierijs, turpretim, pilnīgi zaudē savu ūrīnorgana nozīmi, bet paliek saistīts ar vīrišķo dzimumaparātu, pie kam filoģenetiski šī saistība parādās jau ļoti agri.

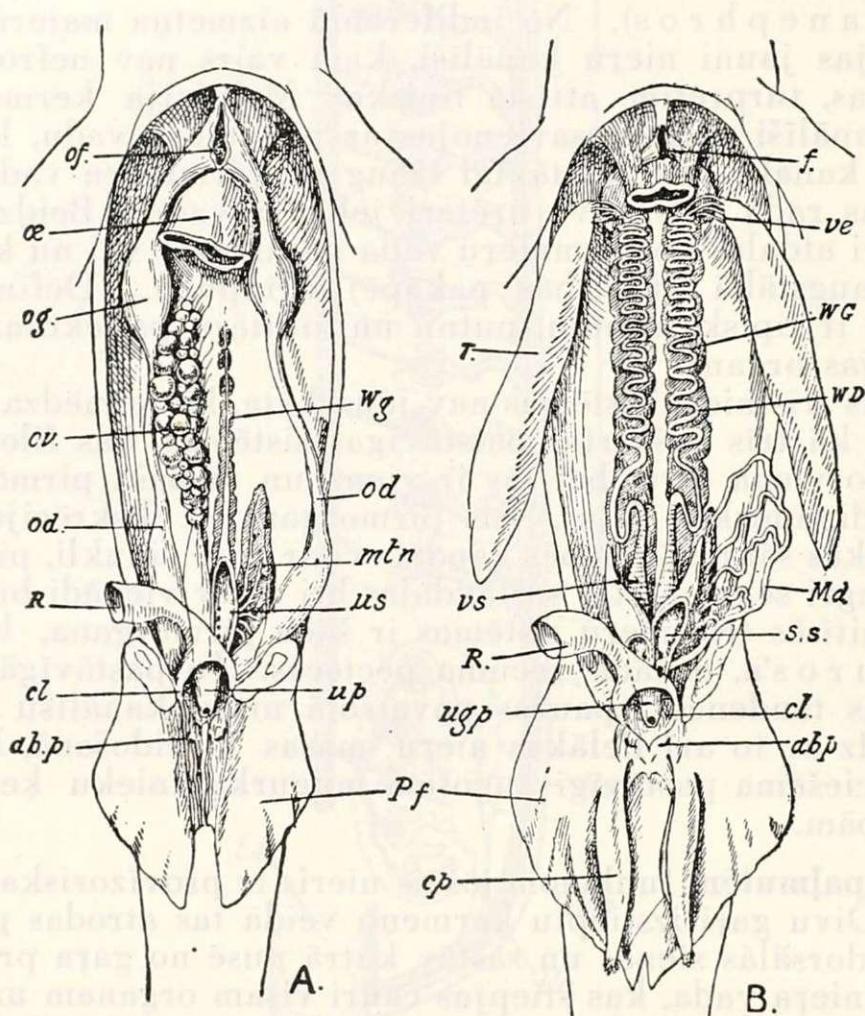
Un atkal, ciešā saistībā ar šo otro nieņu sistēmu, bet kaudāli no tās, rodas trešā — dēfinitīvais nierijs (metanephros). No indiferentā aizmetņa materiāla izveidojas jauni nieņu kanāli, kam vairs nav nefrostomu, bet kas, turpretim, attīsta tipiskus Malpigija ķermenīšus. Šie kanāli vairs nesavienojas ar pirmniera vadu, bet ieplūst kanālī, kas patstāvīgi izaug no pirmniera vada gala un kas rada dēfinitīvo ūrēteri jeb ūrīnvadu. Beidzot, tas pilnīgi atdalās no pirmniera vada un atveļas vai nu kloākā, vai (augstākā attīstības pakāpē) ūrīnpūslī. Dēfinitīvais nierijs ir tipisks rāpuļu, putnu un zīdītāju paliekošais ekskrēcijas organs.

Šīs trīs nieņu sistēmas nav jāuzskata, kā to mēdza agrāk darīt, kā trīs nošķirtas patstāvīgas sistēmas, kas filoģenijā atvieto viena otru, bet tās ir viena un tā paša pirmorgana homodinamiskās daļas. Šis pirmorgans ir ekskrēcijas organs, kas sākumā stiepās gandrīz caur visu vidukli, pie kam tā stingri segmentētās sastāvdaļas bij visur vienādi būvētas. Uzskaitītās trīs nieņu sistēmas ir šāda pirmorgana, holo-nephros'a, dažāda vecuma pēctečes. To pastāvīgā attīstīšanās tendence izpaužas pavairotā nieņu kanālišu skaitā un līdz ar to arī lielākas nieņu masas izveidošanā, kas ir nepieciešama pastāvīgi augošām mugurkaulnieku ķermenē prasībām.

Apalmutēm funkcionējošais nierijs ir provīzoriskais nierijs. Divu gaļi izstieptu ķermenē veidā tas atrodas pie celoma dorsālās sienas un sastāv katrā pusē no gaļa provīzoriskā nieņa vada, kas stiepjas cauri visam organam un daudziem metamēri sakārtotiem, vairākkārtīgi izlocītiem kanāliem. Visi kanāli iesākas ar Malpigija ķermenīti, turpretim skropstu piltuvju tiem pieaugašā stāvoklī nav. Organa priekšējā daļā uzglabājas daži pirmniera kanāli, kas ar skropstu piltuvēm atveļas ķermenēa dobumā. Ūrīnvadi atveļas uz sevišķas papillas ūrogenitālsinusā. Šie nieři nekur nav saistīti ar dzimumaparātu.

Haizivīm pirmnierijs jau agri reducējas un paliek tikai provīzoriskais nierijs. Bieži tas uzglabājas savā pirmatnējā uzbūvē, jo vismaz vienai haizivju daļai nieņu kanālišos bla-

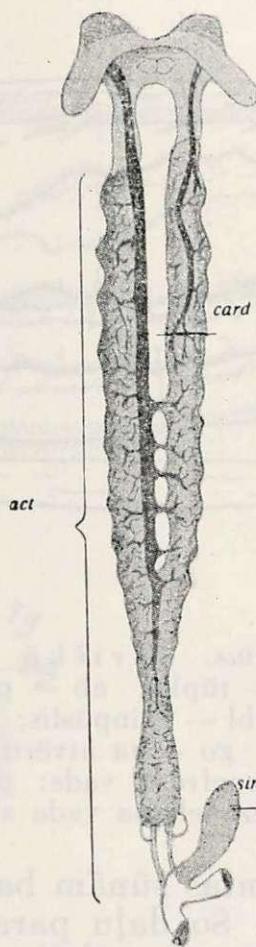
kus Malpigija ķermenīšiem pa visu dzīves laiku sastopamas arī skropstu piltuves. Nieru priekšējā daļā tās var būt pat metamēri sakārtotas, bet parasti šo piltuvju skaits līdz ar vecumu samazinās un daudzām formām beidzot pavisam izvād. Haizivju provīzoriskais nieris ir gaŗi izstiepts, bieži lēvarots ķermenis, kurā pa lielākai daļai var izšķirt lentveidīgu priekšējo un paplašinātu pakaļējo nodalījumu. No lentveidīgā nodalījuma kanālīši ieiet tieši provīzoriskā nierā



Zīm. 115. Haizivs, *Scyllium canicula* ūrogenitālā sistēma, ventrāli. A — mātīte. B — tēviņš. cl — kloāka; cp — pterygopodium (kopulācijas organs); f — Millera vadu atliekas; Md — nieru pakaļējā reģiona ūrīnvadi (ūrēteri); mtn — nieru pakaļējais ekskrētētājs reģions; od — olvads (Millera vads); oe — barības vads; of — abu olvadu saaugušās piltuvītes (ostium abdominale tubae); og — olvadu dziedzeļainais paplašinājums; ov — olnīca; P. f — vēdera spuras; R — taisnā zarna; s.s. — dzimumvadu palīgdziedzēris; T — sēklinieks; up — mātītes ūrīnpapilla; ugp — tēviņa ūrogenitālā papilla; us — ūrīnsinuss; ve — vasa efferentia; vs — sēklas maisiņš (vesicula seminalis); WD — mezonefrosa jeb Volfa vads; WG — mesonephros jeb Volfa ķermenis (pēc Bourne's).

vadā, kas savā pakaļejā galā var paplašināties par ūrīnsinusu. Turpretim paplašinātā pakaļejā nieņu nodalījuma kanālīši savus izvadus pārvieto distālā virzienā, kur tie savienojas kopā un izveido patstāvīgu izvadkanāli, kas arī tāpat atveras ūrīnsinusā. Abpusējie ūrīnvadu sinusi savienojas un beidzot atveras uz papillas kloākā.

Vīrišķam dzimumam nieņu priekšējā daļa ir saistīta ar dzimumdziedzeri. Tā kanālīši uzņemas vīrišķo dzimum-

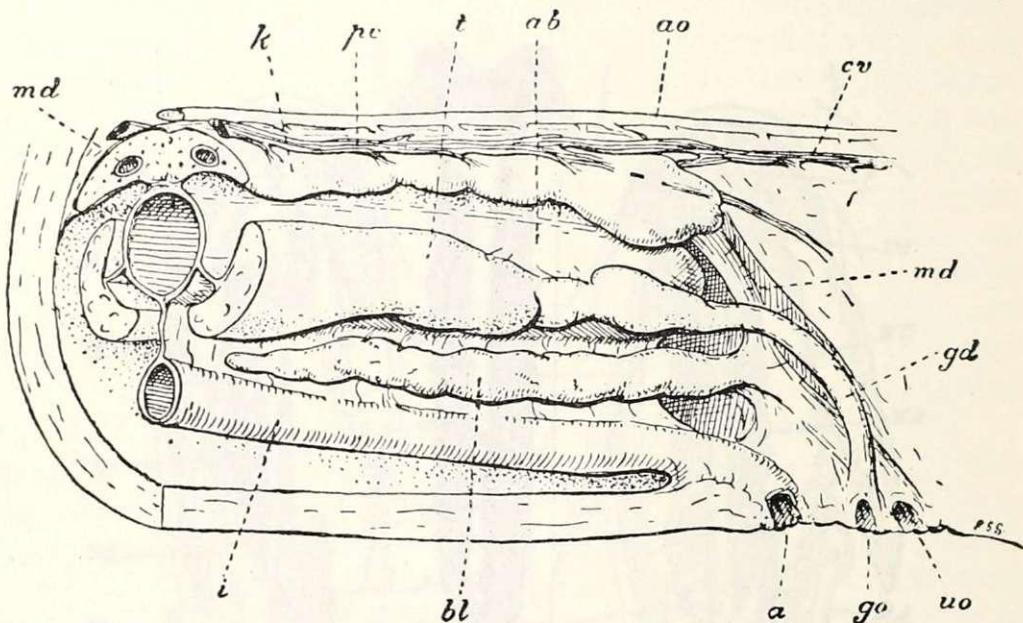


Zim. 166. Asaņa, *Perca fluviatilis* nieris. Īstais nieris act — pelēks, „galvas nieris” — balts; card. — kardinālās vēnas; sin — ūrīnpūslis (pēc B. v. Haller'a).

produktu ievadišanu provīzoriskā nieņa vadā, kas līdz ar to kļūst par sēklas vadu un atveras uz āru neatkarīgi no pakaļejās daļas ūrīnvadiem.

Arī **ganoīdu** paliekošais nieris ir provīzorisks niers. Tam ir gaļa, izstiepta, dažreiz platāka, dažreiz šaurāka forma. Tas pats sakāms arī par plaušu zivīm. Ganoīdu zivīm retos gadījumos var uzglabāties skropstu piltuves, bet plaušu zivīm pieaugušā stāvoklī to nav nekad.

Komplikētākus apstākļus sastopam **kaulu zivīm**. Palielošais organs arī šeit ir provīzoriskais nieris. Tas ir cieši pieklāvies dorsālai vidukļa dobuma sienai, un tā forma un izplatība ir ļoti dažāda. Reizēm tas ir garš un šaurs, reizēm atkal īss un saspiests. Abu pušu nieři priekšējā un pakaļējā galā bieži saplūst kopā. Priekšējā daļa, kas atrodas tūlinā aiz galvas kausa un satur vēl pirmnieča daļas, pār-



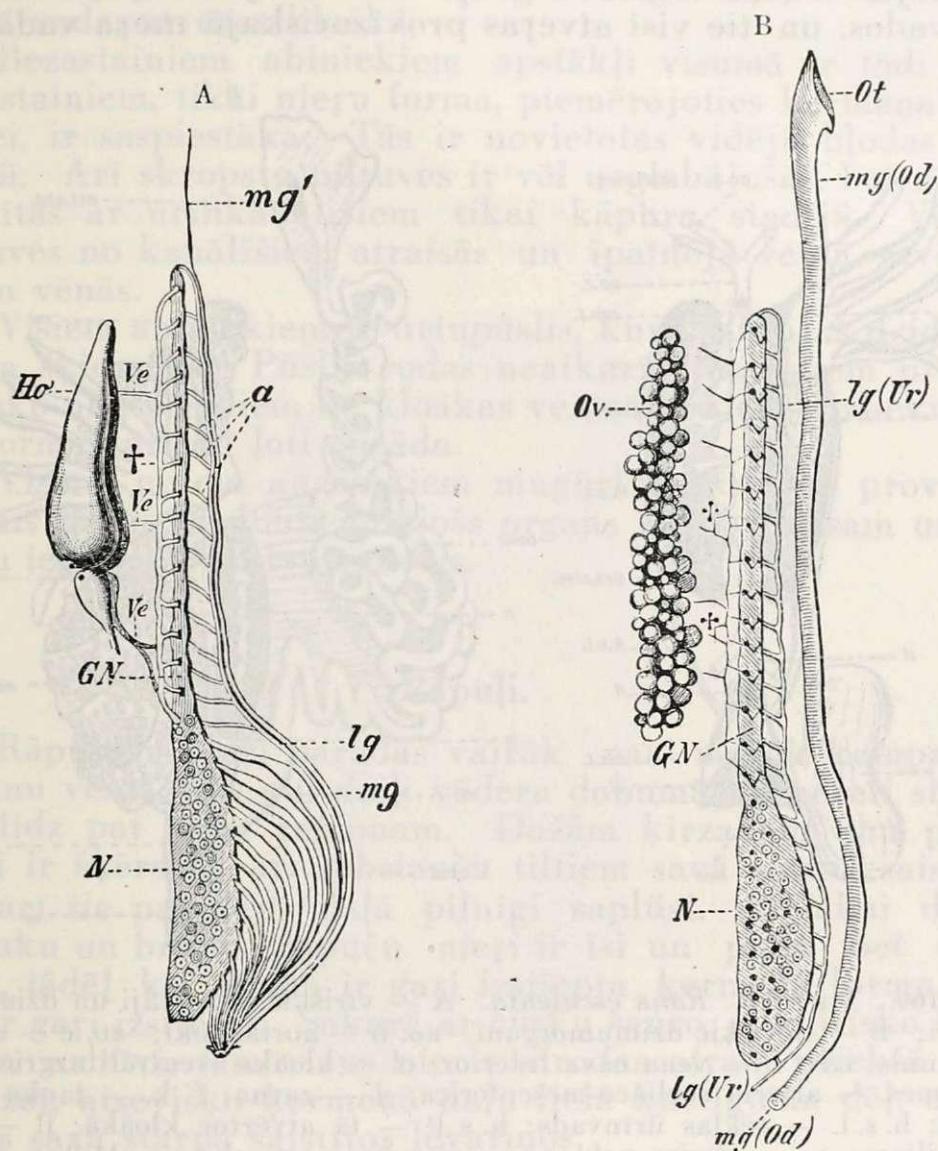
Zīm. 167. Līdaka, *Esox lucius*. Vīrišķā ūrogenitālsistēma ķermena dobuma pakaļējā daļā. a — tūplis; ab — peldpūšla pakaļējais aklaus gals; ao — aorta dorsalis; bl — ūrīnpūslis; cv — vena caudalis; gd — sēklas vads, (vas deferens); go — tā atvērtne; i — zarna; k — nieris (mesonephros); md — mezonefrosa vads; pc — v. cardinalis posterior; t — sēklinieks; uo — mezonefrosa vada atvērtne (pēc Goodrich'a).

vēršas īpatnējos, ar limfas šūnām bagātos audos, kas vairs nefunkcionē kā nieři. Šo daļu parasti mēdz apzīmēt par *g a l v a s n i e r i*. Nieřu kanāliši salasās ūrīnvados, kas pa daļai ieslēgti nieřu masā un galā izveido paplašinājumu, ūrīnsinusu. Abu pušu ūrīnsinusi saplūst kopā un savienojas ar dorsālo kloākas izspilējumu, tā kā beidzot rodas kauķas līdzīgs ūrīnpūslim. Šī sistēma atveras uz āru vai nu aiz tūpla ar vienkāršu poru, vai arī uz sevišķas papillas. Tā nekad nav saistīta ar dzimumdziedzeļiem.

Abinieki.

Abinieku nieřus var tieši atvasināt no tiem prīmitīviem apstākļiem, kādi ir haizivīm, no kuļām augstākās zivis ir

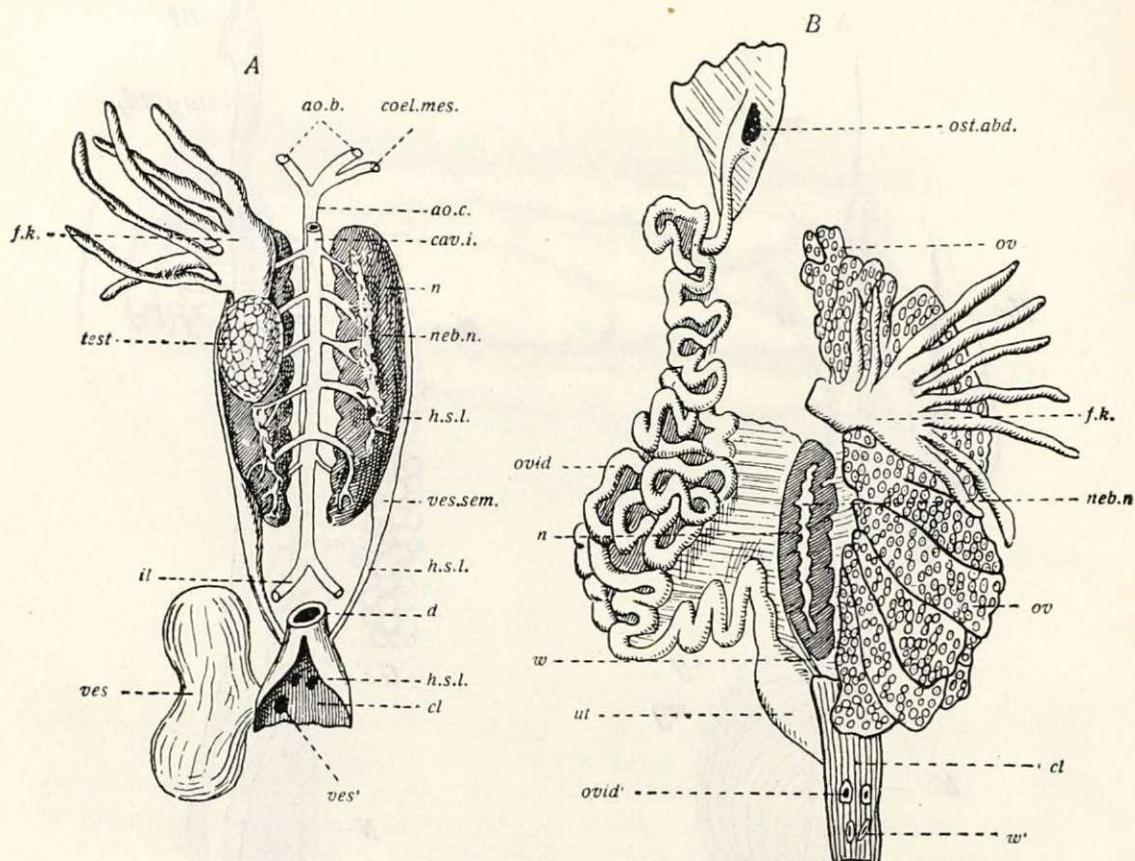
stipri vien attālinājušās. Primitīvākie apstākļi ir tārpveidīgiem abiniekiem (*Apoda* = *Gymnophiona*). Šeit embrionāli aizmetas 12 līdz 13 pirmieru kanālīši. Arī paliekošā provīzoriskā nieņa uzbūve te vēl ir ļoti pirmatnēja. Pieaugušā stāvoklī provīzoriskajam nierim ir gaļas, šauras,



Zīm. 168. *Asta ino abinieku* (*Triton taeniatus*) ūrogenitālā sistēma. A — tēviņš. B — mātīte. a — ūrīnkanālīšu izvadītājas daļas; GN — dzimumniers; Ho — sēklinieks; mg¹, mg (Od) — Millera vads; Ig (Ur) un Ig — sievišķais ūrīnvads un vīrišķais sēklas un ūrīna vads; N — nieņa (mezonefrosa) ekskrētētāja daļa; Ot — Millera vada (olvada) skropstu piltuve jeb ostium abdominale tubae; Ve — vasa efferentia, kas ieplūst kopējā vadā (pēc Spengel'a).

ieliektais lentes veids un tas sastāv no neskaitāmiem nieņu kanālīšiem. Pēdējie visu laiku patur savu pirmatnējo uzbūvi: skropstu piltuvi, Malpighija ķermenīti, cilpās saliekto

ūrīnkanālīti, un ir embrionālās stadijās vēl skaidri segmentāli sakārtoti. Priekšējā daļā šis sakārtojums dažreiz vēl uzglabājas, bet vēlāk, sakarā ar sekundārām augšanas norisēm, ūrīnkanālīšu skaits stipri pavairojas, tā kā beidzot vienā provīzoriskā nierī var saskaitīt līdz tūkstoš skropstu piltuvju. Nieru kanālīšu grupas savienojas lielākos kopējos vados, un tie visi atverās provīzoriskajā mieļa vadā.



Zīm. 169. Vārde, *Rana esculenta*. A — vīrišķie atdalītāji un dzimumorgani; B — sievišķie dzimumorgani. ao. b — aortas loki; ao. c — aorta communis; cav. i. — vena cava inferior; cl — kloāka (ventrāli uzgriezta); coel. mes. — arteria coeliaco-mesenterica; d — zarna; f. k. — tauku ķermenis; h. s. l. — sēklas ūrīnvads; h. s. l¹ — tā atvērtne kloākā; il — arteria iliaca; n — nieris; neb. n. — virsnieļi; ost. abd. — Millera vada (olvada) piltuve; ov — olnīca; ovid — olvads; ovid' — tā atvērtne kloākā; test — sēklinieks; ut — dzemde; ves — ūrīnpūslis; ves' — tā atvērtne kloākā; ves. sem. — sēklas pūslīts; w — Wolfa vads (ūrīnvads); w' — tā atvērtne kloākā (pēc W. Meisner'a).

Astainiem abiniekiem nieļu kanālīšu pirmatnējais metamērais sakārtojums nav tik noteikts. Bet arī tiem skropstu piltuves uzglabājas visu dzīves laiku. Provīzoriskie nierī ir lentveidīgi garumā izstiepti organi, kas sadalās priekšējā šaurākā un pakaļējā platākā nodalījumā. Pirmajam nodalījumam, tikai vīrišķam dzimumam, tāpat kā

haizivīm, ir sakari ar dzimumdziedzeļi, jo sēklas kanālīši novada vīrišķos dzimumproduktus nieņu parenchimā, kur tos saņem ūrīnkanālīši un ievada tālāk provīzoriskajā nieņa vadā. Pēdējais tā tad arī šeit funkcionē kā sēklas vadītājs. Nieņu pēdējais nodalījums tai pašā laikā izveido sevišķi gaļus kopējus kanālus, kas, neatkarīgi no provīzoriskā nieņa vada, atveļas kloākā.

Bezastainiem abiniekiem apstākļi visumā ir tādi pat kā astainiem, tikai nieņu forma, piemērojoties ķermeņa uzbūvei, ir saspilstāka. Tās ir novietotas vidējā blodas reģionā. Arī skropstu piltuves ir vēl uzglabājušās, bet tās ir saistītas ar ūrīnkanālīšiem tikai kāpura stadijā. Vēlāk piltuves no kanālīšiem atraisās un īpatnējā veidā atveļas nieņu vēnās.

Visiem abiniekiem ir ūrīnpūslis, kurā sakrājas dzidrais ūrīna šķidrums. Pūslis rodas neatkarīgi no īstiem provīzorisko nieņu vadiem kā kloākas ventrālās sienas izliekums. Tā forma var būt ļoti dažāda.

Visiem citiem augstākiem mugurkaulniekiem provīzoriskais nieris kā funkcionējošs organs izzūd pavisam un tā vietu ieņem dēfinitīvais nieris.

Rāpuļi.

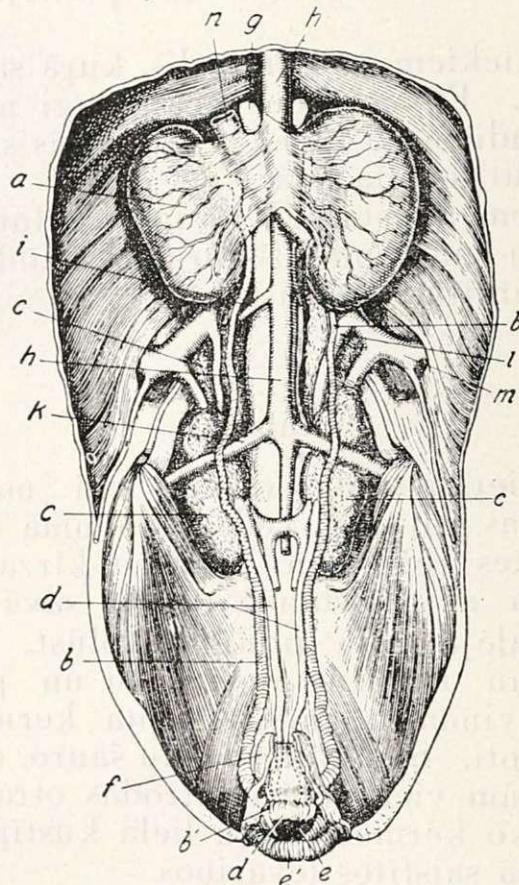
Rāpuļiem nieņi parādās vairāk vai mazāk kompaktu organu veidā, kas gul dzīli vēdera dobumā un nereti stiepjas līdz pat astes reģionam. Dažām ķirzakām abu pušu nieņi ir šķērsām ar substanču tiltiem savā starpā saistīti, vai arī tie pakalējā daļā pilnīgi saplūst. Lielākai daļai ķirzaku un bruņu rupuču nieņi ir īsi un plati, bet čūskām, tādēļ ka viņām ir gaļi izstiepta ķermeņa forma, tie arī ir gaļi izstiepti. Sakarā ar čūsku šauro, cilindrisko ķermeņa uzbūvi, tām viens nieris atrodas otram priekšā un, beidzot, atsevišķo ķermeņa daļu lielā kustīguma dēļ, nieņi dalās savā starpā saistītos lēvariņos.

Iekšējinieris sastāv no atsevišķiem ūrīnkanālīšiem, kas uzbūves ziņā pilnīgi atbilst putnu ūrīnkanālīšiem. Kanālīši sakopojas plašās caurulēs, kas ieiet ūrētēros = ūrīnvados. Visgaļākie ūrīnvadi ir čūskām. Vīrišķam dzimumam tie kopā ar sēklas vadiem atveļas uz viena kopēja ūrogenitālo papillu pāri kloākā, sievišķam dzimumam, turpretim, uz patstāvīgām papillām. Pa lielākai daļai sastopam arī ūrīnpūsli, kas atveļas kloākā. Dažām ķirzakām tā nemaz nav, bet čūskām un krokodiliem sastopams tikai ūrīnpūšla rudiments. Ūrīnpūšla morfoloģiskā vērtība ir

ļoti dažāda. Piem.: čūskām un dažām ķirzakām pūslis rodas no dorsāla izliekuma kloākas sienā, kamēr citām ķirzakām, krokodiliem un bruņu rupučiem no kloākas sienas ventrālā izliekuma. Pūslis var arī izveidoties embrionālā ūrīnpūšļa (allantois) kātam paplašinoties.

Putni.

Putnu nieři ir samērā ļoti lieli. Tie ir divi gaři stiepti ķermeņi, kuļu substance no iekšpuses gandrīz pilnīgi aizpilda bļodas veidotos dobumus, un tādēļ tie uz savas dorsālās virsmas atkārto bļodas iekšējās sienas reljefu. Ventrā-



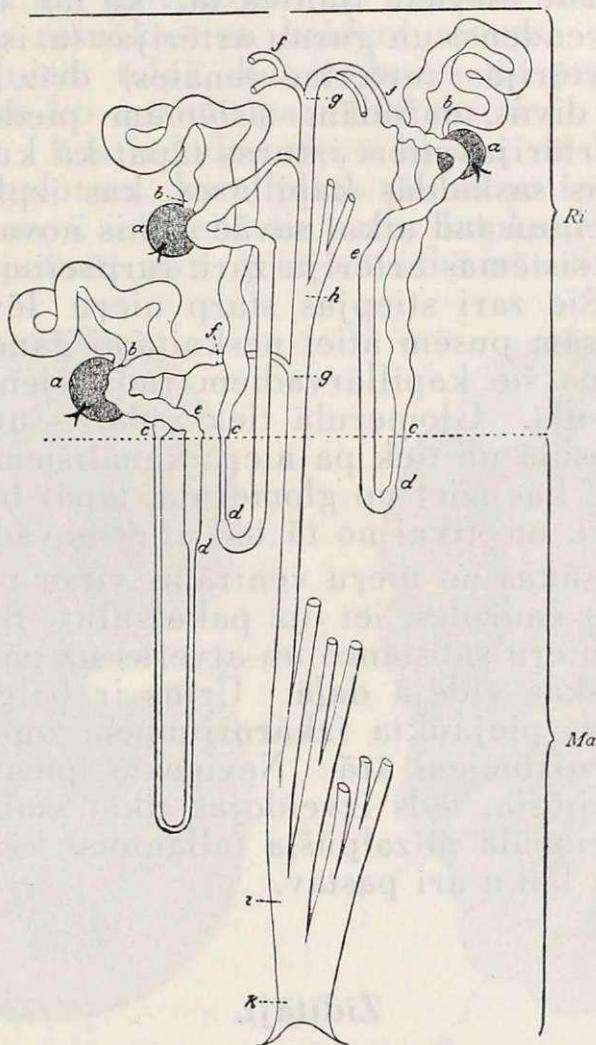
Zīm. 170. Putnu vēdera dobums, ventrāli uzšķērsts. a — sēklinieki; b — sēklas vāds (vas deferens); c — nieři; d — ūrīnvadi (ūrēteri); e — kloākas atvērtne.

lā nieřu virsma turpretim ir diezgan gluda. Šķērsām esošie iežmaugumi parasti to sadala trijos lēvaļos. Bieži noteik arī lielākā vai mazākā mērā abu nieřu pušu saplūšana mediālā plāksmā.

Ja sīkāki apskata nieřa uzbūvi, tad redz, ka no ārpuses tas ir pārklāts ar maigu, caurspīdīgu saistaudu apvalku,

kamēr iekšieni pilnīgi aizpilda tumšbrūna, sarkana parenchīma. Pēdējā sastāv no neskaitāmiem maziem lēvariņiem, kas cieši piegūl viens otram un satur nieļu kanālīšus. Tālāk parenchīmā atrodas arī lielākas caurules, asinsvadi un nervi. Sadalījums mizā un iekšējā substancē nav izteikts.

Katrs ūrīnkanālītis sākas lēvariņa virspusē ar apaļu, t. s. Bowman'a kapsulu, kas ieslēdz artēriālu asinsvadu



Zīm. 171. Zīditāju nieļu kanālīšu schēma. Ri — nieļa miza; Ma — nieļa serde; a — Bowman'a kapsula; bc — ūrīnkanālīšu izlocītie nodalījumi; c—d un a—e — Henle's cilpu tievākie un resnākie nodalījumi; e—f — izlocītais nodalījums; g—k — kopkanālis (pēc E b n e r ' a).

kamoliņu, glomerulu. No šīs kapsulas atiet gaļš, šaurs kakliņš, kas drīz vien pāriet paplašinātā un daudzkārt izliektā nodalījumā. No jauna sašaurinājies, kanālītis sametas gaļā, taisni izstieptā Henle's cilpā, kuŗas augšup un lejup vērstās daļas piegūl cieši viena otrai. Tad

atkārtojas vēlreiz drusku izlocīts nodalījums, kas beidzot pārveidojas lielākos kopējos vados. Pēdējie kūlīšu veidā savienojas un izveido spēcīgākus kanālus, kas atveras tieši ūrīnvados. Nieņu kanālīšu epitelija cilindriskās šūnas atsevišķos nodalījumos var būt augstākas vai zemākas, kamēr skropstaino šūnu nemaz nav. Bowman'a kapsulas sie- na sastāv no mozaīkas veidā viena otrai piegulošām ze-mām šūnām.

Asinspiegāde nieņiem notiek tā, ka no dorsālās aortas (aorta descendens) un gurnu artērijas (a. ischiadica) at-jošās nieņu artērijas (arteriae renales) drīz pēc ieiešanas nierī sadalās divos, dažādām sistēmām piederošos zaros. Viena veida artērijas nierī izturas tāpat kā kuļā katrā citā organā, t. i. tās saskaldās kapillāros, kas izplešas pa visu nieņu substanci, un tad atkal savāc asinis novadītājās nieņu vēnās. Otrās sistēmas artēriju zari, turpretim, kalpo ūrīna atdalīšanai. Šie zari stiepjās starp nieņu lēvariņiem, un no tiem uz visām pusēm atiet neskaitāmi gandrīz kapillāri vadi. Katrs no šie kapillārvadiem rada vienu glomerulu, kas ieiet kapsulā. Glomerulā tiek atdalīts ūrīns, kas tad sakopojas kapsulā un tiek pa nieņu kanālīšiem novadīts.

Asinsvads, kas iziet no glomerula, tāpat beidzot sazaro kapillārā režģī, un tikai no tā tad atiet novadītājas vēnas.

Ūrīnvadi sākas no nieņu ventrālās virsmas un, kā mai-nīga caurmēra caurules, iet uz pakaļgalu. Bieži tie ir pa daļai ieslēgti nieņu substancē un atveļas uz papillveidīgiem izcilniem kloākas vidējā daļā. Ūrīns ir bālgana putrvei-dīga masa, kas piejaukta izkārnījumiem un tiek izmesta kopā ar izkārnījumiem ārā. Nevienam pieaugušam put-nam nav ūrīnpūšķa, tāds izveidojas tikai embrionālās sta-dijās no embrionālā mīzalpūšķa (allantois) kāta paplašinā-juma un kādu laiku arī pastāv.

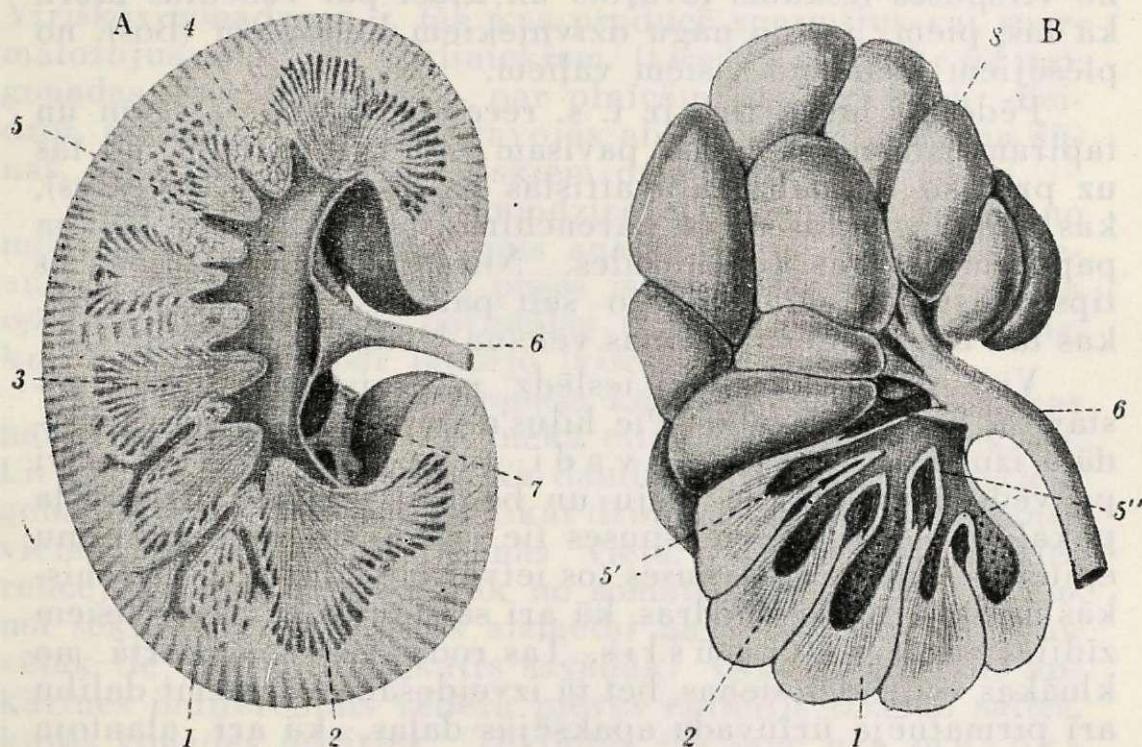
Zīdītāji.

Zīdītājiem samērā mazie nieři atrodas tālu priekšā, vē-dera dobuma gurnu reģionā. Tie ir lielāko tiesu dorso-ventrāli saspisti, pie kam to ārējā mala ir konveksa, bet iekšējā — konkāva. Pēdējo apzīmē par hilus, pa to ienāk un iziet asinsvadi, un no tās atiet ūrīnvads.

Nieņu substances iekšienē vispirms krasi atšķiras ser-des un mizas kārtas. Tikai pēdējā satur izlocītās ūrīnka-nālīšu daļas, bet pirmā taisni izstieptās kopcaurules. Arī šeit katrs ūrīnkanālītis sākas ar Malpighija kermene-nīti. Pēdējais, tāpat kā putniem, sastāv no Bowman'a

k a p s u l a s, kas nav nekas cits, kā lokveidīgi paplašināts un no vienas puses ieliekts ūrīnkanališa gals, un no glomerula, bipolāra, artēriāla asinsvadu režģa, kas piepilda ieliekto kapsulas telpu. Tad atkārtojas tādi pat izlocīti nodalījumi, kā arī taisni izstieptās Henle's cilpas, ar kuļām mēs jau iepazināmies, runājot par putniem. Henle's cilpas, tāpat kā resnākie kopkanāli, atrodas serdē, bet izločītie kanāliši, kā jau sacīts, mizā.

Kopkanāliši savienojas un izveido kopcaurules, kas klūst arvien resnākas un beidzot atveras uz serdes substances izcilņiem telpā, kas radusies no paplašinātā ūrīnvada gala, un ko apzīmē par *n i e Ż u b l o d u*. Papillveidīgie izcilņi, kas iedodas nieļu blōdā, ir kōniem līdzīgu veidojumu galotnes, kam plata pamatne ir uz mizas substances, bet savā iekšienē tie satur kopkanālus. Pašus kōnus mēdz apzīmēt par *p i r a m i d ā m*. Starp viņām ir



Zīm. 172. Zīdītāju nieři: A — cilvēka, B — lāča. 1 — miza; 2 — serde; 3 — piramida; 4 — papilla; 5 — nieļu blōda; 5' — nieļu blōdas izliekums (calyx); 6 — ūrīna vads; 7 — asinsvads; 8 — nieļu lēvarītis (reneculus), pēc Haller'a).

ieslēgti nieļu blōdas izliekumi, kuļus dēvē par *n i e Ż u b i k e Ż i e m* (*c a l y c e s*). Atsevišķos gadījumos piramidi skaits, izskats un sakārtojums stipri mainās, tādēļ var izšķirt veselu rindu ļoti dažādu zīdītāju nieļu tipu. Vienkāršākā gadījumā ir viena vienīga šāda piramida, kas ie-

tveř visus kopkanālus un kā vienīgā papilla brīvi atrodas nieņu bļodā. Tā tas ir skudru ezim (Echidna) un daudzu mazāku somaiņo, kukaiņēdēju, sīkspārņu, grauzēju un nepilnzobju pārstāvjiem. Otram tipam gar abām šās vienīgās papillas malām parādās sānu izcilnī, kādēl nieņu bļoda izliekas zarota, kā, piem., ķenguriem un daudziem augstākiem zīditājiem. Trešajam tipam vidējās papillas vietā stājas gaři izstiepta līste, uz kuŗas, visā viņas gařumā, atveras nieņu kanālīši (līstu nieři). Tīrā formā šādus nieņus sastop sevišķi plēsējiem, pārnadžiem un pērtiķiem. Āri garenajai līstei var vēl pievienoties sānu izcilnī, bet pati līste var tai pašā laikā sadalīties vairākās papillās, kas novietotas viena aiz otras. Tādi ir cilvēka nieři. Pavisam cits nieņu tips rodas tad, kad katras nieņu papilla ar savu bīkeri, ūretera zaru un mizas mantiju kļūst patstāvīga un tā rada katras savu nieņu lēvarīti (renclus). Tad nieri no virspuses izskatās lēvarōts un kļūst par renclus nieri, kā tas, piem., ir: no nagu dzīvniekiem liellopiem (Bos), no plēsējiem lācim un visiem valiem.

Pēdējais nieņu tips ir t. s. recessus nieri. Zirgam un tapīram īstā nieņu bļoda pavisam izzūd, turpretim, no tās uz priekšu un pakalgalu attīstās pa gařai ejai (recessus), kas dziļi iegriežas nieņu parenchīmā, un kuŗās bez kādām papillām atveras kopcaurules. Nilzirgiem un ziloņiem šis tips attīstījies vēl tālāk, jo šeit parādās 4—5 tādas ejas, kas tad arī uz nieņu virsmas veicina lēvaļu izveidošanos.

Visu nieņu substanci ieslēdz no saistaudu plēves sastāvoša nieņu kapsula. Pie hilus'a no abu pušu nieņu bļodām iznāk īstie ūrīnvadi (ūreteri), kas iet brīvi pa vēdera dobumu uz leju un beidzot iegrīmst ūrīnpūšla pakaļējā sienā. No iekšpuses tie izklāti ar daudzkārtainu epiteliju, kamēr no ārpuses tos ietver cirkulārās un gareniskās muskulātūras šķiedras, kā arī saistaudu kārtas. Visiem zīditājiem ir ūrīnpūslis. Tas rodas galvenā kārtā no kloākas ventrālās sienas, bet tā izveidošanā var ķemt dalību arī pirmatnējā ūrīnvada apakšējās daļas, kā arī alantoja (alantoja kāta = urachus) daļas. Tikai monotremiem ūrētēri neatveras ūrīnpūslī, bet tieši ūroģenitālā kanālī.

Šķidrais ūrīns kā svarīgāko sastāvdaļu satur mīzalvielu, bez tam (pēc cilvēka ūrīna analizes) vēl skābes, kas satur sēru, kreātinīnu, amonjaku, hipūrskābi un pavisam niecīgu daudzumu mīzalskābes. Starp citu, blakus Malpiggija ķermenīšiem, ekskrēcijas procesā rosīgu dalību ķem arī ūrīnkanālīši, un, proti, ir pamats domāt, ka pirmajos galvenā kārtā izdalās ūdens un sāli, bet pēdējos galvenā kārtā mīzalviela.

Dzimumorgani.

Par ģenitālorganiem jeb dzimumorganiem mēs saucam visus dzīvnieka ķermeņa organus, kas kalpo dzimuma šūnu (spermiju un olu) produkcijai un to izvadīšanai uz āru. Ar šo ģenitālsūnu izvadīšanas funkciju var būt saistīta arī to uzglabāšana līdz noteiktam termiņam. Organus, kas producē un izvada sievišķas dzimuma šūnas (olas), sauc par sievišķiem dzimuma organiem, bet tos, kas dod un izvada spermijus (vīrišķas dzimuma šūnas) — par vīrišķiem dzimuma organiem. Vīrišķie un sievišķie dzimuma organi var būt vienā un tai pašā individā (hermafrodītisms), vai arī tie ir sadalīti starp šķirtiem vīrišķiem un sievišķiem individiem.

Tās vietas dzīvnieka ķermenī, kas spēj producēt dzimuma šūnas, sauc par gonadām vai dzimumdziedzeļiem. Vīrišķas gonadas, t. i. tās, kas producē spermijus vai spermatozojas, sauc par sēkliniekiem (*testis*, *testiculus*), gonadas, kas dod olas — par olnīcām (*ovarium*). Beidzot, gonadas, kuŗās nogatavojas abēju veidu dzimuma šūnas, sauc par hermafrodītiskiem dziedzeļiem.

Mugurkaulnieku dzimumdziedzeļi vienmēr rodas no mezoderma. To pirmatnējais anatomiskais stāvoklis pieaugušā dzīvniekā ir abās pusēs mugurkaulam uz celoma epitelija (peritoneja) parietālās (ārējās) lapas, tieši tur, kur tā pārvēršas par iekšējo (viscerālo) lapu.

Gonada rodas uz peritoneja kā dzimuma epitelījs, kas haizivīm aizmetas difūzāk nekā citiem mugurkaulniekiem. Liekas, ka būtu pierādīts, ka daudziem mugurkaulniekiem gonadas dēfinitīvā vieta ir tikai dzimumšūnu nogatavošanās vieta, bet nevis to rašanās vieta. Tās parasti ir diferencējušās jau daudz agrāk no somātiskām šūnām. Sākumā sēklinieka un olnīcas aizmetni nav atšķirami, lai gan vēlāk tie diferencējas katrs savādāk. Gonadu tuvākās apkārtnes indiferentais vēdera plēves epitelījs izveido saites, kuŗās gonadas iekārtas. Tēviņiem tās sauc par *mezoarchijiem*, mātītēm par *mezovarijiem*. Gonadas ir pārū skaitā, bet dažreiz, tām vienā pusē izzūdot (*Myxine*, putnu mātītes), vai arī saaugot (*Petromyzon*), var būt arī nepārū skaitā. Kā sēkliniekā, tā ūvārijā no dzimuma epitelija izaug stiegras, kas iedodas gonadas dziļumā, pie kam gonada, tās saistaudu pamatnes spēcīgās attīstības dēļ, ie-gūst stingru stromu (iekšējos audus). Agrākās stiegru izveidošanās stadijās pirmatnējās sēklas šūnas un pirmatnējās olšūnas vēl nav viena no otras atšķiramas, tikai vēlāk tās diferencējas katra savā īpatnējā kārtā.

Sakarā ar pūslīšveidīgu uzbriedumu parādīšanos ūvārija dīglstiegrās, var rasties oļu follikuli. Turpretim sēkliniekos no dīglstiegrām rodas sēklas kanālīši (tubuli seminiferi), kas atbilst salikta tubuloza dziedzeļa zariem. Ūvārijiem, turpretim, nekad nav dziedzeļa uzbūves (sk. I. daļu).

Apaļmutēm gonadas ir gaļi izstieptas. Bez tam, atzīmējams, ka tās, kā jau minēts, ir nepāru skaitā. Sēkliniekam nav izvadceļu, ūvārijam nav follikuļu. **Haizivīm** abu ķermeņa pušu ūvāriji ir lielāko tiesu priekšējā galā mediāli saauguši; dažām raju sugām izveidota tikai kreisā olnīca. Turpretim sēklinieki ir vienmēr dubultskaitā. Tie ir kompakti ūvāli veidojumi. **Plaušu zivīm** vīrišķā gonada ir stipri izstiepta; ganoīdu un kaulu zivīm tādi arī bieži ir ūvāriji. **Kaulu zivju** ūvāriji ir ar savu producētāju virsmu konkāvi ielocīti uz iekšu; sakarā ar to rodas relātīvi liela ūvārija iekšējā telpa, pa kuļu olas tiek izvadītas ārā, uz ģenitālo caurumu. Par sevišķiem izvadorganiem šeit nevar runāt, augstākais, ja izvadīšanas funkcijā nēm dalību ūvārija apkārtnes peritonejs. Turpretim dažām lašu zivīm ūvāriji ir masīvi un tiem ir sevišķi izvadceļi.

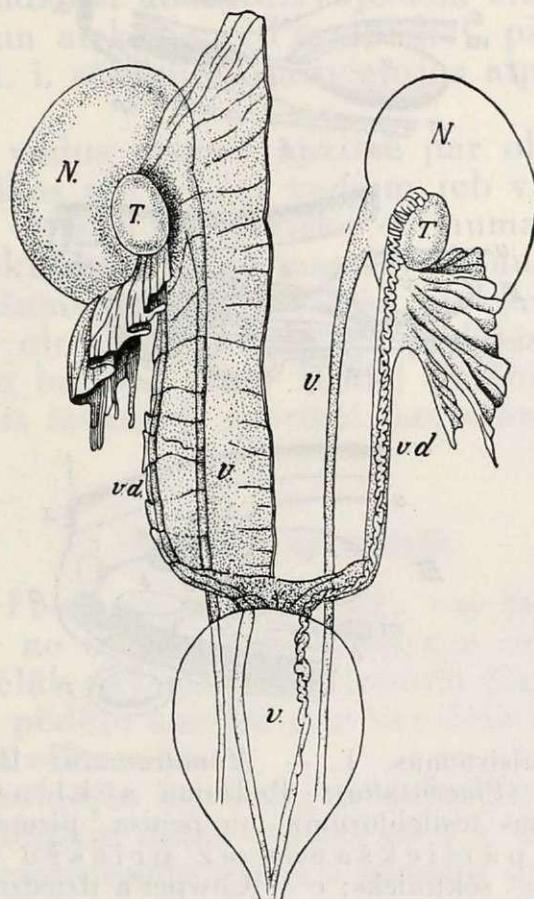
Abiniekim mēs atrodam pāru, ķekarveidīgus ūvārijus un pupasveidīgus, kompaktus sēkliniekus. Abējās gonadas riesta laikā stipri uzbriest, kamēr parasti tās ir neievērojamas.

Rāpuļiem ir pāru ģenitālijas, kas izskata ziņā, tāpat kā abiniekim, stipri piemērojas dzīvnieka ķermeņa formai. Čūskām un čūskveidīgām ķirzakām gonadas ir netikai ārkārtīgi izstieptas gaļumā, bet, piemērojoties telpai, kur tās atrodas, arī tā novietotas, ka viena var gulēt otrai priekšā. Turpretim platajiem, plakani saspiesiemi bruņurupučiem arī gonadas ir platas un kompakti būvētas. Nogatavojušies ūvāriji, kam olas, kas satur dzeltenumu, sabriest un iznāk uz dzimumdziedzeļa virsas, izskatās ķekarveidīgi, bet sēklinieki ir gludi, pupasveidīgi, pat cilindriski.

Nemot vērā **putnu** tuvo radniecību ar pārējiem zauropsīdiem, nav nekāds brīnums, ka arī to gonadas principā līdzinās rāpuļu gonadām. Tomēr ir ievērojams tas, ka sievišķam dzimumam parasti pilnīgi izveidots tikai kreisais ūvārijs, kamēr otrs kļuvis par neievērojamu rudimentu, ko bieži pat nevar vairs saskatīt. (Bieži mēdz apgalvot, ka tas vedams sakarā ar lidošanas spēju.) Turpretim sēklinieki ir pāru skaitā, ūvāli, pie nieļu orālā pola gulosi ķermeņi. Sēklinieku lielums stipri mainās, atkarībā no tam, vai tie pašlaik darbojas, vai atrodas miera stāvoklī. Ap-

auglošanās laikā tie bieži sabriest desmit reizes lielāki nekā miera stāvoklī. Visiem zuropsīdiem gonadas ir ar saitēm, mezōvārijiem un mezorchijiem, piestiprinātas pie ķermeņa dobuma sienas.

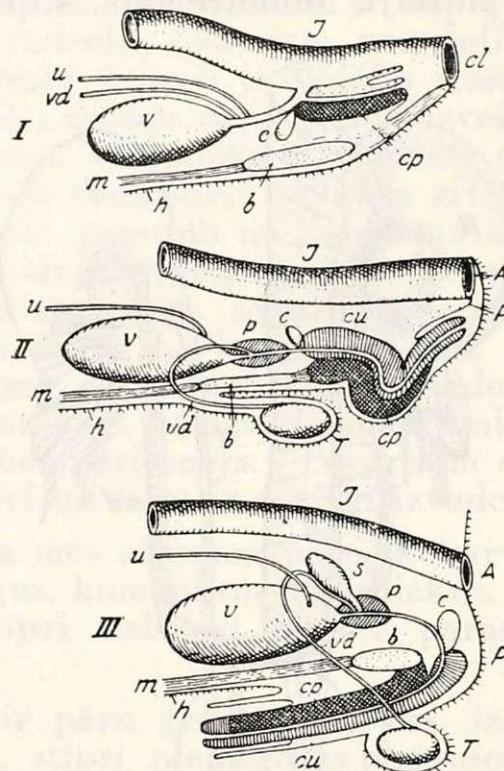
Zīdītāju pāru gonadas sākumā veidotas pēc līdzīga plāna kā zuropsīdiem un piestiprinātas pie ķermeņa sienas. Bet tieši šai klasē ir vesela rinda ievērojamu savādību. Zemākie zīdītāji, Monotremata, stipri atgādina put-



Zīm. 173. Ziloņa vīrišķie dzimumorgani. v — ūrīnpūslis, iezīmēts caurspīdīgs; vd — sēklas vads; N — nieris; T — sēklinieks; U — ūrēters (pēc Weber'a).

nus tai ziņā, ka arī šeit mātītēm funkcionē tikai kreisā olnīca, kamēr labā ir vairāk vai mazāk sašukusi. Šai parādībai, izņemot tikai zuropsīdu radniecību, nav cita izskaidrojuma. Visiem citiem zīdītājiem, somainiem un placentāļiem, abas gonadas attīstītas simmetriski. Monotremiem olnīcas ir vienmēr ļekarveidīgas, bet placentāļiem tādas mēdz būt reti. To virspusē atrodas t. s. Graaf'a follikuli (sk. I. daļu), kas pēc nobriešanas pārplīst, un šo vietu tad aizpilda corpora lutea (dzeltenuma ķermeņi),

sarecējušām asinīm un saistaudiem pildītas rētas. Olnīcas sākumā ir ar īsu mezōvāriju piestiprinātas pie izcelšanās vietas, pa labi un pa kreisi no mugurkaula, bet tad, šai saitei embrionālās dzīves laikā pagarinoties, tās pārvietojas arvien vairāk uz kaudālo pusī. Šo parādību dēvē par descensus ovariorum, bet tā nekad nerada tik lielas pārmaiņas gonadu topografiskā stāvoklī, kā to gan-



Zīm. 174. Urogenitālsistēmas. I — *Monotremata*; II — *Marsupialia*; III — *Monodelphida* (*Placentalia*). Redzama sēklinieku pārvie-
tošanās (descensus testiculorum) un penisa pirmatnējais stāvoklis
(I un II), kā arī tā pārliekšanās uz priekšu (III); A — tūplis;
I — gala zarna; T — sēklinieks; c — Cowper's dziedzeris; cl — kloāka;
cp — corp. fibrosum; cu — corp. spongiosum; h — vēdera āda; m — vē-
dera muskulis; p — prostata; s — glandula vesicalis (sēklas vāda palīg-
dziedzeris); u — ūrēters; v — ūrīnpūslis; vd — sēklas vads (pēc
Weber'a un Boas'a).

drīz vienmēr redzam zīdītāju vīrišķam dzimumam (sēklinieku pārvietošanās, descensus testiculorum). Tikai ļoti nedaudziem zīdītājiem, kā kloākaiņiem un ziloņiem, sēklinieki paliek apmēram pirmatnējā vietā (priimārā testikondija). Citiem (sliņķiem) sēklinieki, līdzīgi mātišu olnīcām, tikai mazliet pārvietojas. Zīdītāju lielākajam vairumam sēklinieki atstāj vēdera dobumu, lai uz laiku vai ilgstoši novietotos sevišķā vēdera ādas somā, pāru skrotālā somā. Šai somā, bez sēkliniekiem, vēl ie-

stiepjas vēderplēves soma, vēdera sienas muskulātūra un daļa t. s. sēklinieku saites, gubernaculum testis jeb Hunteri. Ja abas skrotālās somas pilnīgi norobežojas no vēdera dobuma un to savienotājas saites, processus vaginalis peritonei, izzūd, tad rodas skrotums, sēkliniekumai, kuŗā atrodas norobežotā peritoneālā dobuma daļa ar parietālo un viscerālo lapu. No ārpuses skrotumu pārklāj ķermenē āda. Nagu dzīvniekiem, plēsējiem un pērtiķiem skrotums ir attīstīts, tāpat arī somainiem, kur tas atrodas priekš vīrišķā dzimumcauruma. Turpretim daudziem ūdenī dzīvojošiem zīdītājiem (valiem, jūras govīm un airkājiem (Pinnipedia) piemīt sekundārā testikondija, t. i. sēklinieki pārvietojas atpakaļ vēdera dobumā.

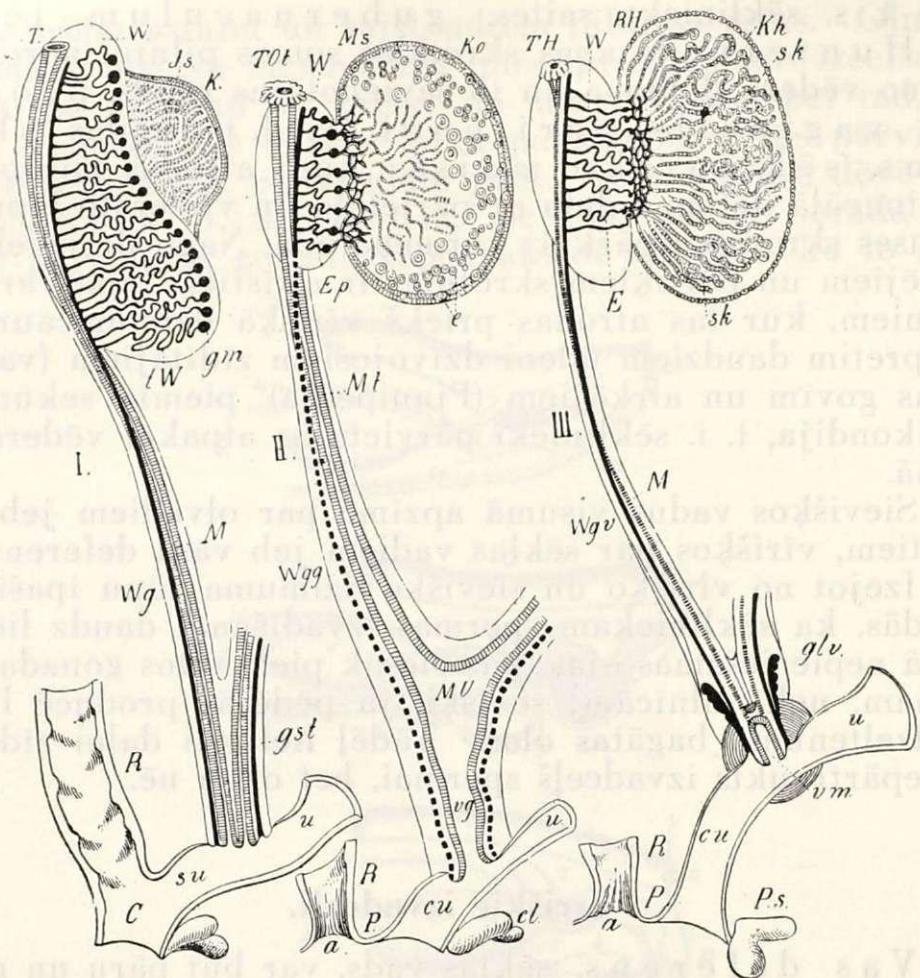
Sievišķos vadus visumā apzīmē par olvadiem jeb ūviduktiem, vīrišķos par sēklas vadiem jeb vasa deferentia.

Izejot no vīrišķo un sievišķo dzimuma šūnu īpašībām, izrādās, ka sēkliniekam spermas izvadīšanai daudz lielākā mērā nepieciešamas ejas, kas ciešāk pieklāutas gonadas dobumam, nekā olnīcām; sevišķi, ja pēdējās producē lielas, ar dzeltenumu bagātas olas. Tādēļ lielākai daļai zīdītāju ir nepārtraukts izvadceļš spermai, bet olām nē.

Vīrišķie izvadceļi.

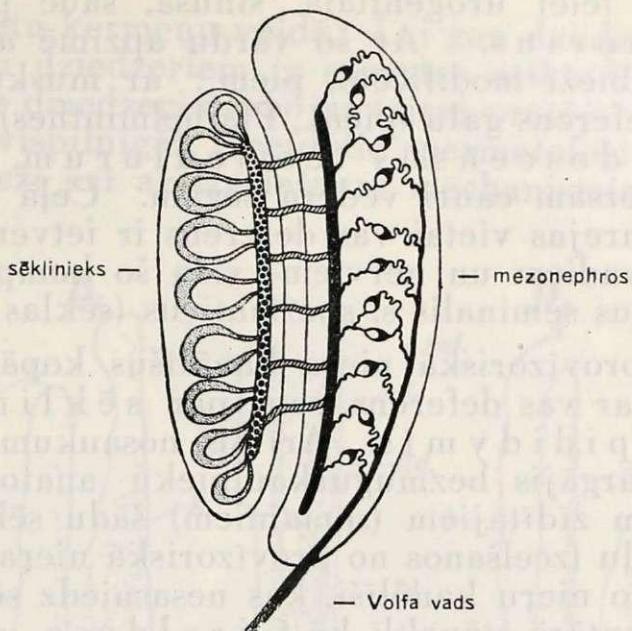
Vas deferens, sēklas vads, var būt pāru un nepāru. Tur, kur no diviem vai vairākiem sēkliniekiem atiet kanāli, kas vēlāk savienojoties izveido kopēju spermas izvadceļu, tikai pēdējo apzīmē par vas deferens, bet pāra kanālus par vasa efferentia.

Sevišķi īpatnējas šīs lietas ir zīdītājiem. Šeit spermas izvadceļi pa lielākai daļai veidotī nō t. s. ūroģenitālā savienojuma. Ar embrionālo vīrišķo gonādu savienojas ekskrēcijas organa — provīzoriskā nieņa kanāli, kas zemākiem zīdītājiem funkcionē visu dzīves laiku, bet amniotiem tikai embrionālās attīstības laikā. Atkarībā no provīzoriskā nieņa darbības ilguma, vai nu viena tā daļa (piem., vīrišķo abinieku dzimumnieris), vai arī viss provīzoriskais nieris (amniotiem) tiek izlietots savienojumam ar dzimuma dziedzeri. Tāpat arī provīzoriskā nieņa izvadceļš, Volfi vads, tikai amniotiem klūst vienīgi par sēklas vadu, anamnījiem tas tai pašā laikā kalpo arī kā ūrīnvads. Tie provīzorisko nieņu kanāliši, kas iet šķērsām, savienojas kā vasa efferentia ar sēklinieka sēklas kanālišiem. Šī savienošanās notiek sēklinieka Haigmora ķermenī, corpus

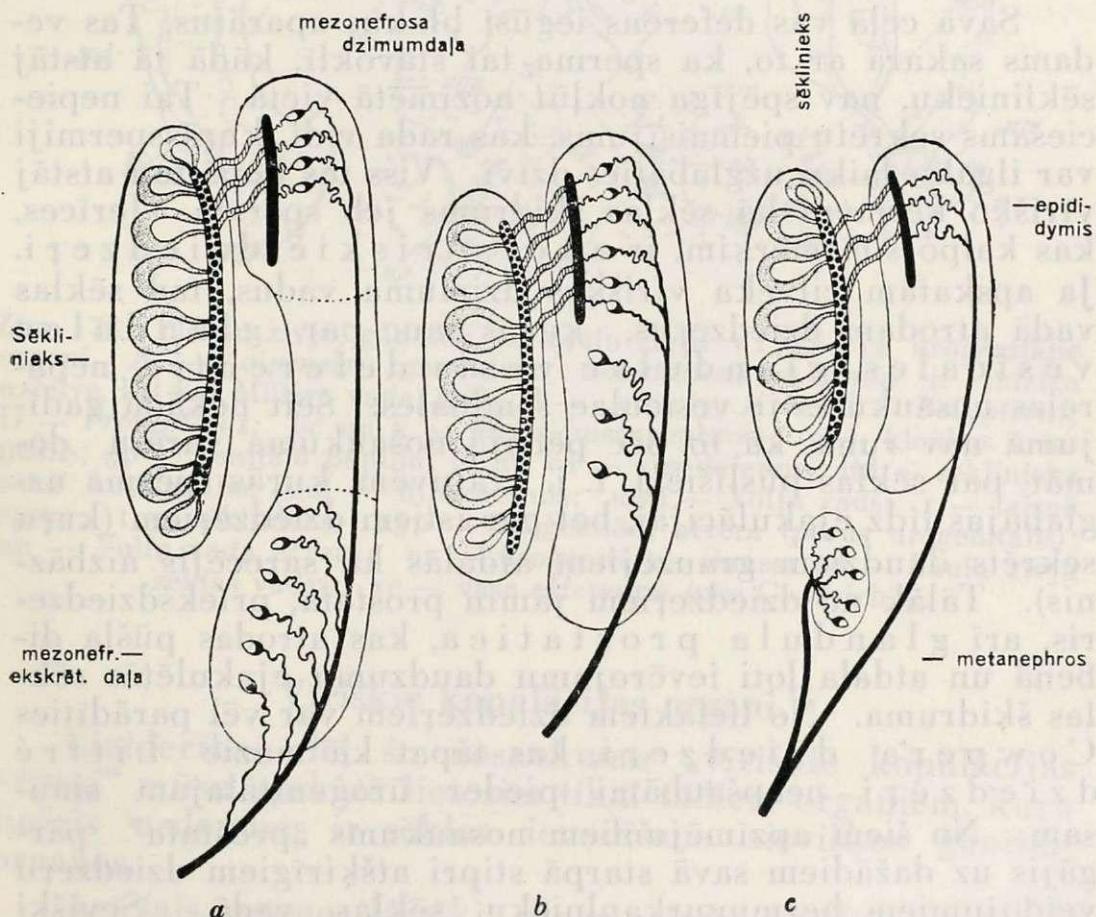


Zīm. 175. Ūrogenitālā aparāta attīstības schēmas. I — Indifferent stadija; II — sieviškie organi; III — vīriškie organi; a — tūplis; C — kloāka; cu — ūrogenitālais kanālis; e — olsūnas; E — sēklinieka piedēklis (epididymis); Ep — ovārija augšējais piedēklis (epophoron); gm — asinskapillāru kamoliņi (glomeruli); glv — glandula vesicalis; Js — pirmatnējās dzimumepitēlija stiegras; K — dzimuma jeb diglepitēlijs; Kh — sēklinieka diglepitēlijs; Ko — olnīcas diglepitēlijs; M — Millera vads; Mt — olvads; MU — dzemde; Ps — penis; R — taisnā zarna; KH — sēklinieka Haigmora ķermenis (corpus Highmori) ar kanālišu tīklveidīgo sokopojumu; sk — sēklas kanāliši; su — ūrogēnitālais sinuss; T — Millera vada piltuve (= Th — Morgāna piedēklis vai TOT — olvada piltuve); tW — Volfa kanāliši; u — ūrīnkanālis; vg — maksts; W — Volfa ķermenis (mesonephros) Wg — Volfa vads (= Wgg — Gartnera vads vai Wgv — sēklas vads); (pēc v. Mihalkovics'a).

H i g h m o r i (augstākām formām). Vasa efferentia sa-plūstot dod vas deferens, kas lielākai daļai mugurkaulnieku atveras katrā pusē gala zarnā, bet augstākiem zīdītājiem sevišķā sinus urogenitalis masculinus. Vas deferens galu, kas pūšla pamatā uz folliculus se-



Zīm. 176. Stores sēklinieka un tā piedēkļa savstarpējās attiecības (pēc v. d. Broek'a).



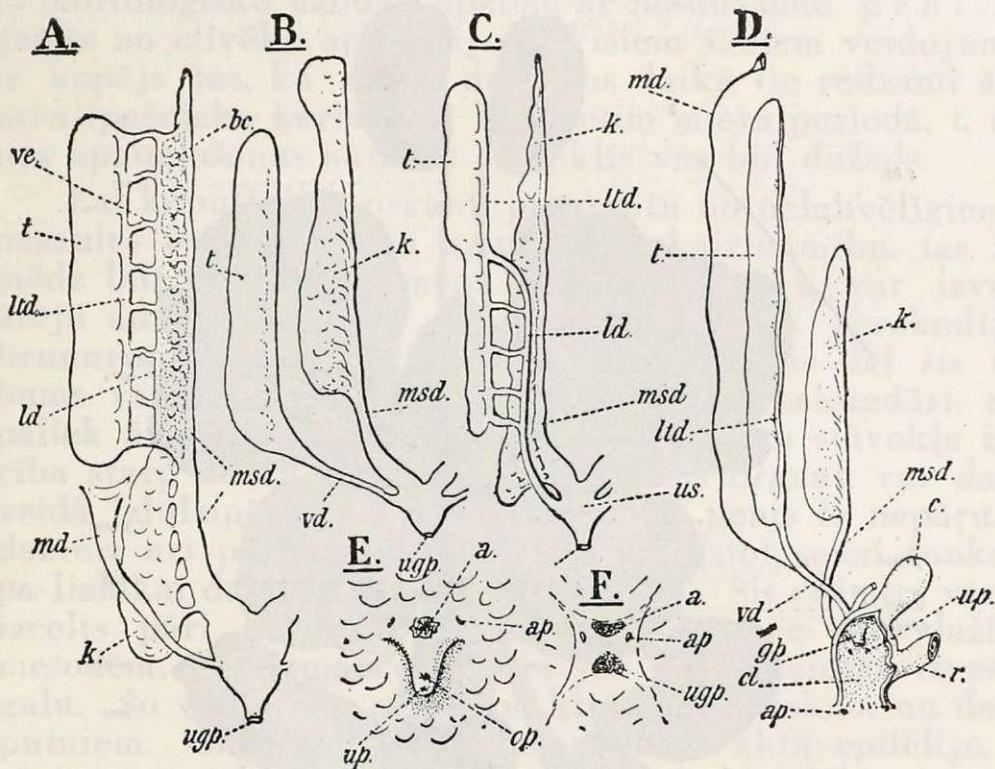
Zīm. 177. Sēklinieka, tā piedēkļa un sēklas izvadceļu savstarpējo attiecību schēma. a — haizivs; b — abinieks; c — amnioti (pēc v. d. Broek'a).

minalis ieiet ūroģenitālā sinusā, sauc par *ductus ejaculatorius*. Ar šo vārdu apzīmē arī bezmugurkaulnieku bieži modificēto, piem.: ar muskulātūru apgādāto, vas deferens galu (piem., *Plathelminthes*). Tur, kur zīdītājiem ir *descensus testiculorum*, vas deferens stiepjas šķērsām cauri vēdera segām. Celā no sēklinieka līdz šai caurejas vietai vas deferens ir ietverts no muskuļiem, asinsvadiem un nerviem; visu šo kompleksu apzīmē par *funiculus seminalis s. spermaticus* (sēklas stiegru).

Visus provīzoriskā nieņa kanālišus kopā, kas savieno sēklinieku ar vas deferens, sauc par *sēklinieka piedēkli*, *epididymis*. Arī šis nosaukums ar nelielām tiesībām pārgājis bezmugurkaulnieku anatomijā. Starp citu, dažiem zīdītājiem (somainiem) šādu sēklinieka piedēkla kanālu izcelšanos no provīzoriskā nieņa apstrīd. Citi provīzorisko nieņu kanāliši, kas nesasniedz sēklinieku, paliek rudimentārā stāvoklī kā *Giraldès'a organis*, paradiydis un ar kātiņu apgādātie *Morgana piedēkli*. (hidatīdi).

Savā celā vas deferens iegūst blakus aparātus. Tas ve-dams sakarā ar to, ka sperma tai stāvoklī, kādā tā atstāj sēklinieku, nav spējīga nokļūt nozīmētā vietā. Tai nepieciešams sekrētu piemaisījums, kas rada vidi, kuŗā spermiji var ilgāku laiku uzglabāties dzīvi. Viss tas kopā tad atstāj vīrišķo ķermenī kā sēklas šķidrums jeb sperma. Ierīces, kas kalpo šim mērķim, ir *accessoris ductus*. Ja apskatām cilvēka vīrišķos dzimuma vadus, tad sēklas vadā atrodam dziedzeļus, kuŗus sauc par *vesiculae glandulae* *vesicales*, *glandulae vasorum deferentium*, nepareizs nosaukums ir *vesiculae seminales*. Šeit nekādā gadījumā nav runa, kā to pēc pēdējā nosaukuma varētu domāt, par sēklas pūslīšiem, t. i. krātuvēm, kuŗās sperma uzglabājas līdz ejakulācijai, bet par īstiem dziedzeļiem (kuŗu sekrēts daudziem grauzējiem atdalās kā sarecējis aizbāznis). Tālāk no dziedzeļiem jāmin prostata, priekšdziedze-ris, arī *glandula prostatica*, kas atrodas pūšļa dibenā un atdala loti ievērojamu daudzumu ejakulētās sēklas šķidruma. No lielākiem dziedzeļiem var vēl parādīties *Cowper'a ductus*, kas tāpat kā mazie *Littre dziedzeļi* neapšaubāmi pieder ūroģenitālajam sinu-sam. No šiem apzīmējumiem nosaukums „*prostata*“ pārgājis uz dažādiem savā starpā stipri atšķirīgiem dziedzeļu veidojumiem bezmugurkaulnieku sēklas vadā. Sevišķi komplikēti dziedzeļu organi atrodami tur, kur tēviņu sperma atdalās nevis šķidrā, bet *spermatoforu*, t. i. vairāk

vai mazāk cietu ķermeņu veidā. Lai gan daudzu dzīvnieku akcesoriiskiem dziedzeriem ir spermas atšķaidīšanas loma, bet še minētie dziedzeri darbojas taisni pretēji. No mugurkaulniekiem visplīnīgāk izveidotie spermatofori ar spermas krātuvēm, bieži arī ar izsviešanas mēchanismiem, ir tritoņiem.



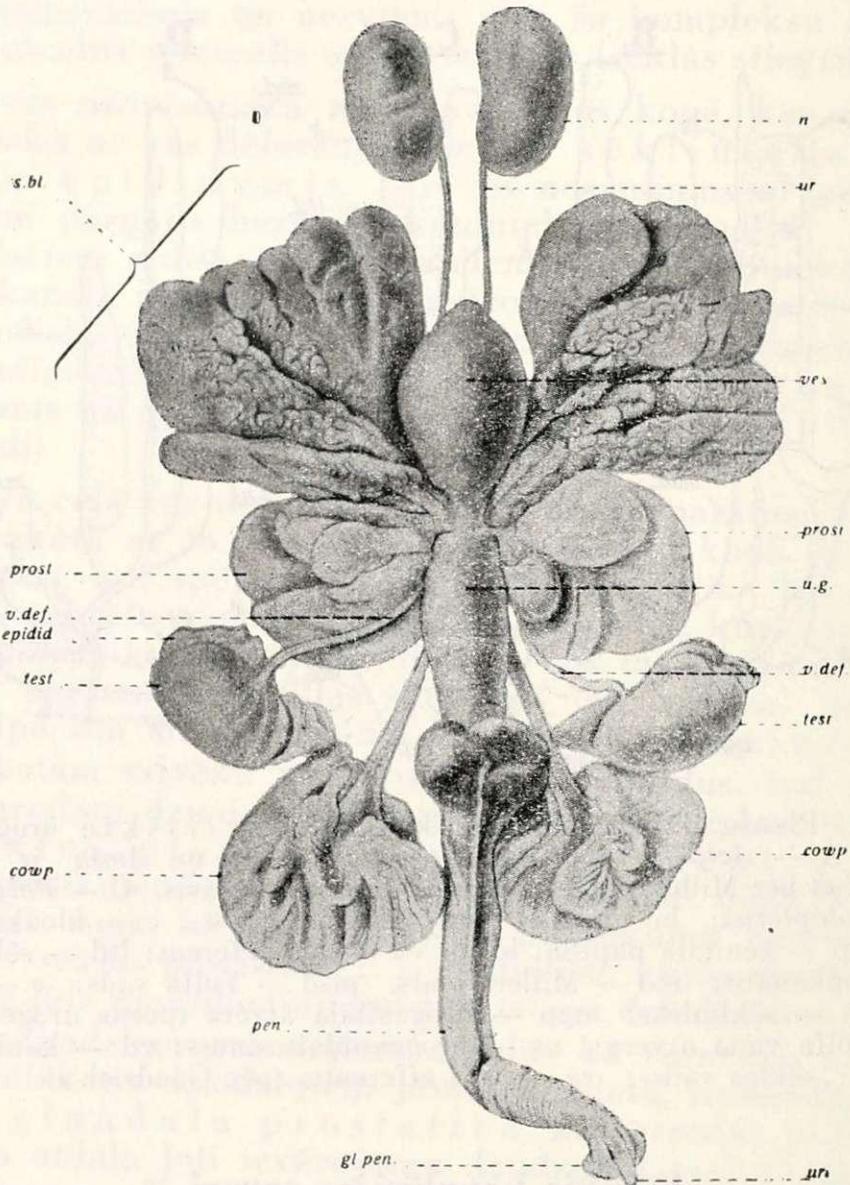
Zīm. 178. Plaušu zivju, ganoīdu un kaulu zivju **vīrišķie ūroģenitālie organi**. A — *Acipenser* (ganoīdiem *Lepidosteus* un *Amia* ir līdzīga uzbūve, bet bez Millera vada, md); B — kaulu zivis; C — *Polypterus*; D — *Protopterus*; bc un k — nieris (mesonephros); ld un vd — vas deferens; ltd — sēklinieka sānu kopkanālis; gp — ģenitālā papilla; msd — Volfa vads; r — taisnā zarna; t — sēklinieks; ugp — ūroģenitālā atvera (porus urogenitalis); up — Volfa vada atvera; us — ūroģenitālais sinuss; vd — kaula zivju „sēklas vads»; ve — vasa efferentia (pēc Goodrich'a).

Vīrišķie kopulācijas organi.

Lietderības dēļ šo nosaukumu „vīrišķie kopulācijas organi“ mūsu apskatā lietosim tikai tādiem organiem, kuŗu tiešais uzdevums ir sēklas ievadīšana sievišķos ģenitālorganos.

Arī šais organos jāizšķir divas principiāli dažādas, morfoloģiski viena ar otru nesalīdzināmas katēgorijas. Pirmai katēgorijai pieder organi, kas ir iekšējo sēklas izvadceļu tiešs turpinājums. Tie var būt vai nu no pašu ģenitālceļu

pārveidotām beigu daļām, vai arī no veidojumiem, kas atrodas vīrišķā dzimumcauruma apkārtnē. Šādus veidojumus mēs visumā apzīmējam par p r i m ā r i e m kopulācijas organiem. Otrā katēgorija aptver veidojumus, kas fizioloģiskā ziņā gan darbojas kā apaugļošanas organi šaurākā nozīmē, bet kam morfoloģiskā ziņā sākumā ar ģenitāl-



Zīm. 179. Eža, *Erinaceus europeus* vīrišķie dzimumorgani. cowp — Cowper'a dziedzeri; epidid — sēklinieka piedēklis; n — nieris; pen — penis; prost — priekšdziedzeris (prostata); s.bl — „sēklas pūšķi”; test — sēklinieks; v.def. — sēklas vads; ves — ūrīnpūslis (pēc Schimkewitsch'a).

aparātu nav bijis nekā kopēja. Tikai sakarā ar funkcijas maiņu tie vēlāk stājušies dzimumdzīves kalpībā. Tos mēs saucam par sekundāriem jeb akcesoriiskiem

kopulācijas organiem. Pa lielākai daļai tie ir pārveidotas ekstrēmitātes vai arī apaugļošanas organos pārvērsto ekstrēmitātu daļas. Par dažiem organiem ir grūti teikt, vai tajos saskatāmi pīmārie vai akcesoriskie apaugļošanās organi.

Prīmāros kopulācijas organus visumā, neraugoties uz to morfoloģisko uzbūvi, apzīmē ar nosaukumu penis, kas ņemts no cilvēka anatomijas. Visiem šādiem veidojumiem ir kopējs tas, ka savas darbības laikā tie redzami ārpus sava īpašnieka ķermeņa. Turpretim miera periodā, t. i. ārpus apaugļošanas akta, to stāvoklis var būt dažāds.

Lai kopulācijas organu pasargātu no nelabvēlīgiem ārpasaules iespāidiem un uzturētu tā kairināmību, tas bieži mēdz būt ievilkts ķermeņa iedobumā, kuļu var izveidot ārējā āda (zīdītājiem) vai arī gala zarna (krokodīliem, bruņurupučiem). Sekundārās pārvietošanās dēļ šis iedobums var kļūt tik mazs, ka penis, tāpat sekundāri, atkal paliek ārpus ķermeņa virsmas. Formas un stāvokļa izšķirība starp mierā esošu un darbojošos organu var dažādā veidā izlīdzināties. Pa lielākai daļai penis ir nepāru, bet dažreiz arī pāru veidojums, kas, atbilstot savai funkcijai, pa lielākai daļai ir gandrīz cilindrisks. Šis cilindrs var tikt izceelts pāri ķermeņa virsmas līmenim pēc trim dažādām metodēm. 1. Izmaucot stobra jeb caurulveidīgā izvadceļa galu. Šo veidu mēs sastopam ķirzakām, čūskām un dažiem putniem. Šī gadījumā izmaukšanās aktā epitēlijs, kas pirms tam izklāja cauruli (vai rieu) no iekšpuses, tagad iznāk virspusē. 2. gadījumā penis ir stingra caurule, ko izveidojis vas deferens gals, un tā var tikt izbīdīta no ķermeņa in toto, pie kam izbīdīšanu veic attiecīgi muskuļi. 3. gadījumā ķermeņa iekšienē gulošā penis caurule var, uzņemot savu sabiezināto sienu iekšpusē šķidrumu, piebriest un tā iznākt uz āru. Šādu piebriešanu sauc par erekciju; to var izsaukt asinis vai limfatiskais šķidrums. Vispilnīgāk attīstīta tā ir zīdītājiem. Šie trīs dažādie penis izstiepšanās veidi var būt savstarpēji kombinēti. Tā, piem., ir erektili apaugļošanās organi, kuļos erekcijas norisei ir vairāk blakus nozīme un penis izstiepšanās galvenā kārtā notiek ar muskuļiem (bruņu rupuči un krokodīli); šāda izstiepšanās var būt arī kombinēta ar akla stobra izmaukšanos (putni).

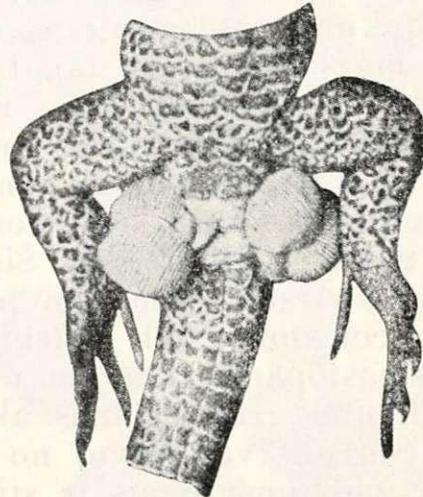
Savu sēklas izvadišanas uzdevumu penis var tikpat labi izpildīt kā caurules, tā rievas veidā. Tādēļ katrā klasē sastopami šie abi veidi.

Apskatot katru grupu atsevišķi, būtu jāatzīmē, ka lan-

cetniekam nav nekādu kopulācijas organu. Prīmāro kopulācijas organu nav arī apaļmutēm, zivīm, abiniekiem un lielākai daļai putnu. Tā tad tie sastopami galvenā kārtā tiem mugurkaulniekiem, kas pieder augstākām formām, t. i. amniotiem. Dažiem mugurkaulniekiem to vietā stājas akcesoriski veidojumi, kuŗus apskatīsim vēlāk.

Pats par sevi saprotams, ka tikai tur vīrišķiem mugurkaulniekiem ir apaugļošanas organi, kur notiek iekšējā apaugļošanās.

Lielākai tritonu daļai mātīte uzņem tēviņa izlaisto spermu aktīvi. Haizivīm atrodam neapšaubāmi akcesoris-kus organus. Kas attiecas uz *Gymnophiona*, tad nav skaidri zināms, vai tēviņam raksturīgā izmaucamā, apaugļošanai kalpojošā kloāka uzskatāma kā prīmārs vai sekundārs kopulācijas organs.

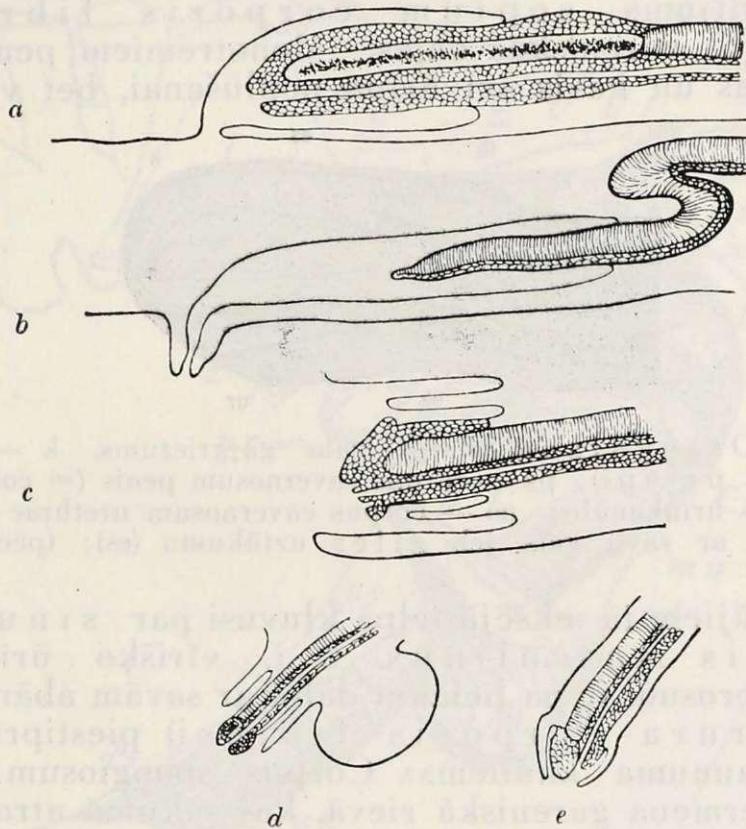


Zīm. 180. Kirzakas kopulācijas organi (maisi).

Arī attiecībā uz ķirzaku un čūsku izmaucamiem pāri kopulācijas stobriem, kas apgādāti ar sēklas rieu un miera stāvoklī atrodas aiz kloākas šķērsspraugas, no vienas puses, pastāv uzskats, ka tie radušies no dziedzeļiem un būtu tādēļ uzskatāmi kā sekundāri apaugļošanos organos pārvērsti veidojumi. No otras puses, turpretim, šos organus, saskaņā ar to izcelšanās vēsturi, uzskata par prīmāriem kopulācijas organiem. Pavisam bez kopulācijas organiem ir *Hatteria*. Neapšaubāmi prīmārs ir nepārlais bruņu rupuču un krokodīlu kopulācijas organs (*phallus*), kas, kā mediāls, ar rieu apbalvots izcilnis atrodas uz ventrālās kloākas sienas. Šķērsgriezumos tajā var saskatīt šī zīdītāju penisa izpratnei tik svarīgā organa ievērojamākās struktūras īpatnības. Spēcīgs fibrōzs, šķiedrains ķermenis (*corpus fibrosu m*), kuŗa erektilitāte ir ļoti niecīga, savā dorsālā rievas

veidīgā gareniskā padziļinājumā satur stipri erektilus sūkļveidīgus audus (*corpus spongiosum*), kas izklāj ar glotādu pārvilkto sēklas rievu.

Šim tipam līdzīga penis forma ir strausam. Tikai tam uz ventrālās penis virsmas gareniski gul vēl sevišķs elastīgs ķermenis. Bez tam penis galotnē atrodas sūkļveidīgu audu sakopojums, kas, varbūt, ir homologs daudzu zīdītāju penis zilei (*glans penis*).

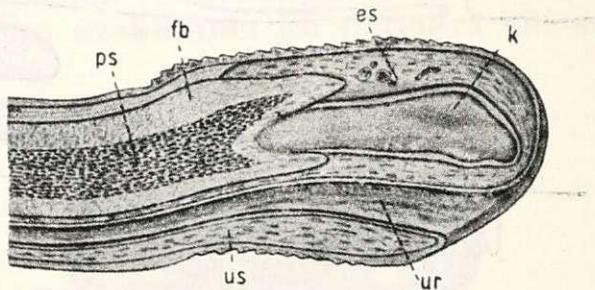


Zīm. 181. Dažādas prēpučiāl somas attīstības pakāpes. a — plēsēji; b — vērsis; c — zirgs; d — pērtikis; e — cilvēks; tīkļveidīgi svītrots: *corpus spongiosum* un *glans penis* (zile); šķērsām svītrots: *corpus fibrosum*; punktēts: penisa kauls (pēc Gerhardt'a).

Visiem pārējiem skrējēju putniem (Ratitae: *Dromaeus*, *Rhea*, *Casuarius*), visām pīlēm un hoko putnam (*Crax*) pie minētām penisa sastāvdaļām pievienojas vēl jauna, proti, izmaucams akls stobrs, ar atveru penis galotnē. Uz tā virsmas, kas miera stāvoklī gul ventrāli, bet izmauktā stāvoklī dorsāli, atrodas sēklas rievas turpinājums. Pīlēm šis aklaus stobrs ir ievērojmi gaŗāks par ļoti stingro, bet īso penisa cieta daļu. Pārējiem putniem nav penisa, un, liekas, nevar būt šaubu, ka šāds stāvoklis radies sekundāri.

To apliecinā arī embrioloģiskie pētījumi. Dažiem stārkiem, laupītāju putniem un citiem lieliem putniem ir mēlesveidīgs penis rudiments.

Zīdītājiem penis, tāpat kā bruņurupučiem, krokodiliem un putniem, sastāv no fibrōza un sūkļveidīga ķermeņa. Tas tomēr stipri atšķiras no tām formām, kas līdz šim minētas, jo sēklas rieva ir pārveidojusies par slēgtu cauruli un sakarā ar to kļuvis cilindrisks arī corpus spongiosum, kas to izklāj. Corpus fibrosum ir te pāru, te nepāru organs. Pirmā gadījumā septum corporis fibrosi to sadala divās gareniskās daļās. Monotremiem penis kalpotikai sēklas un nevis arī ūrīna noplūšanai, bet visiem ci-



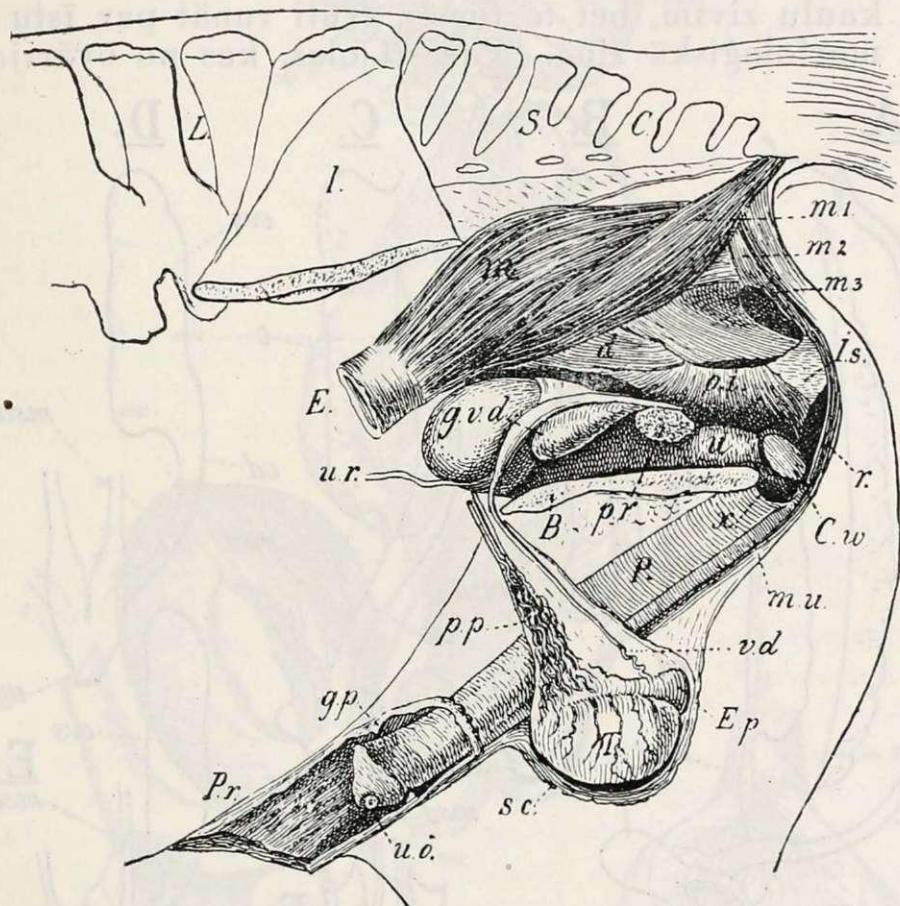
Zīm. 182. Orangūtana penisa gala gargriezums. k — penis a kauls (os priapi); ps — corpus cavernosum penis (= corpus fibrosum); ur — ūrīnkanālis; us — corpus cavernosum urethrae (= corpus spongiosum) ar savu gala jeb zīles uztūkumu (es); (pēc Weber'a).

tiem zīdītājiem tā iekšējā telpa kļuvusi par sinus urogenitalis masculinus, t. i. vīriško ūrīnkanālu. Corpus fibrosum ir pa lielākai daļai ar savām abām pamatdaļām (crura corporis fibrosi) piestiprināts pie blödas kaunuma kauliem. Corpus spongiosum atrodas fibrōzā ķermeņa gareniskā rievā, kas sākumā atradās dorsāli, bet vēlāk, sakarā ar penisa pārvietošanos (noliekšanos ventrālā un orālā virzienā), pārvietojusies uz ventrālās virsmas.

Penis, kas sākumā atrodas kloākā, līdz ar pēdējās izzušanu somainiem un vēl vairāk monodelfiem, vienmēr vairāk attālinās no gala zarnas izejas. Pie tam tas patur savu ietērpu, kas kā sevišķa soma (prēpuciālsoma) ir tā aizsargs miera stāvoklī.

Zīdītāju penisa iekšienē var parādīties daži jauninājumi. Tā bez corpus spongiosum var vēl parādīties akcesoriski briedķermenī (uzbriestoši ķermeņi). Daudziem zīdītājiem penisa galā izveidojas kutāns briedķermenis, kas iegūst zināmu patstāvību un var nākt sakarā ar corpus spongiosum. Tas ir glans penis, zīle, kas ārējās formas ziņā stipri variē. Citi akcesoriski briedķermenī sastopami ne-

pilnzobjiem (Edentata) un sikspārņiem (Chiroptera). Corpus fibrosum ir erektīls. Tā distālā galā var izaugt pārskrimšlojies (somainie) vai pārkaulojies turpinājums, kuŗu pēdējā gadījumā apzīmē par penisa kaulu, os penis, os priapi. Atzīmēsim, ka cilvēka anatomijā corpus fibrosum sauc par corpus cavernosum penis, bet corpus spongiosum par corpus cavernosum urethrae.



Zīm. 183. Ērzelā dzimumorgani. C. w — Cowper'a dziedzeris; E — gala zarna; Ep — epididymis; gp — penisa zīle (glans penis); g. v. d. — sēklas vada dziedzeris (gl. vasis deferentis); P — penis; Pr — praeputium; pr. — priekšdziedzeris (gl. prostatica jeb prostata); sc — scrotum; T — sēklinieks; u. r. un U — ūrēters; u. ö. — ūrīnkanāla atvērtne; v. d — sēklas vads (pēc Bang-Bendz'a).

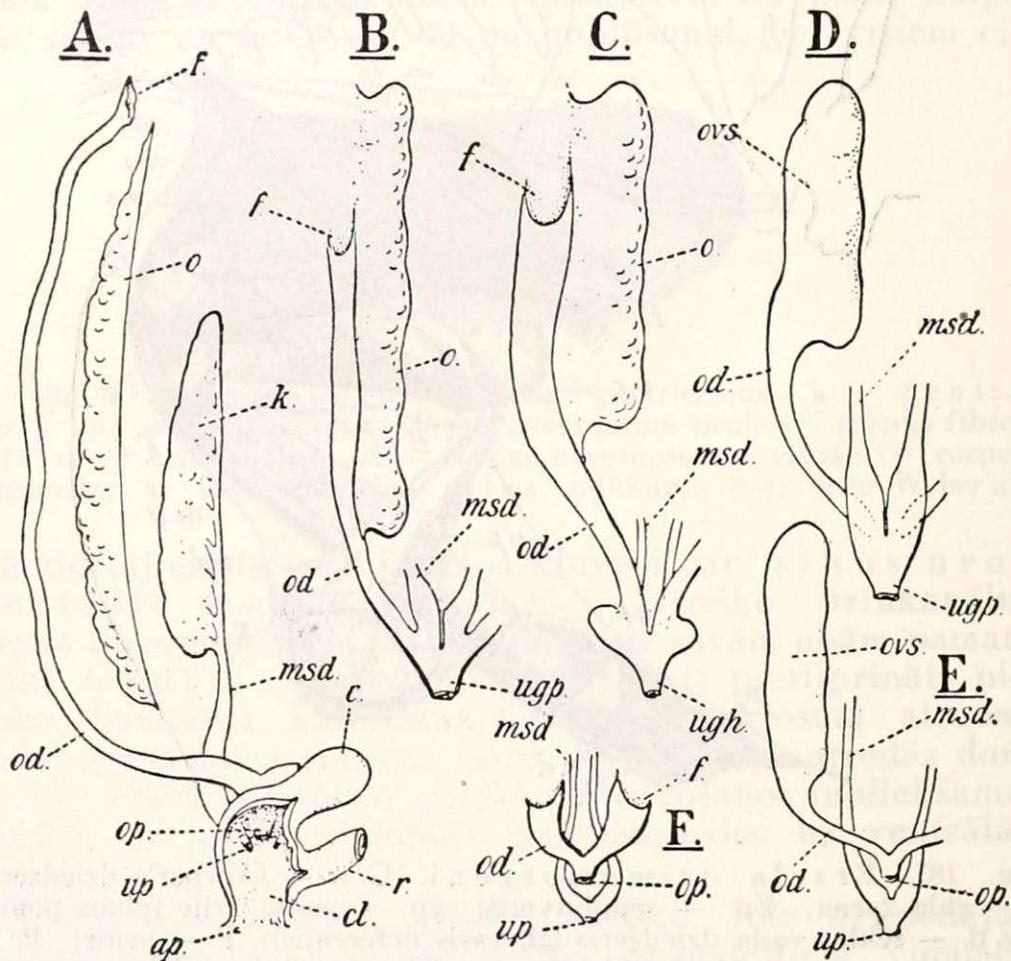
Jau minēju, ka starp mugurkaulniekiem *Gymnophion*'u un *plagiotremo* rāpuļu kopulācijas organi uzskatāmi par akcesoriskiem. Nav šaubu, ka par tādiem jāuzskata arī haizivju pāru pterigopodijsi jeb miksopteri-gijsi. Tie ir mediālie vēdera spuru stari, kas tēviņiem kluvuši patstāvīgi. Katra vēdera spura apbalvota ar sevišķi izveidotu skrimšla skeletu, rieu un dziedzeļu aparātu.

Kopulējot, tikai viens no šiem orgāniem tiek ievadīts mātītēm kloākā.

Sievišķie izvadceļi.

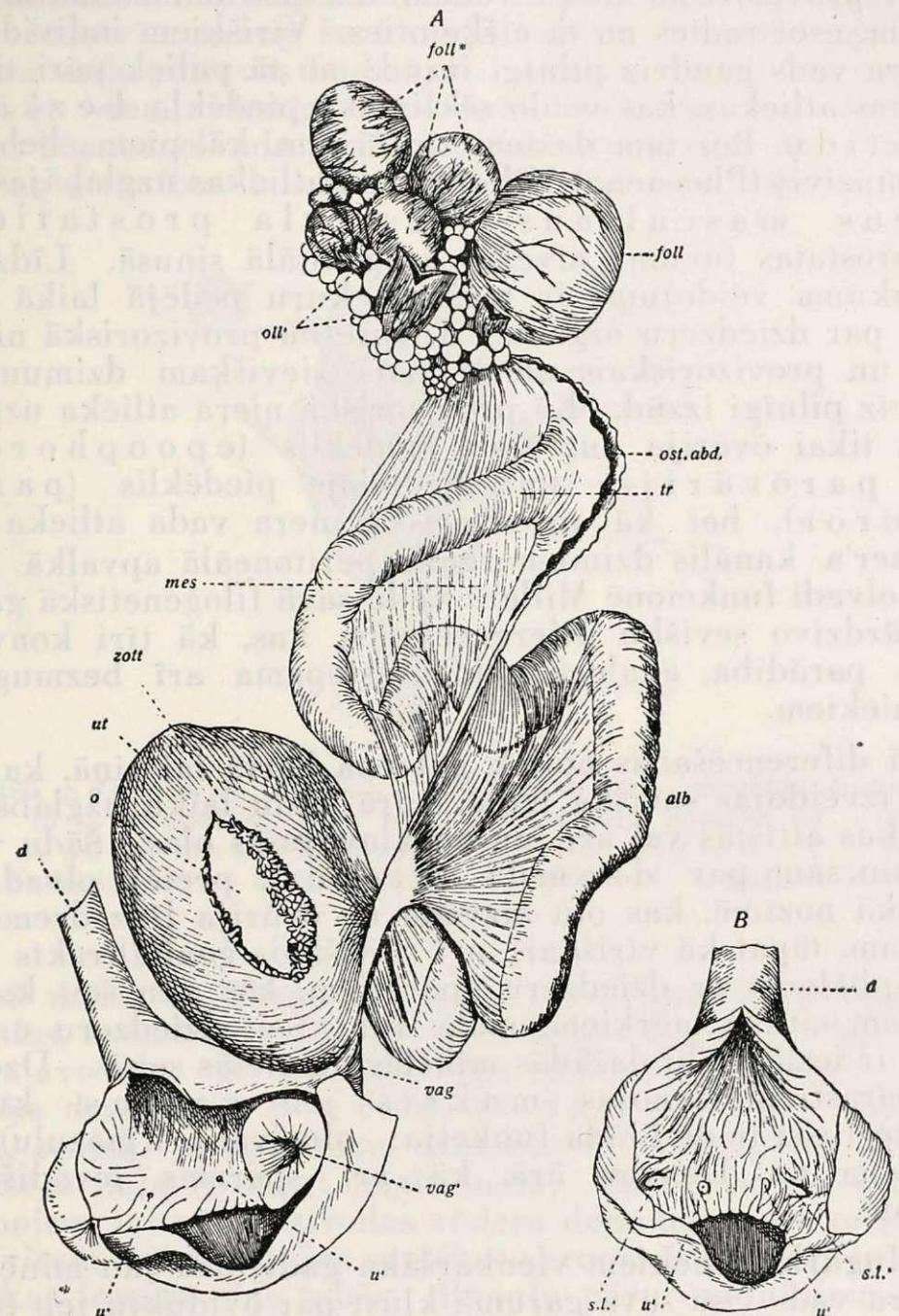
Sievišķos izvadceļus apzīmē par olvadiem, ūroģenitāliem.

Mugurkaulniekiem tikai retos gadījumos mēdz būt ne-pārtraukts izvadceļš olu pārnešanai no ūvārija. Tāds ir, piem., kaulu zivīm, bet te tomēr grūti runāt par īstu ūviduktu morfoloģiskā ziņā. Parasti olas, kas no ūvārija iz-



Zīm. 184. Augstāko zivju un plaušu zivju sievišķie ūroģenitālie kanāli. A — *Proptopterus*; B — *Polypterus*; C — *Amia*; D — *Lepidosteus*; E — kaulu zivs, kam olvads apaudzis olnīcu, F — lašu zivs; c — kloākas ūrīnpūslis; cl — kloāka; f — olvada atvērta piltuve; k — mesonephros; msd — mezonefrosa jeb Volfa vads; o — olnīca; od — olvads; op — ģenitālā papilla un atvērtne; ovs — olvada daļa, kas apaugusi olnīcu; r — taisnā zarna; ugp. — ūroģenitālā papilla; up — ūrīna kanāla atvērtne (pēc Goodrich'a).

nāk ķermeņa dobumā, uzņem sevišķs vads, kas, aizmeties embrionālās dzīves laikā, tikai mātītēm attīstās par funk-



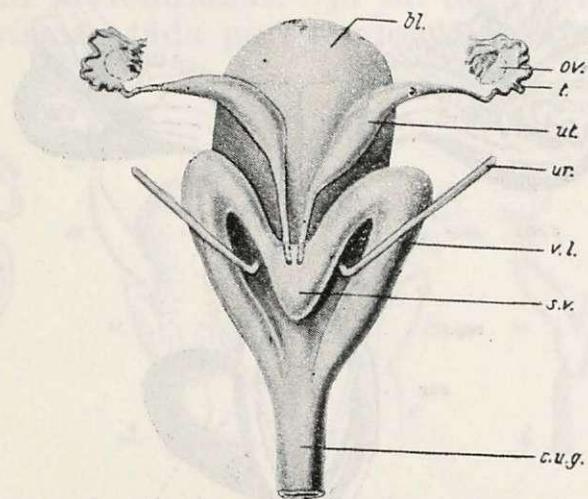
Zīm. 185. Vista, *Gallus domesticus*. A — mātītes dzimumorgani; B — tēviņa kloāka; alb. — olvada daļa, kas atdala olas baltumu; d — zarna; foll — nogatavojušies follikuli; foll' — pārplīsuši follikuli, dažādās degenerācijas pakāpēs; mes — vēdera plēves kroka, kurā iekārts olvads; ost. abd. — olvada piltuves atvērtne; o — ola (lai to redzētu, dzemdē iztaisīts caurums); s. l.' — papillas kloakā, uz kurām atveras sēklas vadi; tr — olvada piltuve; u' — ūrīnvadu atvērtnes kloākā; ut — dzemde; vag — maksts; vag' — māksts atvērtne kloākā; zott — dzemdes bārkstis (pēc A. Tichomiroff'a).

cionējošu organu. Tas ir Millera vads, kas iet parallelēli provizoriskā nieņa vadam un, pēc dažu zinātnieku domām, esot radies no tā atšķeļoties. Vīrišķiem individujiem Millera vads gandrīz pilnīgi izzūd; no tā paliek pāri tikai niecīgas atliekas, kas veido sēklinieka piedēkļa bezkāta hidatida. Bez tam dažiem zīdītājiem, kā, piem., bebrim un brūnzivij (Phocaena) Millera vadu atliekas uzglabājas kā uterus masculinus (vesicula prostatica), kas prostatas tuvumā atveras ūroģenitālā sinusā. Līdzīga nosaukuma veidojums ir trušiem, kurū pēdējā laikā uzskata par dziedzeļu organu. Turpretim provizoriskā nieņa vads un provizoriskais nieris pats sievišķam dzimumam gandrīz pilnīgi izzūd. Kā provizoriskā nieņa atlieka uzglabājas tikai ūvārija augšējais piedēklis (epoophoron) (jeb parovārījs) un mediālais piedēklis (paroophoron), bet kā provizoriskā nieņa vada atlieka — Garther'a kanālis dzimumorganu peritoneālā apvalkā. Kā pāru olvadi funkcionē Millera vadi, savā filoģenetiskā gaitā tie pārdzīvo sevišķu diferencēšanos, kas, kā tīri konvergēnta parādība, analogā veidā sastopama arī bezmugurkaulniekiem.

Šī diferencēšanās notiek galvenā kārtā tai ziņā, ka olvadā izveidojas sevišķa telpa, kurā kādu laiku uzglabājas olas, kas attīstās vai arī jau nogatavojušās olas. Šādu veidojumu sauc par dzemdi (uterus), pretēji olvadiem šaurākā nozīmē, kas olu aizvada no ūvārija līdz dzemdei. Bez tam, tāpat kā vīrišķais, arī sievišķais ģenitāltrakts var būt apbalvots ar dziedzeļu aparātiem, kas gan šeit kalpo pavisam citiem mērķiem, nekā tur. Šeit dziedzeļu uzdevums ir ieslēgt olu dažādās mīkstās un cietās segās. Dzemdei parasti pievienojas maksts jeb vagīna, kurai lielāko tiesu ir divējāda funkcija: olu (vai arī mazuļu) izvadišana no dzemdes ārā, kā arī spermas ievadīšana dzemdei.

Mugurkaulniekiem vienkāršākā gadījumā jau minētais Millera vads visā savā garumā klūst par ūviduktu jeb tubu (tuba Fallopii s. uterina, zīdītāju anatomijā). Tā kraniālais gals paliek valā, lai uzņemtu olas, kas no ūvārija iecēlo celomā. Dažiem ganoīdiem (Amia) un zīdītājiem (peles, ūdris) tubas peritoneālais apvalks, t. s. mesosalpinx, izveido ap ūvāriju pilnīgi noslēgtu somu, burasa ovarica; citiem zīdītājiem (Canidae) šī telpa vēl nav galīgi norobežota un kommunicē ar vēdera dobumu. Vienkāršākais veids Millera vadiem ir divi gandrīz parallēli kanāli, kas ar mezenterija krokas palīdzību piestiprināti pie

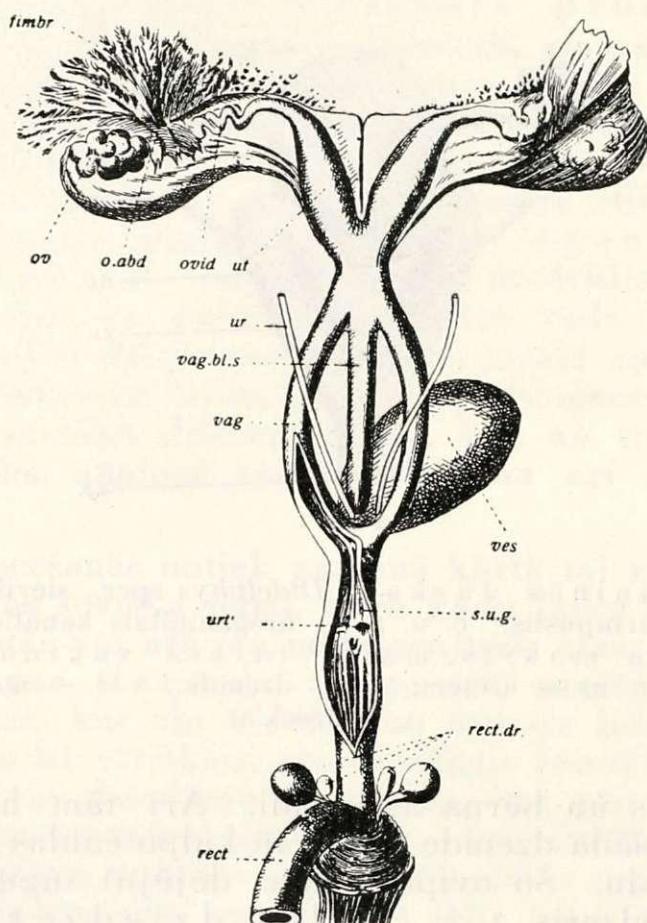
vēdera dobuma dorsālās sienas abās pusēs mugurkaulam. Lielākai daļai mugurkaulnieku tie nesavienojas viens ar otru; haizivīm saaug šo kanālu valējie krāniālie gali — Millera vadu piltuves (zīdītāju ostium abdominale tubae) vienā vienīgā atvērtnē. Haizivīm, kas dzemde dzīvus bērnus, olvada paplašinājums izveidojies par dzemdi un olas attīstības laikā tanī ir diezgan cieši saistīti savā



Zīm. 186. S o m a i n ā s ž u r k a s, *Didelphys* spec., sievišķie dzimumorgani. bl — ūrīnpūslis; c. u. g. — ūroģenitālais kanālis; ov — olnīca sv — nepāru maksts maiss («trešā vagīna»); t — olvads (tuba Fallopii); ur — ūrēters; ut — dzemde; v. l. — maksts (pēc v. d. Broek'a).

starpā mātes un bērna asinsvadi. Arī tām haizivīm, kas dēj olas, ir šāda dzemde bet te tā kalpo čaulas izveidošanai ap gatavo olu. Šo ovipāro (olas dējēju) sugu čaulu rada sevišķs dziedzeris, t. s. č a u l a s d z i e d z e r i s. Abiniekim, sevišķi bezastainiem (vardēm un krupjiem), olvadu apakšējā daļa ir stipri paplašināta. Tie ir stipri izlocīti (tritoniem taisnāki), atrodas vēdera dobumā un uz to piltuvēm riesta laikā stiepjas sevišķas skropstainā epitelija svītras, kas ievada olas tubās. Rāpuļu pāru oviduktiem, kas šķirti atveras kloākā, ir olbaltuma un čaulas dziedzeļi, tāpat kā putniem. Atšķirība ir tāda, ka putniem attīstās tikai kreisais olvads, pie kam tā kaudālā daļa paplašināta par dzemdi, kurā olas čaula līdz dēsanai galīgi sacietē. No zīdītājiem monotremiem ir tādi pat apstākļi kā putniem, tikai šeit sastopam arī labo olvadu, kaut arī tas nefunkcionē. Arī šeit abi olvadi atveras katrs par sevi kloākā un to gala nodalījumus sauc par dzemdi. Bet, salīdzinot ar zauropsīdiem, šeit sastopamas lielas komplikācijas. Proti, līdz šim

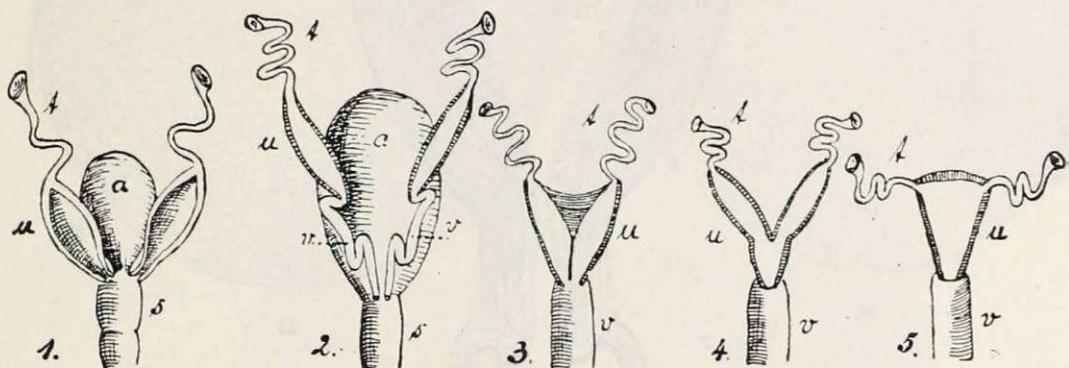
apskatītajam ģenitāltraktam pievienojas vēl viens, distāls nodalījums. Tas notiek tādā kārtā, ka tēviņam jau centrālās daļās tik cieši saistītās vairošanās un ekskrēcijas sistēmas, šeit savās kaudālās daļās cieši savienojas arī mātītēm, pie kam no šī savienojuma rodas *sievešķais siinus urogenitalis*. Robežā starp vienmēr nepāro sinus urogenitalis un sākumā pārīgiem Millera vadiem at-



Zīm. 187. V o m b a t a (s o m a i n i) sievišķais ūrogenitālāparāts. fimbri — olvadu bārkstis (fimbriae tubae); o. abd. — olvada piltuve (ostium abdominale); ov — olnīca; ovid — olvads (tuba Fallopii); rect — taisnā zarna; rect. dr. — tās dziedzeji; s. u. g. — ūrogenitālais sinuss; ur — ūrēters; vag — maksts; vag. bl. s. — nepāru maksts maiss («trešā vagina»); ves — ūrīnpūslis (pēc Brass'a).

vejas ūrīnpūslis. Sievišķiem somainiem sinus urogenitalis var savienoties ar gala zarnu par kloāku, kas gan ir stipri virspusēja. Visiem somainiem Millera vadu distālās daļas, makstis, ir pāru skaitā (tādēļ arī nosaukums *Didelphia*), bet tās var arī pie dzemdes robežas saplūst un no turienes iet kaudālā virzienā nepāru maksts maiss ar slēgtu galu, kas dažām kenguru sugām kā „trešā vagina“ dzimšanas aktā iespiežas ūrogenitālā sinusā. Dzemdes ir vārpstveidīgi,

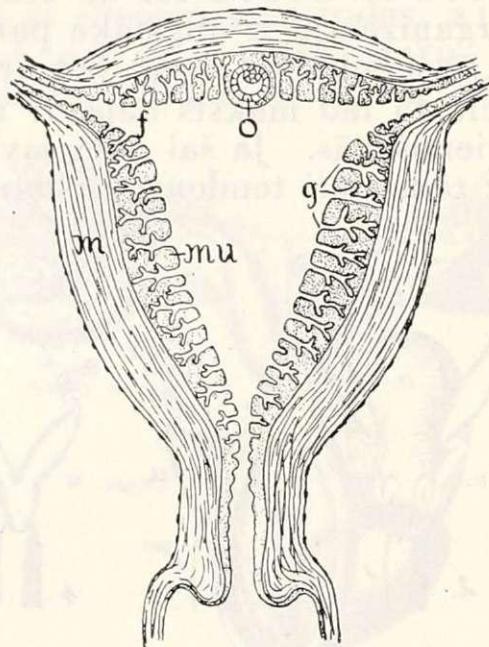
muskuļaini uztūkumi, kas krasī atdalās no tievajiem, bieži salocītiem, ar plašām piltuvēm apbalvotiem oļvadiem. Ľoti izteiktas ir monotremiem un valjiem iztrūkstošās bārkstis (*fimbriae tubae*), kas ietver piltuvi; viena no šīm bārkstiem, *fimbria ovarica* iet uz olnīcu. Visiem zīdītājiem, kuŗu organizācija ir augstāka par somainiem, sastopams ne tikai ūroģenitālais sinus, bet arī maksts kā ne-pāru kanālis. Šeit, tā tad maksts daļā, ir notikusi pilnīga Millera vadu savienošanās. Ja šai daļā savienošanās ir parasta, tad vismaz tāda pati tendence sastopama arī Millera



Zīm. 188. Zīdītāju dzemdes (uterus) formas. 1 — Monotremata; 2 — somainie; 3 — uterus duplex; 4 — *u. bicornis*; 5 — *u. simplex*; a — ūrīnpūslis; t — oļvads (tuba Fallopii); u — dzemde; s — ūroģenitālais sinuss; v — maksts (vagina); (pēc Weber'a).

vadu dzemdes daļā. Šī tendence pieaug līdz ar attiecīgās zīdītāju grupas vispārīgo attīstību. Tā rodas dzemdes formas, kurās pazīstamas kā *uterus duplex* ar divām šķirtām izejām makstī, *uterus bipartitus*, *bicornis* un, beidzot, kā *uterus simplex* ar pilnīgi saplūdušām abām dzemdēm (dažiem sikspārņiem, dažiem nepilnzobjiem, šaurdegunu pērtīkiem un cilvēkam). Abi Millera vadi galvas virzienā saaug līdz noteiktai robežai, no kuŗas tālāk oļvadi vienmēr paliek pāru skaitā. Tā ir vieta, no kuŗas atiet apaļā dzemdes saite, *ligamentum uteri rotundum*, kas stiepjas kaudāli līdz paslēpenēm. Viss dzemdes aparāts ir iekārts mezometrijā, kas uz abām pusēm turpinās par *ligamentum latum* (platu saiti), kuŗā atrodas dzemde ar saviem piedēkliem. Dzemdi raksturo tas, ka tās gļotādā ir dziedzeļi, t. s. ūterīnie dziedzeļi. Tais gadījumos, ja dzemde labi izveidota, tai ir spēcīga muskulātūra un labi izteikta izeja, os uteri, kas krasī iedodas makstī. Cilvēka anatomijs izšķir arī dzemdes ķermenī (*corpus*) un kaudāli novietotu dzemdes kaklu (*cervix*).

Tuba Fallopii reprezentēta katrā pusē ar ļoti šauru kanali, kas bieži ir stipri izlocīts un kuļa peritoneālais apvalks kā mesosalpinx veido ligamentum latum daļu. Zīdītāju tubas iekšpuse izklāta ar skropstainu epitēliju, kurā skropstas

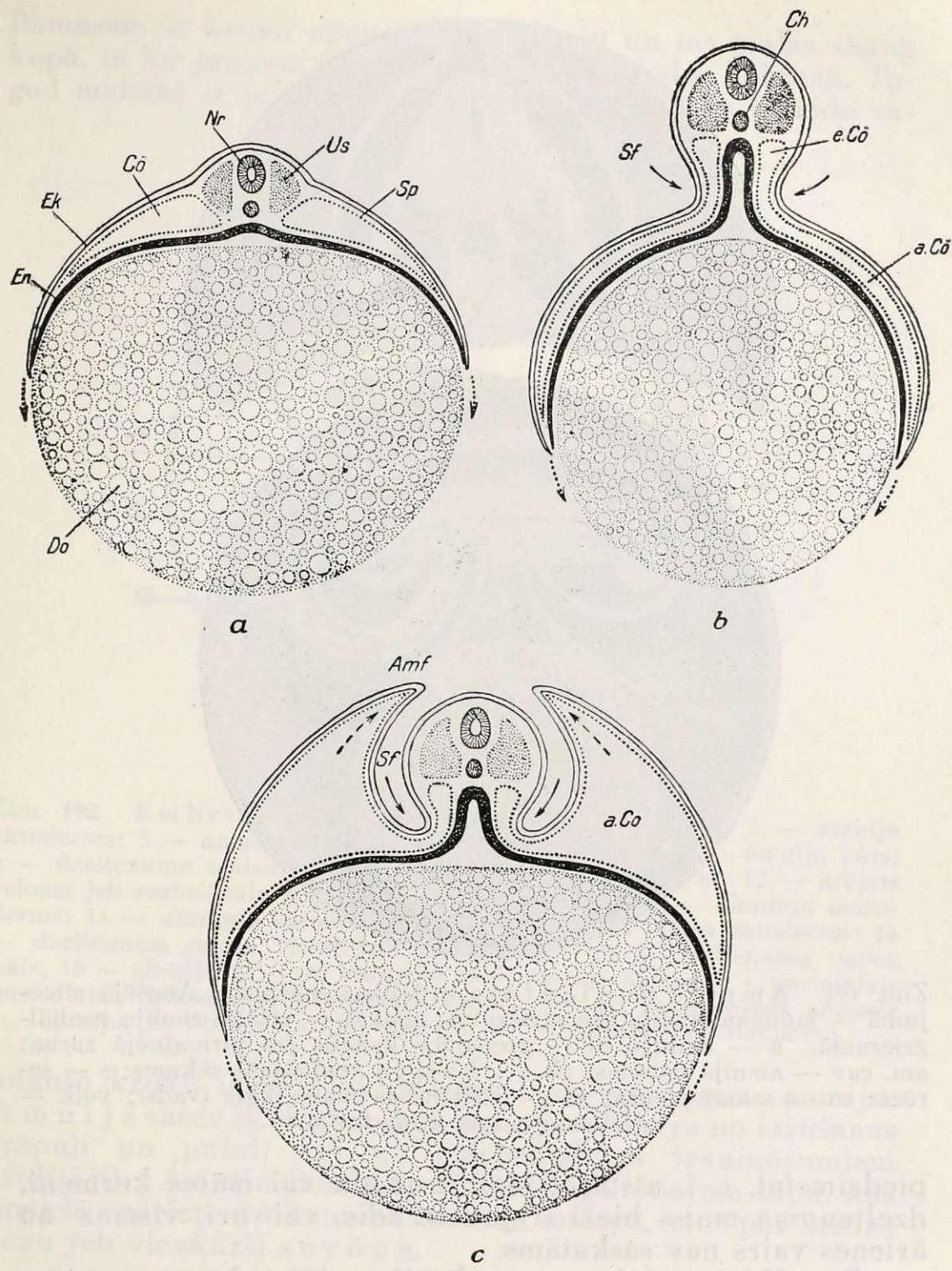


Zīm. 180. Vienkāršas dzemdes (*uterus simplex*) schēmatisks horizontālgriezums. f — olvada atvērtne; g — dzemdes epitēlija (mukozas) dziedzeļi; m — sienas muskulātūras kārta; mu — iekšējais epitēlijs (mucosa); o — jauns dīglis dzemdes epitēlijā (pēc Kingsley'a).

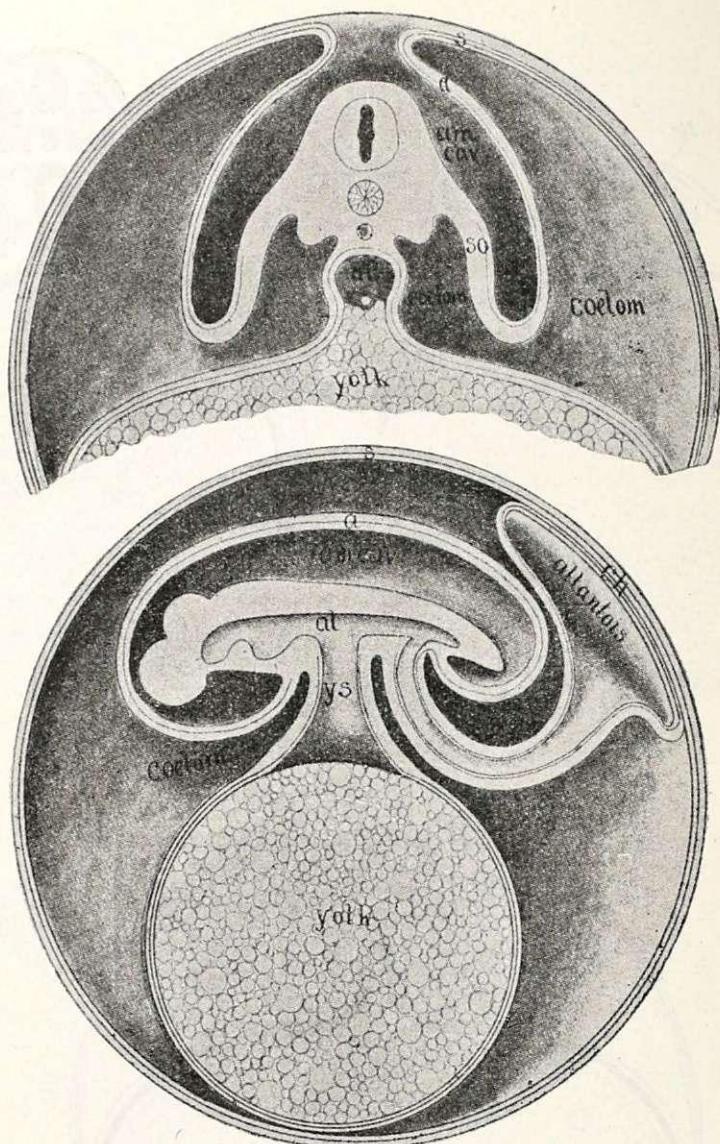
kustas dzemdes virzienā. Ostium abdominale platum ir svārstīgs, tāpat nav konstanta arī fimbriju klātbūtne.

Embrionālās segas.

Ja mugurkaulnieku ola satur daudz barības dzeltenuma, tad tas stipri ietekmē embrionālo organizāciju. Tādā gadījumā embrijā var izšķirt divas daļas: nākamā mugurkaulnieka īsto embrionālaizmetni un dzeltenuma māsiņu. Pēdējais ir ventrāls zarnas izspilējums ar barības dzeltenumu iekšā. Abas embrija daļas ar dziļu pāržmaugu var būt viena no otras atdalītas, pie kam sī pāržmauga bieži klūst par gaļu kātu. Dzeltenuma maisiņa, kā arī dzeltenuma kāta siena sastāv, skaitot no iekšas uz āru: no zarnas entoderma, embrionālā ķermeņa dobuma (celoma), mezoderma un ādas ektoderma. Dzīvniekiem



Zīm. 190. Ar dzeltenumu bagātu mugurkaulnieku embriju šķērsgrizeumi. a — zivs vai zauropsīdu embrijs pirms embrija ķermeņa norobežošanās no dzeltenuma maisiņa. b — zivs embrija ķermeņa norobežošanās no dzeltenuma maisiņa; c — amnija veidošanās rāpuļiem un putniem: Amf — amnija kroka; Ch — chorda; Cö — celoms; a.Cö — ārējais celoms jeb embrionālo segu celoms; e.Cö — embrija celoms; Do — dzeltenums; Ek — ektoderms; En — entoderms; Nr — nervu caurule; Sf — sānu krokas; Sp — mezoderma sānu plātnes; Us — pirmatnējie segmenti; visas bultas norāda attiecīgo kroku augšanas virzienu (pēc Kühn'a).

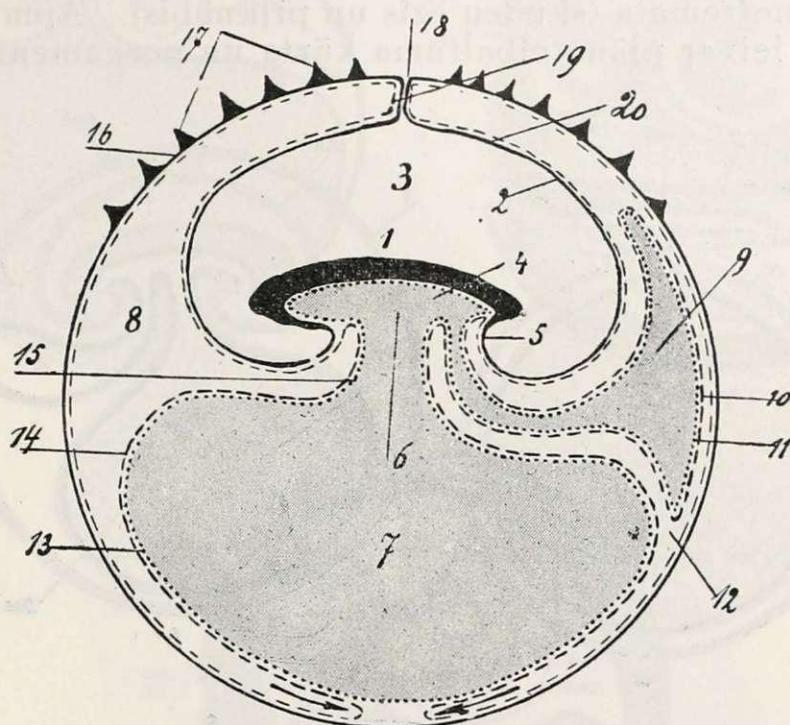


Zīm. 191. Amnijs un alantoja attīstības schēmas. Augšējā zīmējumā — jaunāka stadija šķērsgriezumā, apakšā — vēlāka stadija mediālgriezumā. a — amnijs; al — gremotājs kanālis jeb pirmatnējā zarna; am. cav — amnija dobums; ch — chorija veidošanās sākums; s — serōza; so — somatopleura; ys — dzeltenuma maisa kāts (vads); yolk — dzeltenums (pēc Kingsley'a).

piedzimstot, t. i. atstājot olas čaumalu vai mātes ķermenī, dzeltenuma maiss bieži ir jau izzudis, vai arī vismaz no ārienes vairs nav saskatāms.

Rāpuļiem, putniem un zīdītājiem (tā tad t. s. amniotu mugurkaulniekiem) embriju ietver īpašas embrionālās seegas (dīgla plēves), kas pēc savas izcelšanās ir savdabīgs jaunā dzīvnieka ķermeņa piedēklis un pēc piedzimšanas top nomests. Rāpuļu un putnu olās ap jauno embriju ķermeņa aizmetni rodas ļoti agrā attīstības stadijā riņķveidīga kroka, ko izveido ektoderms un ārējā mezoderma kārta.

Pamazām šī kroka apaug visu embriju un tās malas saaug kopā, tā kā jaunais organisms beidzot atrodas dobumā. Tagad maisiņš ir pilnīgi gatavs. Maisiņa segu, ko izveido sa-



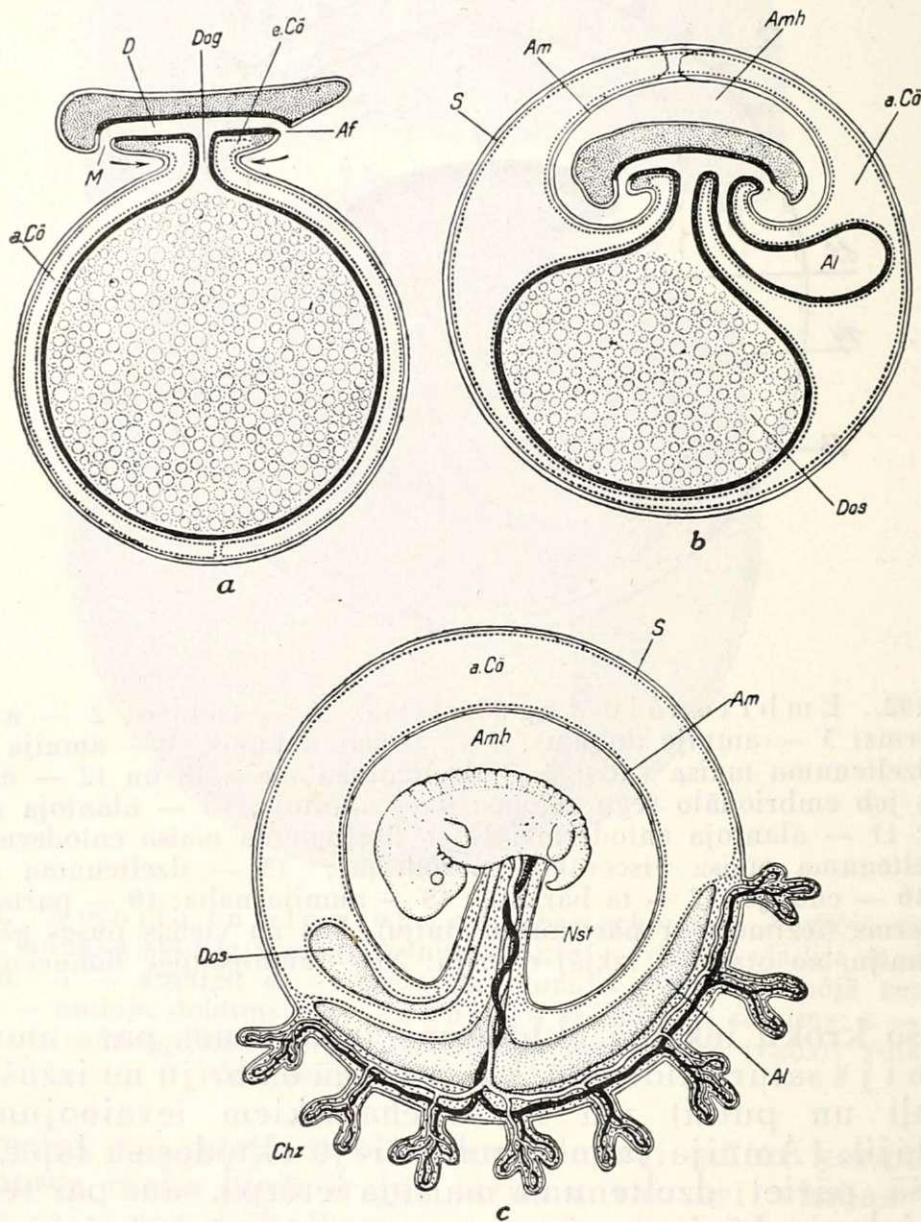
Zīm. 192. Embrionālo segu schēma. 1 — embrijs; 2 — amnija ektoderms; 3 — amnija dobums; 4 — zarnas dobums; 5 — amnija kāts; 6 — dzeltenuma maisa vads; 7 — dzeltenuma maiss; 8 un 12 — ārējais celoms jeb embrionālo segu celoms; 9 — alantojs; 10 — alantoja mezoderms; 11 — alantoja entoderms; 13 — dzeltenuma maisa entoderms; 14 — dzeltenuma maisa viscerālais mezoderms; 15 — dzeltenuma maisa kāts; 16 — chorijs; 17 — tā bārkstis; 18 — amnija naba; 19 — parietālais mezoderms (iezīmēts ar pārtrauktu līniju), kas no vienas puses pārsedz amniju, no otras — izklāj choriju; 20 — amnijs (pēc Bonnet'a).

augušo kroku ieksējā ektoderma lapa, sauc par amniju. Amnijis satur šķidrumu, kas pasargā embriju no izžūšanas (rāpuļi un putni) vai no mēchaniskiem ievainojumiem (zīdītāji). Amnija jauno kroku ārējo ektoderma lapu, kas apakšā pāriet dzeltenuma maisiņa ietērpā, sauc par serōzu segu jeb vienkārši s e r ō z u.

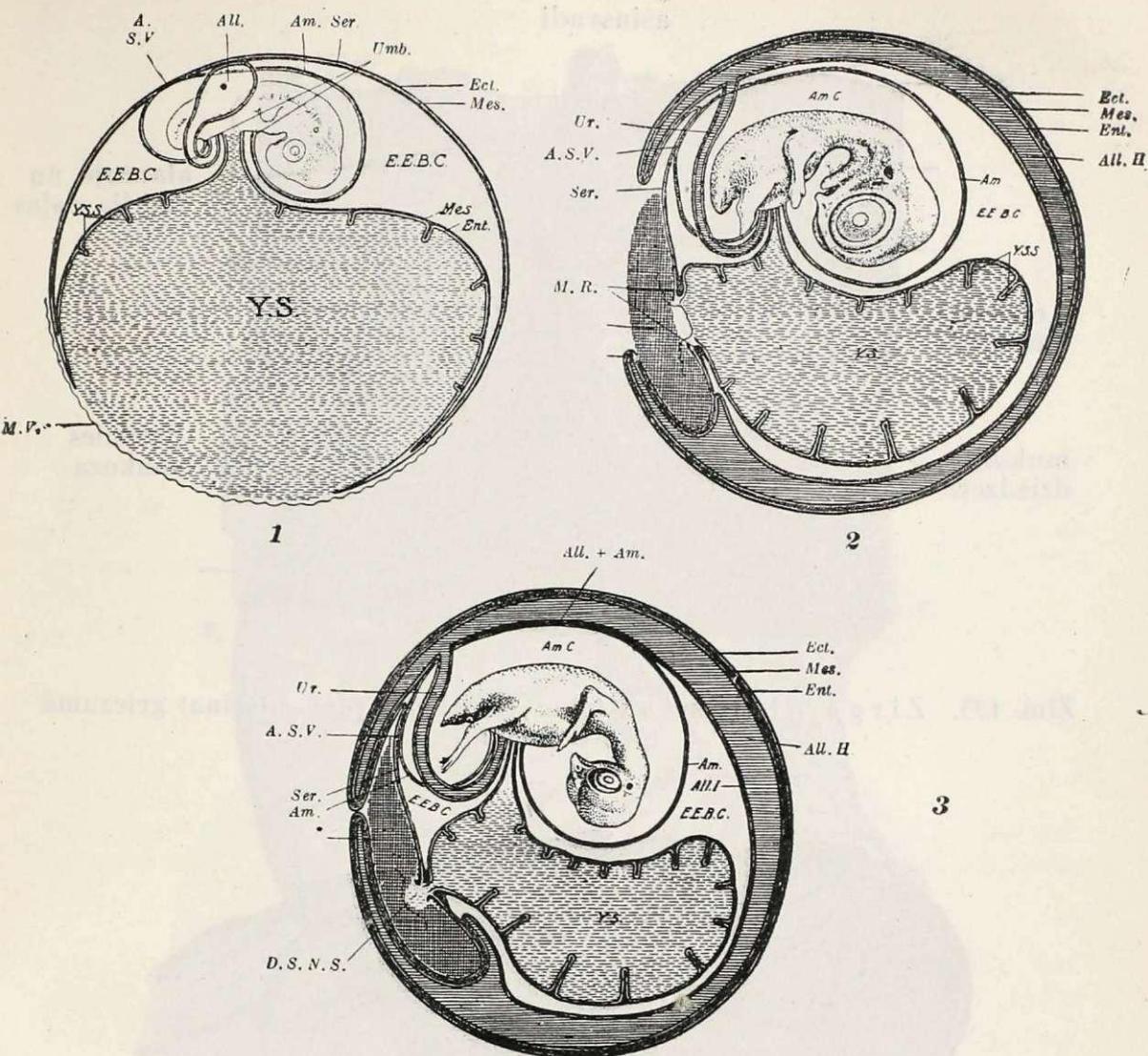
Līdz ar amnija izveidošanos, vai arī mazliet vēlāk, dobumā starp serōzu un amniju ieauģ zarnas pakaļgala sienas izspilējums, kas iekšpusē sastāv no zarnas entoderma, bet ārpusē no iekšējās mezoderma lapas (sk. šīs mācības grāmatas I. daļu). Šīs zarnas izspilējums, alantojs (allantois), pamazām iespiežas visās telpās starp amniju un serōzu un ar šauras ejas starpniecību paliek savienots ar

zarnas dobumu. Alantojam ir daudz asinsvadu un tas funkcionē pa daļai kā elpotājs organs, kuļa sienās notiek gāzu apmaiņa asinīs, pa daļai kā embrionālais ūrīna pūslis.

Kas attiecas speciāli uz zīdītājiem, tad šeit olas dēj tikai Monotremata (skudru ezis un pīlknābis). Apm. 1½ cm lielo olu ietveļ plāna olbaltuma kārta un pergamentveidīga



Zīm. 193. Mugurkaulnieku embrionālie papildorgāni. a — zijs embrījs; b — zauropsīdu embrījs; c — zīdītāju embrījs; schēmatizēti gaģriezumi. Artērijas — melnas, venas gaišas (ar oksidētām asinīm); Af — tūplis; Al — alantojs; Am — amnijss; Amh — amnija dobums; Chz — chorija bārkstveidīgie izaugumi; a.Cō — ārējais celoms jeb embrionālo segu celoms; e.Cō — embrīja celoms; D — zarna; Dog — dzeltenuma maisa kāts (vads); Dos — dzeltenuma maiiss; M — mute; Nst — nabas stiegra; S — serōza (pēc Kühn'a).

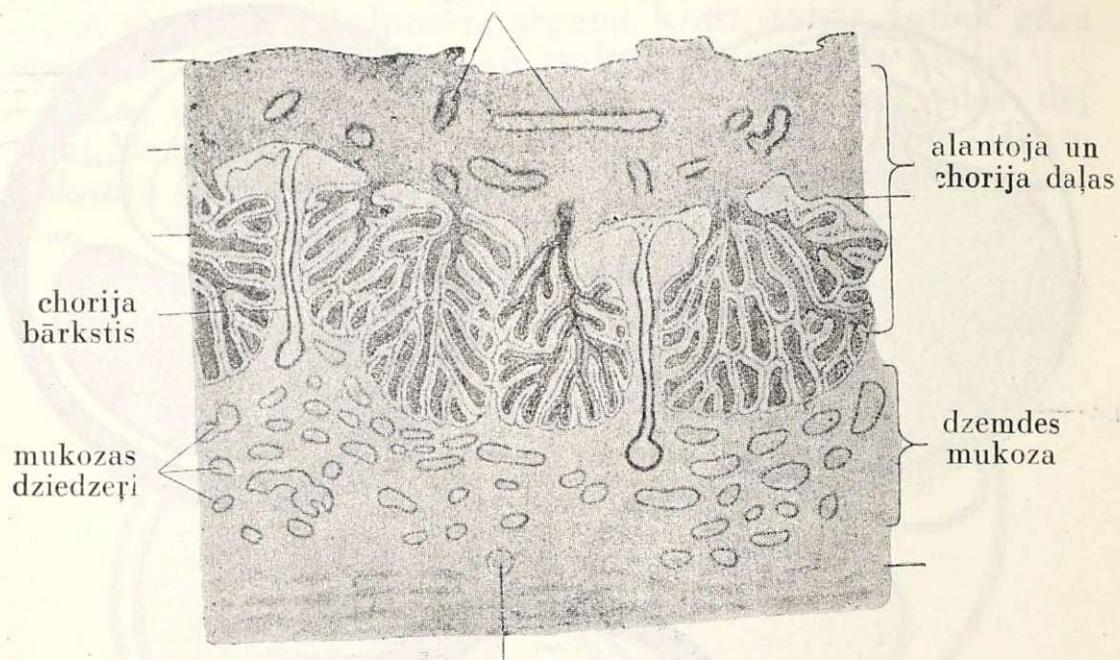


Zīm. 194. Vista. Embriona līsegū attīstība. All — alantojs; All.H — alantoja dobums; Am — amnijs; Am.C. — amnija dobums; Ect — ektoderms; E.E.B.C. — ārējais kermēņa dobums; Ent — entoderms; Mes — mezoderms; Ser — serōza; Umb — ādas naba; Ur — alantoja kāts; Y.S. — dzeltenuma maiss (pēc Lillie).

čaumala. Visi citi zīdītāji dzemdē dzīvus bērnus; to olšūna ir mikroskopiski maza, ar mazu dzeltenuma krājumu un totālu dalīšanos. Neraugoties uz to, arī zīdītājiem izveidojas dzeltenuma maisiņš; tas ir mantojums no senčiem, kam olās bija daudz dzeltenuma. Jau somaino (Marsupialia) olas attīstība notiek dzemdē (uterus), kur tā barojas, uzsūcot dzemdes dziedzeru atdalīto šķidrumu (embriofru). Ciešākas saistības starp embriju un dzemdes sienu šai zīdītāju grupā parasti nav.

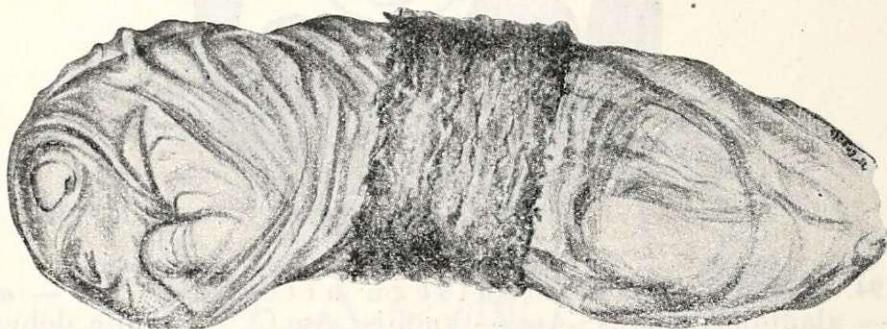
Visiem pārējiem zīdītājiem, t. s. placentas dzīvniekiem (Placentalia, kas tā nosaukti pretēji mo-

asinsvadi



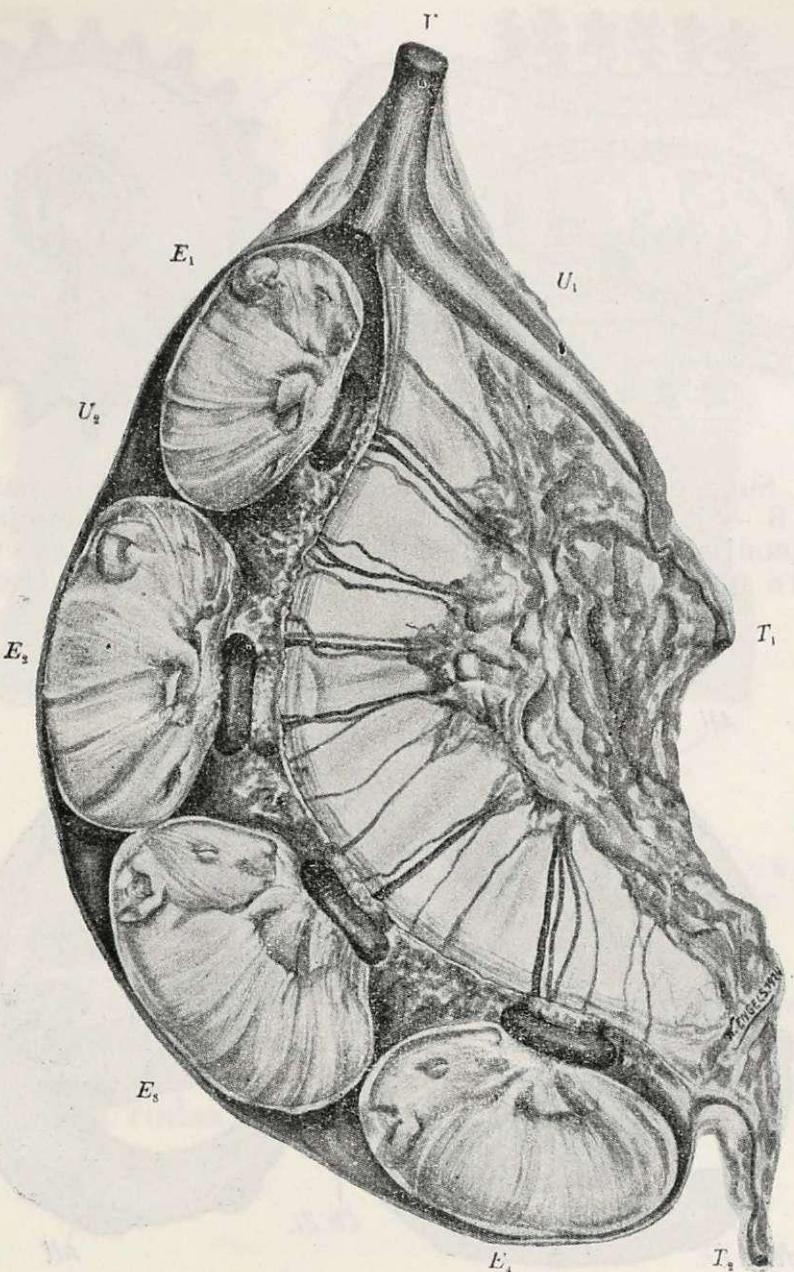
Zīm. 195. Zirga placentas (plac. foetalis + plac. uterina) griezumā (pēc Bonnet'a).

Pl



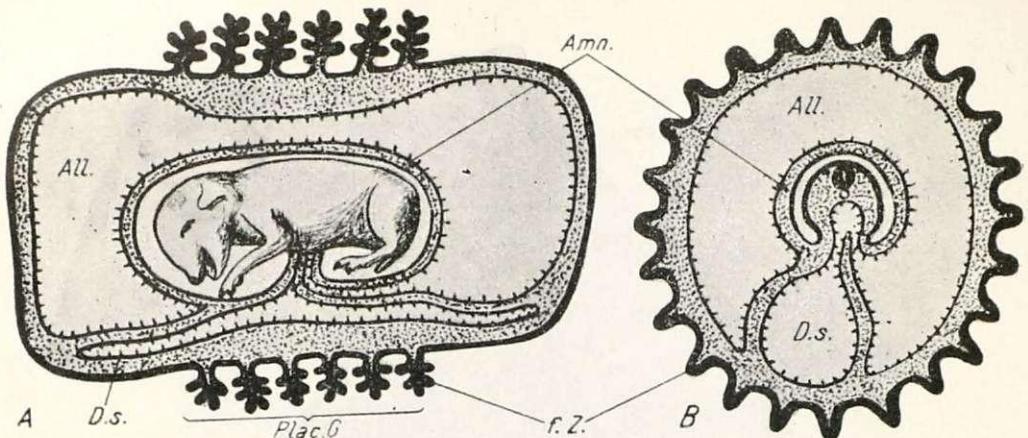
Zīm. 196. Seska jostas veidīgā placenta (placenta zonaria) Pl; (pēc Hesse's un Doflein'a).

notrēmātiem un somainiem, kuŗus dēvē par A placenta līa), bez minētā embrija bařošanās veida vēl ir kāds cits. Tiem serōza pa daļai cieši saaug ar alantoju. No šī saauguma rodas ar asins vadiem bagāta sega, chorījs, kura zarotie bārkstveidīgie izaugumi ieaug attiecīgos padziļinājumos, grūsnējās dzemdes sienā, kas satur daudz asinu. Gāzu apmaiņa starp embrija un mātes organismu, kā arī barības piegādāšana embrijam, notiek difūzijas celā. Bārkstis var būt sakārtotas vienmērīgi pa visu choriju (zirgi, cūkas, kamieļi, valji) un tad runā par difūzo placentu, placenta diffusa; bet bārkstis var atrasties vai arī

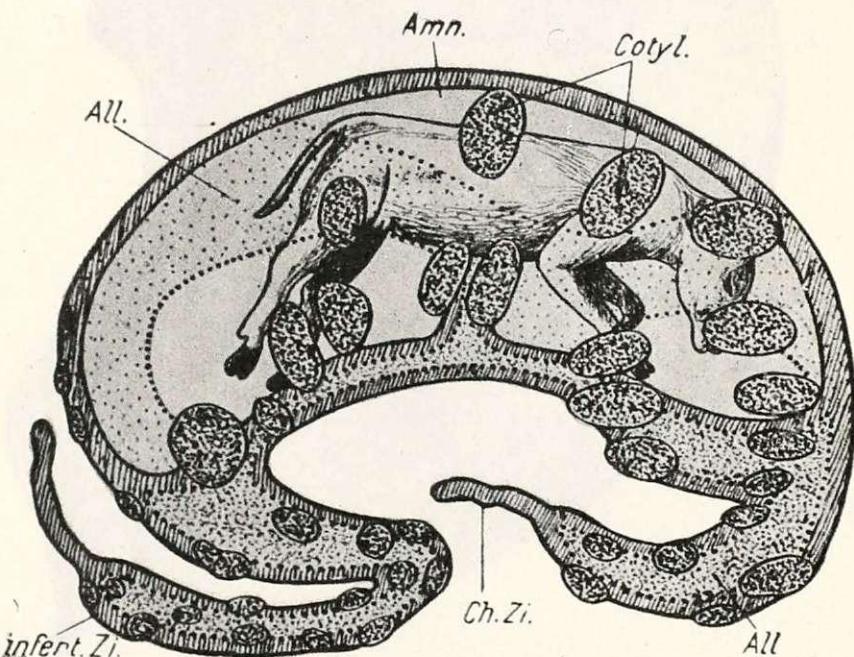


Zīm. 198. Grūsnēja jūras cūciņas dzemde. Tikai viens, t. i. kreisais divdalīgās dzemdes (*uterus bicornis*) nodalijums ir grūsnējs; U₁ — labais dzemdes nodalijums. V — maksts; T₁ un T₂ — labais un kreisais olvads; E₁—E₄ — 4 embriji savās dīgla segās; 4 diskveidīgās placentas (*plac. discoidea*), ar tumšāko embrionālo un gaišāko mātes daļu, apgādātas specīgiem dzemdes asinsvadiem (pēc Hesse's un Doflein'a).

būt sevišķi stipri attīstītas tikai vienā vai vairākās vietās, tad izšķir: jostas veidīgo placentu, *placenta zonaria* (plēsēji, ziloni), diskveidīgo placentu, *placenta discoidea* (cilvēks, pērtīki, kukaiņēdēji, sikspārni, grauzēji) un placentu ar vairākiem maziem bārkšu laukumiņiem, *placenta cotyledonaria*, (lielākā daļa atgred-



Zīm. 197. Suņa embrionālo segu schēmas. A — vecākas stadijas gar-griezums; B — jaunākas stadijas šķērsgriezums; All — alantoja dobums; Amn — amnijs; Ds — dzeltenuma maiss; Plac.G — jostas veidīgā placentā (plac. zonaria) ar bārkstīm (f.Z.); (pēc Zietzschnmann'a).

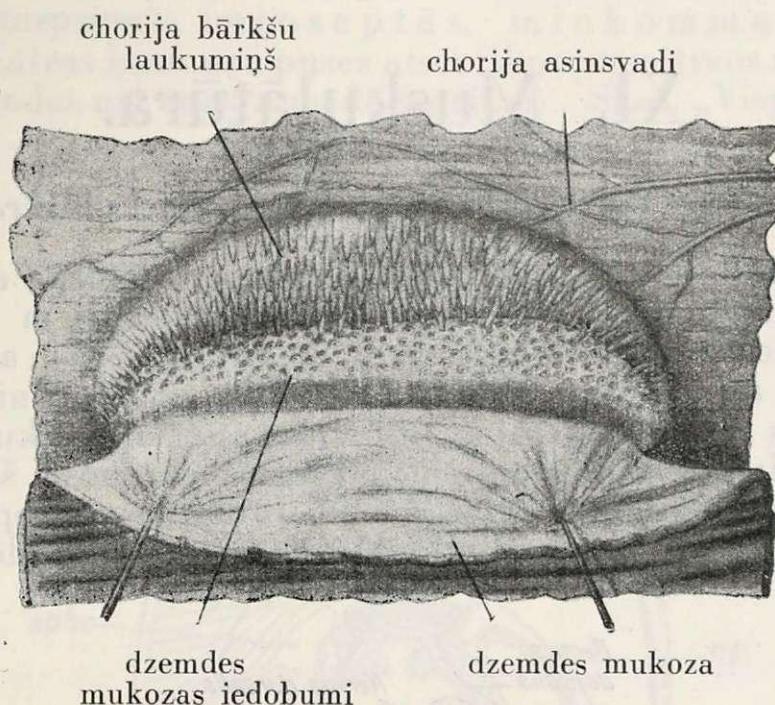


Zīm. 199. Gofs embrionālo segu vecāka attīstības stadija. All — alantojs; Amn — amnijs dabums; Cotyl — chorija bārkšu laukumiņi (cotyledones); (pēc Zietzschnmann'a).

motāju). Asins vadiem bagāto dzemdes sienu, kas savienojas ar embrija placentu, sauc par placenta uterina.

Dzīvniekiem ar difūzo placentu un pl. cotyledonaria dzemdību laikā chorija bārkstis no dzemdes gлотādiņas padziļinājumiem tiek vienkārši izrautas (Mammalia ad e- c i d u a t a). Citos gadījumos, t. i. dzīvniekiem ar jostas veidīgo vai diskveidīgo placentu, daļa dzemdes gлотādas paliek pie chorija un tiek nomesta kopā ar to. Šo gлотādas daļu, resp. placenta uterina, sauc par decidua (nometekli),

no kā visas attiecīgās dzīvnieku grupas apzīmē par D e -
c i d u a t a.



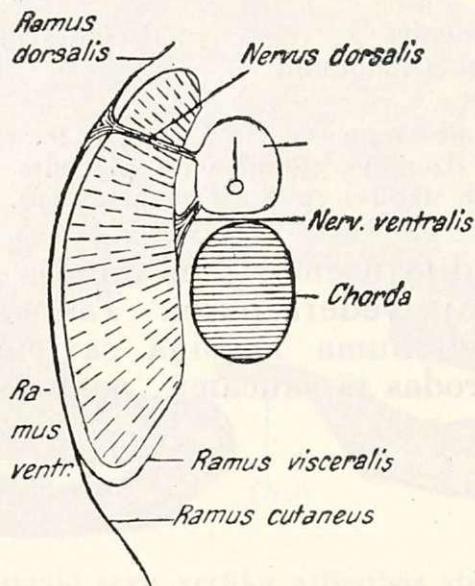
Zīm. 100. Gofs placentas jeb chorijs barkšu laukumiņš.
Bārkstis izrautas no dzemdes glotādas (= placenta uterina), lai parādītu
to uzbūvi (pēc Zietzschiemann'a).

Vecākiem zīdītāju embrijiem amnijs stipri izplešas un pieklaujas alantoja vēdera pusei. Tas makstveidīgi ietver alantoja un dzeltenuma maisiņa savienošanās vietu ar embriju, no kā rodas tā saucamā n a b a s s t i e g r a.

XI. Muskulātūra.

Ķermeņa muskulātūra (parietālā muskulātūra).

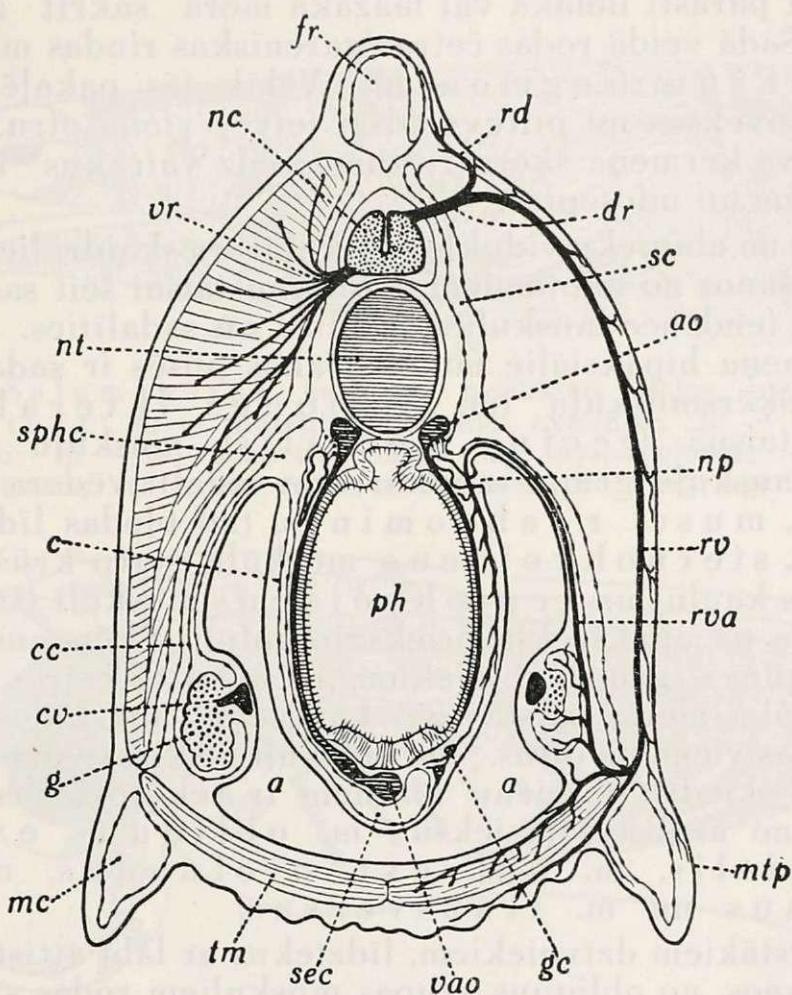
Kad miotomi ir atšķirušies no celoma ietērpa atliekām (jeb splanchnotomiem), tie izskatās pēc slēgtiem maisiem ar iekšējo (s p l a n c h n i s k o) un ārējo (s o m a t i s k o) sienu un ar dobumu (m i o c ē l u) vidū. Splanchniskās lapas šūnas ļoti ātri vairojas, sāk stipri augt un no kubiskiem vai cilindriskiem elementiem pārvēršas garenos, šķiedrām līdzīgos veidojumos. Minēto šūnu protoplasma top daudz-kodolaina (multinukleāra), kodoli novietojas parallēli chor-



Zīm. 201. Jauna lancetnieka vidukļa reģions šķērsgriezumā. Kreisā pusē redzams miotoms (ķermeņa muskulātūras segments) ar tā nervu, nerv. ventralis.

dai un protoplazma piepilda visu miocēlu. Tad protoplazma pamazām pārveidojas kontraktīlā substancē un šūna klūst par muskuļu šķiedru. Kodoli paliek vai nu šādas šķiedras iekšienē, vai arī novietojas tās virspusē. Tādā kārtā embriоналā miotoma splanchniskā siena pārveidojas tipiskos muskuļu audos. Saprotams, ka sākumā rodas tik pat daudz

pāri prīmitīvo muskuļu, cik bija aizmetušos miptomu. — Ārējā jeb somatiskā siena parasti nepiedalās muskulātūras izveidošanā. No šīs sienas parasti rodas mezenchīma (saistaudi) starpsienās (m i o s e p t ā s, m i o k o m m a t o s), kas atdala katras ķermeņa puses atsevišķos prīmitīvos muskuļus. No tās rodas arī ādas zemāda (corium). Skat. „Vispār. zool.“ lp. 64.



Zīm. 102. Lanceetnieka žaunu reģiona šķērsgriezums. a — peribranchiālais dobums; c — žaunu starpsienas celoms; cc — celoma atliekas; dr — dorsālā nervu sakne; g — dzimumdziedzeris; ph — žaunu zarna; rd — dorsālā nerva muguras zars; rv un rva — dorsālā nerva vēdera zars; sphc — virsžaunu celoms; tm — vēdera šķērsmuskulātūra, virs tās sānos — sānu un muguras muskulātūra (pēc Goodrich'a).

Sākumā miotomi atrodas apmēram chōrdas un muguras smadzeņu augstumā; vēlāk tie aug arvien vairāk ventrālā virzienā un iespiežas starp celoma sienu un vēdera puses ādu. Šī augšana turpinās tik ilgi, kamēr abu ķermeņa pušu

muskulātūra sastopas ventrālajā vidus līnijā. Pieaugušiem dzīvniekiem vēdera vidus līnija ir aizpildīta ar saistaudiem un to sauc par linea alba.

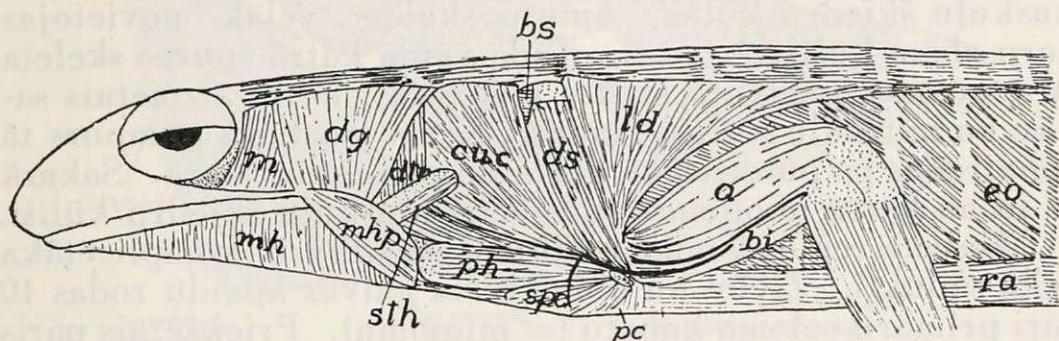
Zivju viduklī un astes reģionā saistaudi veic vēl vienu svarīgu muskulātūras sadalījumu: horizontāla šķērssiена sadala katru ķermeņa puses muskulātūru dorsālā (e p a k-s i ā l ā) un ventrālā (h i p a k s i ā l ā) daļā. Dalīšanas robeža šeit parasti lielākā vai mazākā mērā sakrīt ar sānu līniju. Šādā veidā rodas četras gareniskas rindas m u s k u-l u p l ā k š ķ u (s e g m e n t u). Vēlāk tās pakaļējā galā kļūst konveksas un piltuvveidīgi ietver viena otru. Tāpēc vienā zivs ķermeņa šķērsgriezumā redz vairākus muskuļu segmentus un mioseptas.

Zivju un abinieku vidukļa muskulātūra skaidri liecina par tās izcelšanos no miotomiem, kaut gan taisni šeit saskatāma noteikta tendence muskuļiem saplūst un sadalīties. Abinieku ķermeņa hipaksiālie muskuļi abās pusēs ir sadalījušies sāniskā šķērsmusuļu (m. obliquus lateralis) un vidējā taisnā (rectus medialis) muskuļu sistēmā. Taisno muskuļu grupu savukārt var iedalīt vēdera reģiona muskulī, musc. r. abdominis, (no bļodas līdz krūšu kaulam), sternohyoideus muskulī (starp krūšu kaulu un mēles kaulu) un geniohyoideus muskulī (starp mēles kaulu un apakšzokļa priekšējo galu). Šķērsmusuļa — m. obliquus - grupa abiniekiem ir sadalīta četrās, lielākā vai mazākā mērā, patstāvīgās kārtās jeb muskuļos, kas ir novietotas viena uz otras. Šie muskuļi atšķiras viens no otra ar savu šķiedru virzienu un tiem ir sekojoši nosaukumi, skaitot no ārpuses uz iekšu: m. obliquus ext. superficialis, m. obl. ext. profundus, m. obl. internus un m. transversus.

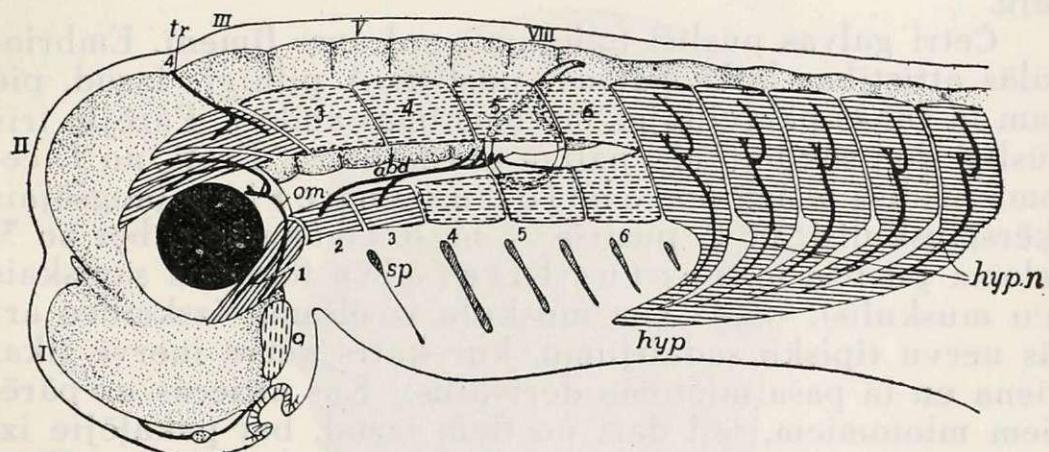
Augstākiem dzīvniekiem, līdztekus ar labi attīstītu ribu parādīšanos, no obliquus grupas muskuļiem rodas starpribu muskuļi, m. intercostales, kā arī daži kakla reģiona muskuļi, musculi scaleni. Pēdējie iesākas no kakla skriemeļu šķērszariem (proc. transversi), iet ventro-kaudālā virzienā un piestiprinās pie dažām priekšējām krūšu ribām. Tie velk šīs ribas uz priekšu un tāpēc šiem muskuļiem ir liela nozīme elpošanā. Krūšu kurvīm paliekot nekustīgam, tie groza mugurkaula kakla reģionu.

Epaksiālā jeb dorsālā muskulātūra ir konservātīvāka un filogenētiskā attīstībā pārmainās mazāk. Gandrīz vienmēr tā patur savu segmentālo struktūru. Amniotiem to var sadalīt trīs gareniski ejošās grupās, kas stiepjās no galvas līdz astes sākumam. Vismediālāk atrodas m. transver-

s o - s p i n a l i s grupa; tā savieno skriemeļu zarus vienu ar otru un atrodas starp tiem un locītavu izaugumiem (zigapofizēm). Dorsāli no šķērszariem (pr. transversi) atrodas vidējā grupa — m. longissimus dorsi. Vairāk sāņus uz ribu dorsālās daļas ir trešā grupa — m. ileo-costalis. Gareniskā virzienā ejošas saistaudu septas šķir šīs trīs grupas vienu no otras. Rāpuļiem šis sadalījums vēl nav pilnīgi izteikts.



Zīm. 203. Salamandras ķermeņa priekšējās daļas perifērā muskulātūra. eo — *musculus obliquus externus*; ld — *m. latissimus dorsi*; m — *m. masseter*; mh — *m. mylohyoideus*; dg — *m. digastricus*; ra — *m. rectus abdominis* (pēc Fürbringer'a).



Zīm. 204. Mugurkaulnieku embrija galvas muskuļu segmenti. Paliekošie segmenti (miotomi jeb somīti) — nepārtrauki svītroti; izzūdošie segmenti — pārtrauki svītroti; centrālā nervu sistēma — punktēta; nervi un aces — melni; a — priekšmutes miotoms; hyp — 12. nerva (hypoglossus) muskulātūra; abd — n. abducens; hyp. n. — n. hypoglossus; om — n. oculomotorius; 1—6 — pirmie 6 miotomi; I—VIII — neuromēri (pēc Neal'a).

Par pāru ekstrēmitāšu muskuļu izcelšanos no miotomiem, un proti no vidukļa sānu muskulātūras hipaksiālās daļas, liecina jau tas vien, ka tos inervē muguras nervu ventrālais zars. Haizivju un citu mugurkaulnieku embri-

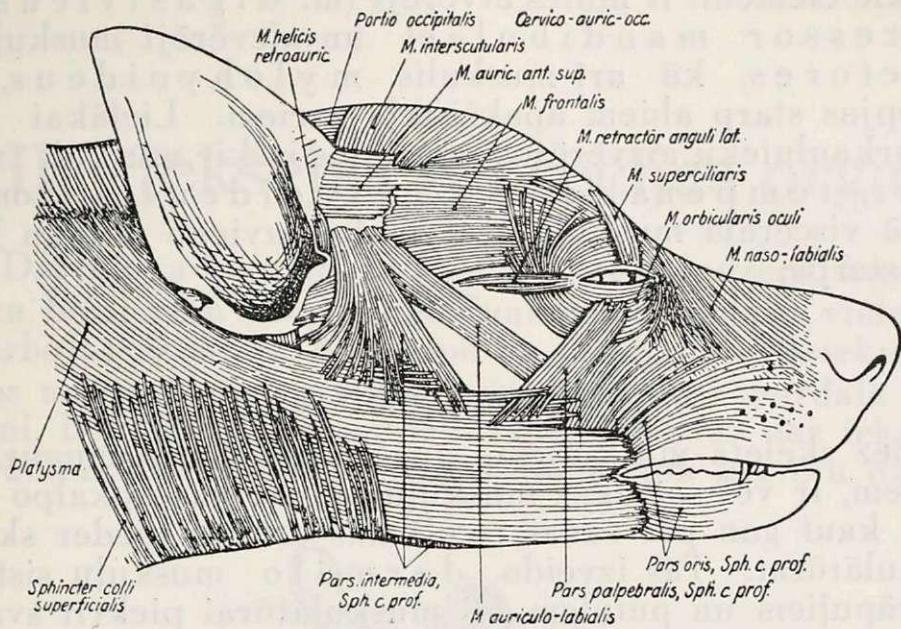
jiem nākamie ekstrēmitāšu muskuļi attīstās no miptomu ventrālās malas. Pāri spuras parādās kā diezgan stipri gaļumā izstiepta ādas kroka, kur ieaug mazi miomēru pumpuriši, tos izveido epitēlijam līdzīgās šūnas. No katras miotoma ieaug divi, viens aiz otra novietoti, pumpuriši; vēlāk tie atraisās no miotomiem. Katrs pumpurītis sadalās divās kārtās; tai pašā laikā arī rodas pirmās muskuļu šķiedras. Tā no katras pumpura izveidojas divi, viens uz otra novietoti, muskuļu šķiedru kūliši. Spuras skelets vēlāk novietojas starp abām kūlišu kārtām. Tādā veidā katrā spuras skeleta pusē atrodas muskuļu kārtas aizmetnis; katrs aizmetnis sastāv no muskuļu kūlišu rindas. Katrs muskuļu pumpurs tā tad atrodas pa pusei vienā kārtā un pa pusei — otrā. Sakarā ar to no katras miotoma rodas četri muskuļu šķiedru kūliši.

Galvas reģionā muskulātūras attīstība ir komplikētāka nekā viduklī. Zivīm un abiniekiem galvas apvidū rodas 10 pāri prīmāru celoma kabatu (=miotomu). Priekšējais pāris tiek apzīmēts ar burtu A, pārējie ar cipariem 1—9. Šie celoma pūslīši jeb galvas dobumi atšķirās no vidukļa miotomiem, kas atrodas aiz tiem, ar kopējo, nedalīto splanchnocēlu, t. i. ar kopējo, nesegmentēto apakšējo celoma daļu.

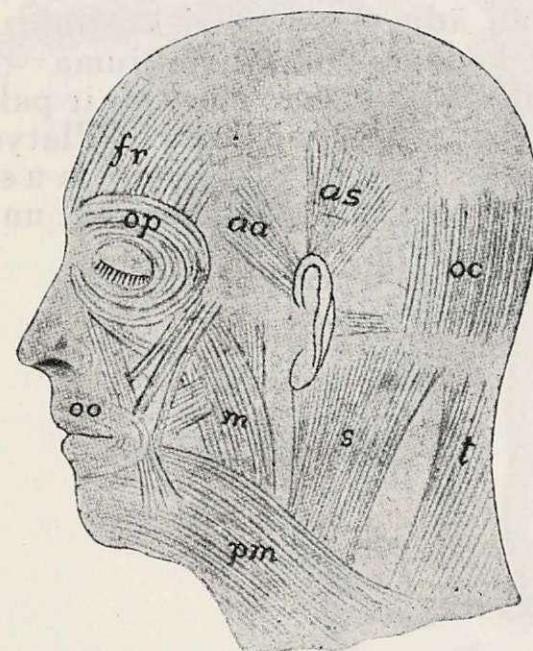
Četri galvas pūslīši (miotomi) gul auss līmenī. Embriōnālās attīstības laikā galvas pūslītis A pilnīgi izzūd, pie kam tā šūnas pārveidojas mezenchīmas audos. Pārējie trīs pūslīši dod sākumu acs palīga muskuļiem. Proti, no 1. celoma pūslīša attīstās m. obliquus superior (augšējais šķērsmuskulis), no 2. pūslīša — m. o. inferior, bet no 3. celoma pūslīša m. rectus lateralis (taisnais sāniskais acu muskulis). Šāda acu muskuļu izcelšanās izskaidro arī tās nervu tipisko sadalījumu, kur katrs nervs inervē tikai viena un tā paša miotoma derivātus. Kas attiecas uz pārējiem miotomiem, tad daži no tiem izzūd, bet pakalējie izveido zemmēles nerva (n. hypoglossus) muskulātūru. (Skat. zīm. 152).

Viscerālā muskulātūra.

Par viscerālo muskulātūru mēs saucam muskuļus, kas pieder žaunu loku skeletam. Šīs muskuļu grupas prīmārais uzdevums ir žaunu spraugu un mutes aizvēršana un atvēršana. Līdz ar žaunu izzušanu, izzūd arī šie muskuļi vai arī maina savu funkciju un turpmāk apkalpo mēles kaulu. Saskaņā ar viscerālo muskuļu cirkulāro un longitudinālo virzienu, tos var iedalīt divās grupās.



Zīm. 205. Suna galvas ādas muskulātūra (pēc Huber'a).



Zīm. 206. Cilvēka galvas ādas muskulātūra. aa un as — auss muskuļi, m. auricularis anterior un superior; fr — pieres musk., m. frontalis; oc — pakauša musk., m. occipitalis; oo — lūpu cirkulārais musk., m. orbicularis oris; op — plakstu cirkulārais musk., m. orbicularis palpebrarum; pm — platais kakla musk., platysma myoides (pēc Kingsley'a).

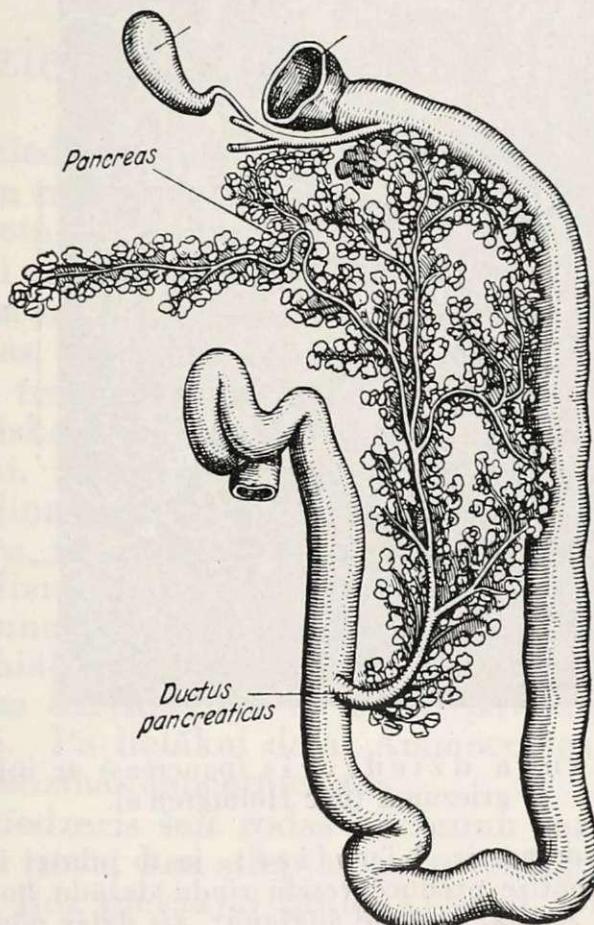
Sevišķi svarīga ir cirkulāro muskuļu grupa. Tās galvenākie elementi ir mutes atvērēji (m. *d i g a s t r i c u s* jeb *d e p r e s s o r* *m a n d i b u l a e*) un aizvērēji muskuļi (m. *a d u c t o r e s*, kā arī muskulis *m y l o h y o i d e u s*, kas iestiepjās starp abiem apakšzokļa zariem. Lielākai daļai mugurkaulnieku aizvērējos muskuļos izšķir muskuli *m a s s e t e r*, *t e m p o r a l i s* un *p t e r y g o i d e u s*. — Longitudinālā viscerālā muskulātūra zivīm savieno žaunu lokus savā starpā.

Ādas muskulātūra.

Bez skeleta muskuļiem, īpaši augstākiem mugurkaulniekiem, ir vēl spēcīgas muskuļu masas, kas apkalpo tikai ādu, kaut gan pēc savas izcelšanās arī tās pieder skeleta muskulātūrai. Tās izveido *d e r m ā l o* muskuļu sistēmu. Jau rāpuļiem un putniem šai muskulātūrai piekrīt svarīga loma zvīņu un spalvu kustināšanā; tomēr vislabāk tā ir attīstīta zīdītājiem. Somainiem (*Marsupialia*) dermālā muskulātūra, saukta *p a n n i c u l u s c a r n o s u s*, apsedz lieļu daļu ķermeņa un ekstrēmitāšu. Ar tās palīdzību lielākā daļa zīdītāju spēj ādu vietām ātri kustināt, sevišķi labi to var novērot pie kāda lokāla kairinājuma (piem., insekta dzēliena). Pērtīķveidīgiem šie muskuļi ir palikuši pie kakla un galvas (*p l a t y s m a m y o i d e s*). Platysma var izplesties arī pār seju (kā lūpu un plakstiņu *m u s k u l i*, m. *o r b i c u l a r e s*, kā deguna un ausu muskuļi) un tā kalpot sejas mīmiskām kustībām.

XII. Iekšējās sekrēcijas organi.

Dzīvnieka ķermenī ir vesela rinda dziedzeru, kuru īpašā un bieži vien arī vienīgā funkcija ir atdalīt vielas, kas iedarbojas uz citiem organiem un tā rēgulējot ietekmē dzīvības norises. Šie dziedzeri savus sekrētus neizdala vis uz ārieni, bet tie ieplūst asinīs; tāpēc tos sauc par iekšējiem sekrēcijas dziedzeriem (endokrīniem jeb inkrētu dziedze-



Zīm. 207. Truša aizkunķa dziedzeris (pancreas) un divpadsmit pirkstu zarna (pēc W. Krause's).

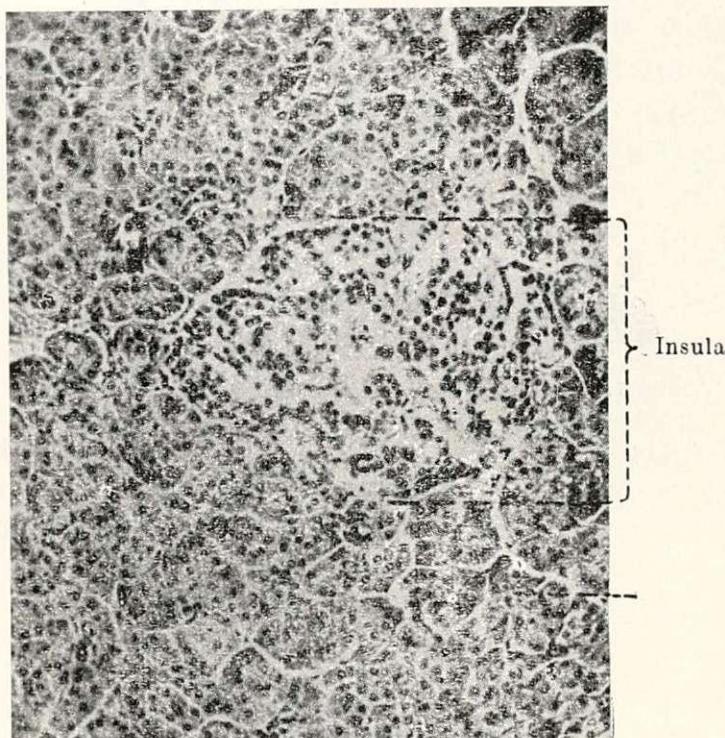
riem) un to sekrētus par hormoniem. Šie organi vislabāk izpētīti mugurkaulniekiem, bet tie sastopami arī bezmugurkaulniekiem. Mugurkaulnieku endokrīnie dziedzeri ir

vairoga dziedzeris (thyreoidea), guzna dziedzeris (thymus), „epitēlķermenīši“, apakšējais smadzeņu piedēklis — hipofize, virsnieri un (tikai pa daļai ar endokrīnu funkciju) aizkuņga dziedzeris (pancreas) un dzimuma dziedzeris.

Vairoga dziedzera sekrēts (tiroksīns) satur daudz joda un iedarbojas uz dažādām organismā daļām; tas rada vielu maiņas pastiprināšanos, veicina kaulu augšanu un gonādu nogatavošanos, ietekmē sirds darbību, simpatisko nervu sistēmu un pārējos endokrīnos dziedzerus, galvenā kārtā hipofizi un aizkuņga dziedzera endokrīno darbību.

Guznas dziedzera sekrēts laikam aizkavē pāragru dzimuma gatavības iestāšanos, stimulē kaulu izveidošanos un ietekmē nervu sistēmu.

Epitēlķermenīšu sekrēts ietekmē kaļķa vielu maiņu vispāri un līdz ar to arī osteogenēzi. Tas ietekmē kā kaulu uzbūves, tā sairšanas šūnu elementus.



Zīm. 208. Aizkuņga dziedzeris (pancreas) ar injecētiem vadiem, griezumā (pēc Holmgren'a).

Loti svarīgs organs ir hipofize; ja to pilnīgi izņem, tad tūlīt iestājas nāve. Hipofize producē veselu rindu dažādu hormonu. «Priekšējais lēvars» (sk. zemāk) ietekmē augšanu; šīs daļas pārmērīga attīstība izsauc milža augumu, tās nepilnīga attīstība — punduraugumu. Bez tam priekšējā hipofize izstrādā hormonu, kas rēgulē gonādu augšanu un to pareizu funkciju, pie kam šie organi savstarpēji sadarbojas. Trešais hormōns ir antagonistisks abiem pirmajiem. Vidējā lēvara hormōns ietekmē gludo muskulātūru un līdz ar to arī asins spiedienu; tas noteic arī krāsvielu aktīvo sadališanos zivju un abinieku pigmenta šūnās. Hipofizes pakaļējam lēvaram ir ciešas attiecības ar starpsmadzenēm, no kurām tas izveidojies.

Izcila nozīme ir virsnieru inkrētiem, sevišķi virsnieru serdes substances inkrētam — adrenālinam. Tas rēgulē asinsvadu sienu savilkšanos un aplinkus, ar simpatiskās nervu sistēmas starpniecību, ietekmē arī gludo mukulātūru. Tādā pašā celā tas veicina arī cukura daudzuma pieaugšanu asinīs.

Aizkuņga dziedzeļa audos īpašas šūnu salinas (Langenhansa salīnas) izstrādā insulinu — hormōnu, kam sevišķi liela nozīme oglhidrātu vielu maiņā. Aizkuņga dziedzeris šo vielu maiņu ietekmē kopā ar vairoga dziedzeri, hipofizes vidējo lēvaru un gonādām.

Visi endokrīnās sistēmas organi (jeb t. s. poliglandulārais aparāts) ir stipri saistīti savā starpā, t. i. ietekmē viens otru. Pie tam daļa endokrīno organu cits citu atbalsta, bet pārējie ir antagonisti.

Vairoga dziedzeris (*glandula thyreoidea*).

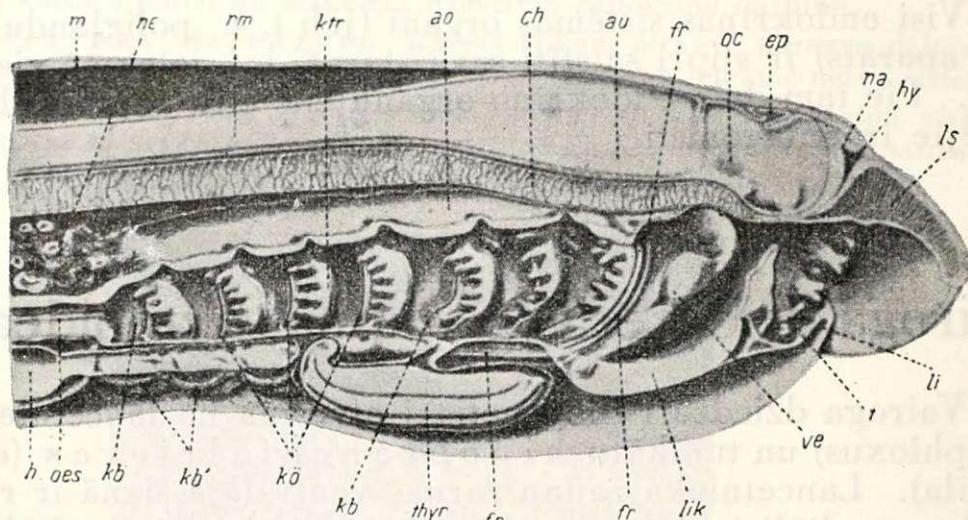
Vairoga dziedzeri filoģenetiski atvasina no lancetnieka (*Amphioxus*) un tunikātu *hipobranchial rievas* (endostīla). Lancetnieka žaunu zarnas ventrālajā sienā ir rieva, kas mediāli izklāta skropstainām cilindriskām epitelija šūnām. Pa labi un pa kreisi no šīs skropstu lentes ir dziedzeļšūnu grupas, kas kopā ar to izveido endostīlu. Endostīls ir barības transporta organs. Lancetnieks baļojas ar visādām organiskām daļiņām, ko tas uzņem pasīvi kopā ar elpošanas ūdeni. Ūdens pa žaunu plāsām iztek atkal ārā, bet barības daļiņas paliek endostīla gлотās, pēc tam, skropstainām kustoties, tās tiek novadītas kaudāli gremotājā zarnā. Tāda pat fizioloģiska nozīme ir arī epibranchial rievai, kas atrodas žaunu zarnas medio-dorsālajā izspilējumā.

Hipobranchial rieva aizmetas arī apaļmušu kāpuriem. Bet pieaugušiem dzīvniekiem tā iegūst pavism citādu nozīmi un uzbūvi. Pa lielākai daļai *Ammocoetes* (nēga kāpurs) šai ziņā līdzinās lancetniekam.

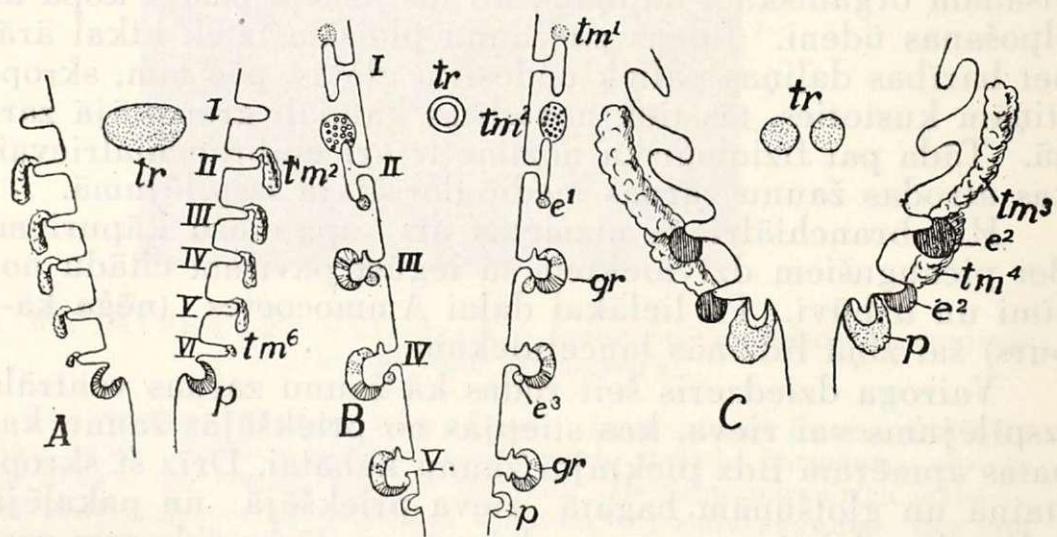
Vairoga dziedzeris šeit rodas kā žaunu zarnas ventrāls izspilējums vai rieva, kas stiepj as no priekšējās žaunu kabatas apmēram līdz piektajai žaunu kabatai. Drīz šī skropstainā un gлотšūnām bagātā rieva priekšējā un pakaļējā galā sāk atdalīties no zarnas dobuma un tā izveido zem zarnas gulošu cauruli, kas ar zarnu savienota tikai ar atveru vidū. Kāpuram pārvēršoties pieaugušā dzīvniekā, šī caurule pavism atdalās no žaunu zarnas un tad, pumpurojoties un zaudējot savas dziedzeļšūnas un skropstas, pārvēršas par dažādi izveidotu kanālīšu kamolu, kas atbilst zivju

vairoga dziedzerim. Šie plānām sienām apgādātie kanālīši pildīti ar šķidrumu (kolloīdu).

Visiem pārējiem mugurkaulniekiem vairoga dziedzeris rodas tāpat no rīkles ventrālās sienas kā izspilējums, vai arī kā masīvs zarnas sienas pumpurs, kuļā vēlāk rodas dobums. Tikai dziedzeris vienmēr paliek relātīvi mazs un lokālizēts. Nekad tas neizveido rievu kā lanceetnieka endostīls; arī sa-

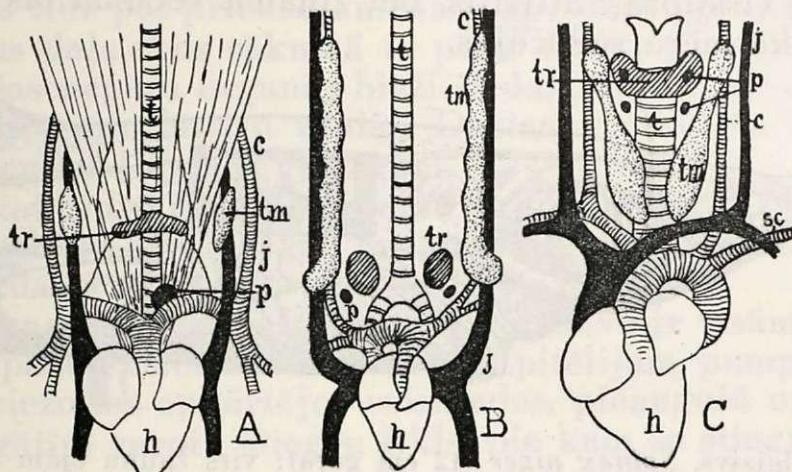


Zīm. 209. Nē ā kāpura priekšējās ķermenē daļas sagitalgriezums. ep — epifize; hy — hipofize; ktr — žaunu maisi; oes — barības vads; thyr — vairoga dziedzeļa aizmetnis (pēc Dohrn'a).



Zīm. 210. Žaunu zarnas dažādo iekšējās sekrēcijas dziedzeļu embrionālie aizmetni. A — skrimšļu zivs, Raja; B — bezast. abinieks; C — vista; e — epitēlķermenīši (parathyreoida); gr — žaunu atliekas; tm — guzna dziedzeris (thymus); tr — vairoga dziedz. (thyroidea): I—VI — žaunu kabatas jeb spraugas (pēc Verdun'a).

vā uzbūvē tas nekad nelīdzinās endostīlam. Šis, vienā galā slēgtais maiss, vēlāk atdalās no zarnas sienas un izveido zarošus izaugumus, kas lielākā vai mazākā mērā var no maisa atdalīties. Tādā kārtā radušos dobumos izveidojas recekļveidīgs sekrēts (kolloīds), kas rodas no šo dobumu sienām. Gatavais organs ir bagāts asins- un limfas vadiem, bieži tas ir mazliet lēvarains, jo kanālīši un pūslīši var sagrupēties lēvaros (lobuli).



Zīm. 211. Žaunu zarnas dažādīe iekšējās sekrēcijas dziedzeru veidojumi. A — ķirzaka; B — vista; C — telš; c — arteria carotis; j — vena jugularis; h — sirds; p — epitēlkermeniši; sc — art. subclavia; t — tracheja; tm — guzna dziedzeris; tr — vairoga dziedzeris (pēc Meuron'a).

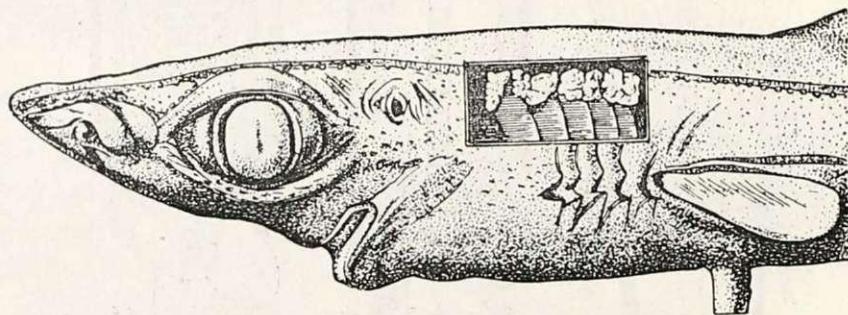
Zivīm vairoga dziedzeņa forma un stāvoklis stipri mainīgs tas var būt nepāru organs, var sastāvēt no daudz mažiem pūslīšiem, bet var sadalīties arī divās daļās — labajā un kreisajā. Abiniekim un putniem vairoga dziedzeris vienmēr ir pāru organs, turpretim rāpuļiem un lielākai daļai zīdītāju tas patur savu nepāru dabu.

Zīdītājiem šis dziedzeris parasti ventrāli piegulst balssenes (trachea) priekšējam galam.

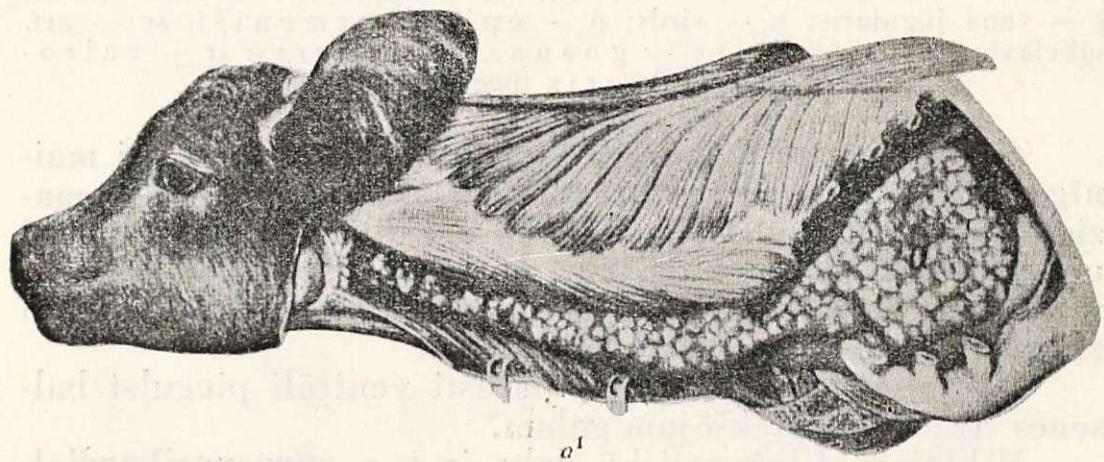
Mīklaina filoģenetiskā daba ir t. s. **supraperikardialķermenīšiem (postbrachiāl-** jeb **ultimobranchiālķermenīšiem**). Tie vienmēr rodas aiz labi izveidotajām rīkles kabatām epitēlijam iegrīmstot un atdaloties. Masīvie vai tukšu vidu apbalvotie aizmetņi attīstās tālāk kā vairogdziedzeris, sadaloties follikulos, no kā šis, vienmēr mazais organs sastāv. Tikai zīdītājiem šajos follikulos parādās koloiđa sekrēts. Supraperikardialķermenīši var būt gan pāru, gan nepāru skaitā. Zīdītājiem tie var būt patstāvīgi un atrasties vairoga dziedzeņa priekšā, kakla priekšdaļā (Echidna), bet parasti tie mēdz savienoties ar vairoga dziedzeri, neņemot lielāku dalību tā uzbūvē.

Guznas dziedzeris (Glandula thymus).

Šis dziedzeris, kā šķiet, izveidojas uzbriestot visu žaunu spraugu dorsālo galu epitelijam. Uzbriedums pamazām noriešas no savas pirmatnējās vietas un savienojās katrā pusē par vienotu organu. Tikai zidītājiem thymus sāk veidoties no žaunu spraugu ventrālajiem galiem. Jaunībā šis organs ir visstiprāk attīstīts, bet zināmā vecumā tas lielākā vai mazākā mērā reducējas.



Zīm. 212. Haizivs, *Spinax niger* (12 cm garā); virs žaunu ejām redzamas 4 atpreparētās guzna dziedzeļa (thymus) daļas (pēc Fritsche's).



Zīm. 215. Jaunpiedzimuša teļa guzna dziedzeris (thymus).
a¹ — dziedzeļa kakla daļa (pēc Ellenberger'a un Baum'a).

Vai apaļmutēm ir thymus, guzna dziedzeris, nav vēl noskaidrots. Zivīm šī dziedzeļa izveidošanā bieži piedalās vēl visas žaunu spraugas, (izņemot šķuktuvīti un dažreiz arī pakalējo spraugu). Haizivīm tas kā lēveraina masa guļ uz žaunu loku dorsālajiem galiem, bet kaulu zivīm tas bieži atrodas zem žaunu dobuma epitelija.

Bezastainiem abiniekim (Anura) guzna dziedzeris rodas tikai no otrās viscerālspraugas, kamēr pārējiem abinie-

kiem šī dziedzeņa rašanās ir primitīvāka. Gatavais organs atrodas tieši zem ādas, no ausu līdz mēles kaula apvidum.

Amniotu guzna dziedzeris rodas tikai no aprobežota viscerālspraugu skaita. Izveidotais organs šeit atrodas tālāk uz pakalgalu, no kakla apvidus līdz krūšu apvidus sākumam. Zauropsīdiem tas bieži ir lentveidīgi izstiepts.

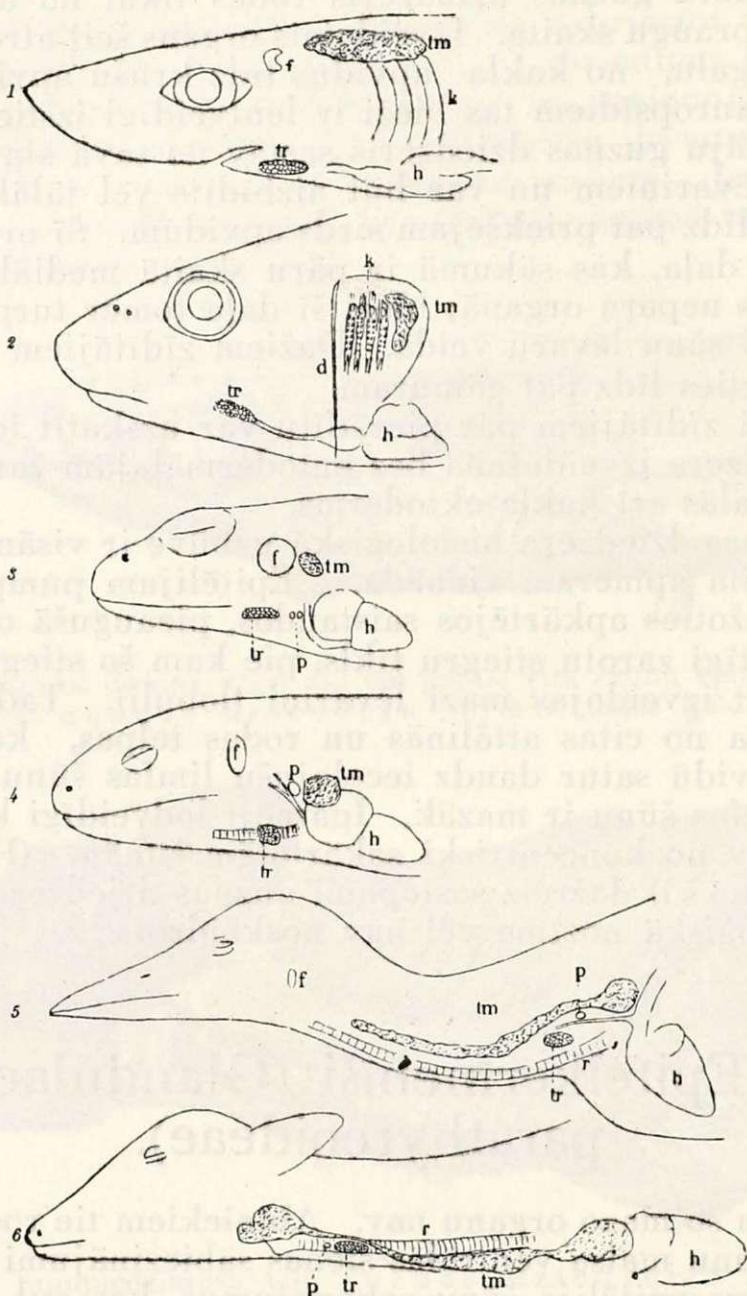
Zīdītāju guzna dziedzeris sastāv no savā starpā savienotiem lēvariņiem un var būt aizbīdīts vēl tālāk kaudālā virzienā līdz pat priekšējam sirds apvidum. Šī organa krūšu vidus daļa, kas sākumā ir pāru skaitā mediāli saaugot, pārvēršas nepāra organā; bieži šī daļa tomēr turpinās divu priekšējo sānu lēvaru veidā. Dažiem zīdītājiem šie lēvari var sniegties līdz pat gāmuram.

Tikai zīdītājiem par pierādītu var uzskatīt to, ka guzna dziedzeņa izveidošanā bez entodermālajām žaunu kabatām piedalās arī kakla ektoderms.

Guzna dziedzeņa histoloģiskā uzbūve ir visām dzīvnieku grupām apmēram vienāda. Epitēlijam pumpurojoties un iespiežoties apkārtējos saistaudos, pieaugušā organā rodas bagātīgi zarotu stiegru tīkls, pie kam šo stiegru galiem uzbriestot izveidojas mazi lēvariņi (lobuli). Tad epitēlija šūnas cita no citas attālinās un rodas telpas, kas organa mizas apvidū satur daudz ieceļojušu limfas šūnu; organa serdē limfas šūnu ir mazāk. Īpatnēji lodveidīgi ķermenīši, kas sastāv no koncentriski sakārtotām šūnām (Hassala kermenīši) dažreiz sastopami guzna dziedzeņa stiegrās. To fizioloģiskā nozīme vēl nav noskaidrota.

Epitēlķermenīši (*Glandulae parathyreoideae*).

Zivīm šo mazo organu nāv. Abiniekim tie rodas kā III un IV žaunu maisa ventrālās sienas sabiezinājumi un izveido masīvus epitēlija šūnu sakopojumus, kas guļ spirālveidīgi sagrieztās stiegrās. Bieži epitēlķermenīši atrodas galvas artērijas A. carotis communis tuvumā. Zauropsīdiem šie veidojumi rodas no II — IV vai no III — IV žaunu maisa. Putniem tie sastāv no epitēlija pūslīšiem. Zīdītāju epitēlķermenīši izveidojas no III, vai no III un IV žaunu maisa sienas, dorsāli no guzna dziedzeņa un kopā ar to rada vienu nedalītu organu. Guzna dziedzeņa un epitēlķermenīšu aizmetniem, kas rodas no IV žaunu maisa, vēl pievienojas supraperikardiālķermenīši un viss šis



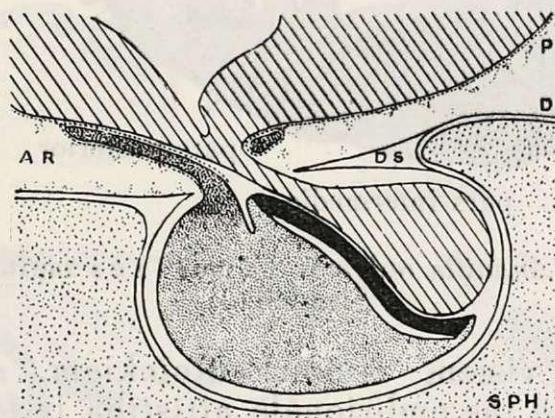
Zīm. 214. Vairoga dziedzera (gl. thyreoidea), epitēlkermenīšu (gl. parathyreoidae) un guznas dziedzēra (gl. thymus) topografija dažādiem mugurkaulniekiem. 1 — haizivs; 2 — kauluzivs; 3 — bezast. abinieks; 4 — kīrzaka; 5 — putns; 6 — zīdītājs; d — žaunu vāks (pa daļai nogriezts); f — šķaktuvīte (1), resp. bungplēvīte (3—5); h — sirds; k — zīm. 1 — žaunu atvērtnes, zīm. 2 — pa daļai nogrieztās žaunas; p — epitēlkermenīši; r — tracheja; tm — guznas dziedzērīši; tr — vairoga dziedzēris (pēc Boas'a).

komplekss var saaugt ar vairogdziedzeri, pie kam gatavo epitēlķermenīšu audi var cieši savienoties ar vairogdziedzēja audiem.

Apakšējais smadzeņu piedēklis (Hypophysis cerebri = gl. pituitaria).

Hipofize izceļas pa daļai no mutes dobuma jumta, pa daļai arī no 3. smadzeņu vēderiņa dibena. Mutes dobuma daļa parādās jau agri kā dorsāli vērstīs izspīlējums, t. s. Ratkes (Ratnke) maiss, kuŗa dobums var, kaut arī reducētā veidā, pastāvēt visu laiku. Savienojums ar mutes dobuma jumtu parasti izzūd.

Zīdītājiem parasti ir šāds stāvoklis: no Ratkes maisa priekšējās sienas rodas hipofizes galvenā sastāvdaļa — priekšējā daļa — pars anterior, kuŗa pieglaužas smadzeņu piedēkļa pakaļējai daļai, kas rodas no smadzeņu piltuves (infundibulum) un ko sauc par pars posterior



Zīm. 215. Zīdītāju hipofize schēmatiskā sagitālgriezumā. Svitrots: smadzenes un hipofizes pakaļējā daļa, pars posterior jeb neurohipofize. Melns: hipofizes vidējā daļa, pars intermedia. Rupji punktēts: hipofizes, priekšējā daļa, pars anterior. Smalki punktēts: pars tuberalis (pēc Atwell'a).

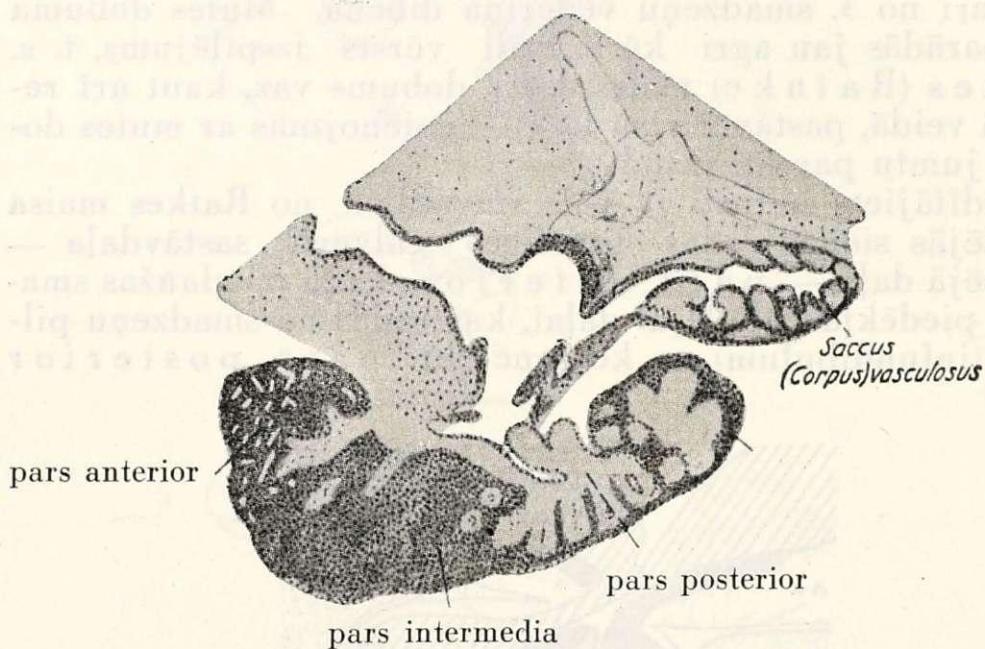
(jeb pars nervalis). Tievs kātiņš šo hipofizes pakaļējo daļu savieno ar 3. vēderiņa dibenu.

No Ratkes maisa atdalījies hipofizes aizmetnis no savas pakaļējās, neurohipofizei piegulošās, sienas izveido vēl hipofizes vidējo daļu (pars intermedia), kas parasti ir diezgan plāna.

Smadzeņu piltuvei piegulošā hipofizes priekšējā daļa

ietveiļ neurohipofizes (p. posterior) kātiņu. Šo vietu sauc par pars tuberalis.

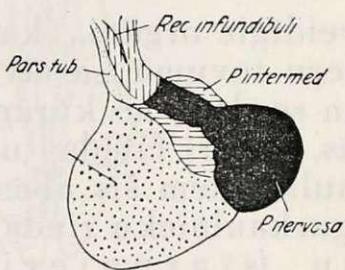
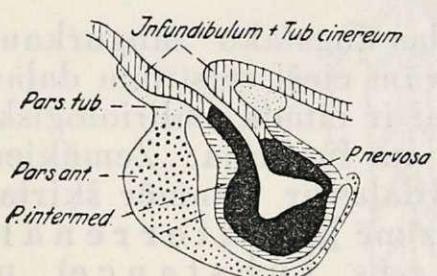
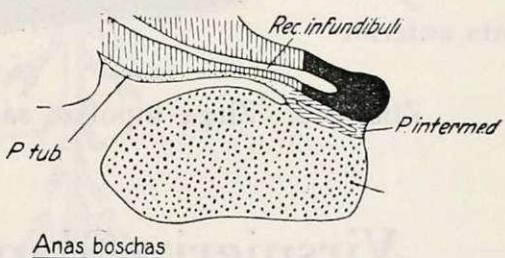
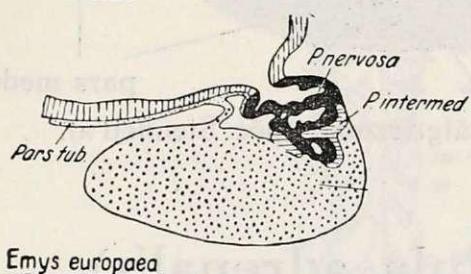
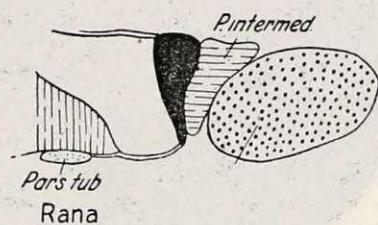
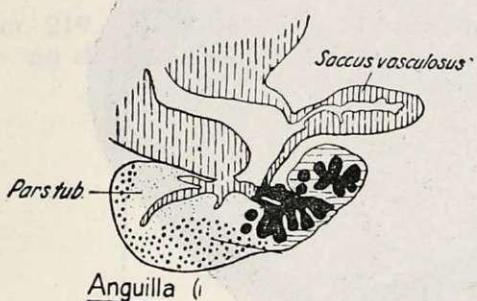
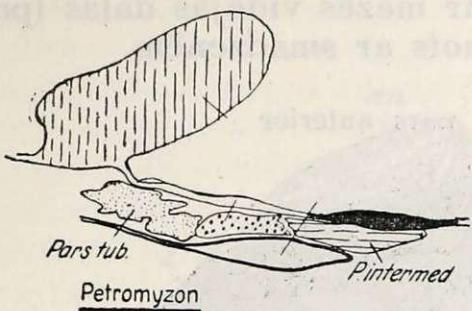
Zīdītāju hipofizes priekšējā lēvarā var noteikti izšķirt 3 šūnu veidus: galvenās šūnas, kurās sauc arī par chromaffīlām šūnām, jo tās labi saista krāsvielas, un bez tam vēl bazofīlās un acidofīlās šūnas. Visi šie veidi var būt gan sajaukti, gan arī sakārtoti stiegrveidīgās vai ķekarveidīgās grupās. Hipofizes vidējā daļa satur galvenā kārtā bazofīlās šūnas.



Zīm. 216. Zuša, *Anguilla vulgaris*, hipofizes sagitālgriezums (pēc Stendell'a).

Hipofize ir visiem mugurkaulniekiem, sākot ar apaļmutēm. Visumā tās embrionālā attīstība ir tāda pat kā zīdītājiem. Tikai apaļmutēm šis dziedzeris izveidojas pavisam citādi. Šeit hipofize attīstās no kāda stobra (hipofizes stobra) slēgtā pakalgalā, kas iegrīmst no ādas ektoderma priekšējās smadzeņu daļas apvidū. Šis stobrs sniedzas līdz starpsmadzenēm (diencephalon) un miksinēm (Myxinoidea) tas atveļas mutes dobumā. No šī, topografiskā ziņā ar ožas organu tuvu saistītā kanāļa dorsālās sienas izveidojas neurohipofize.

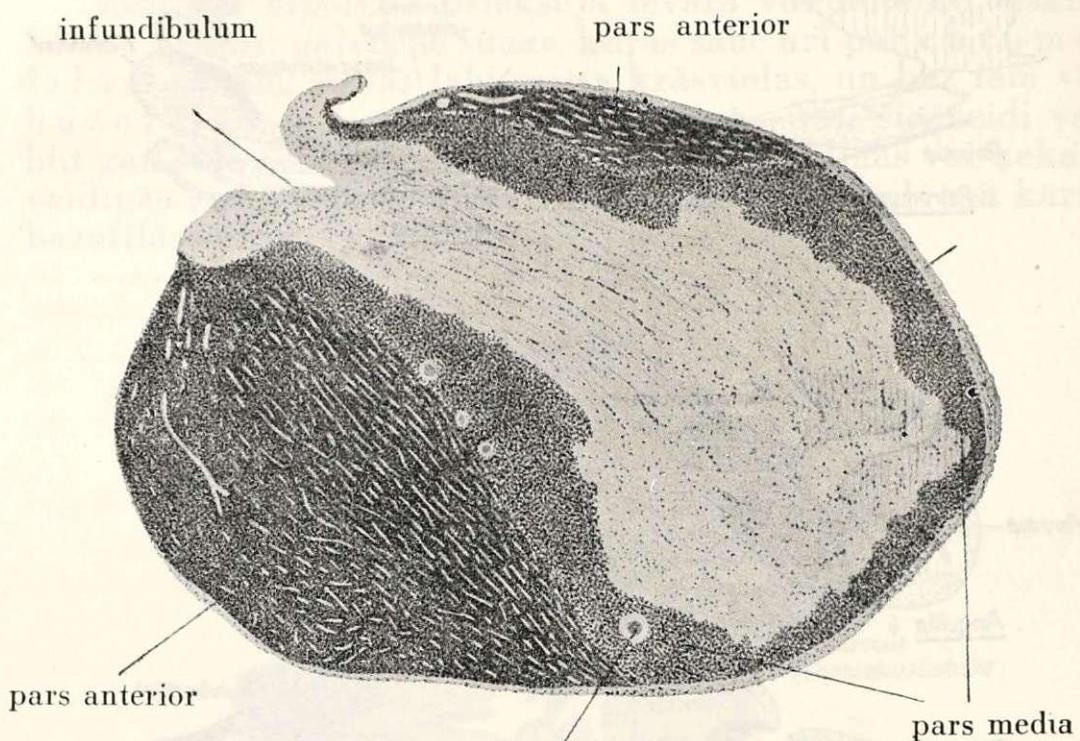
Apaļmutēm hipofize plakanas plātnes veidā pieglaužas vienkāršajai pakaļējās hipofizes (neurohipofizes) un starplēvara plātnei. Haizivju pakaļējā hipofize izveido padaļai augstus stobrus, padaļai arī vienkāršas līstes, kas iegrīmst masīvajā, mezglveidīgajā starplēvarā. Izgriezumiem



Zīm. 217. Dažādu mugurkaulnieku h i p o f i z e mediālgriezumā. Homologās daļas apzīmētas vienādi (pēc V. Haller'a v. Hallerstein'a).

bagātais galvenais lēvars (priekšējā hipofize) atrodas rostrāli no pakalējās hipofizes. Ganoīdu un kaulu zivīm hipofizes smadzeņu daļa ir ārkārtīgi stipri zarota un ar sakņveidīgiem izaugumiem iestiepjas abos pārējos lēvaros. Pretēji haizivīm, šeit galvenajā lēvarā ir tikai nelieli dobumi. Abinieku galvenais lēvars ir masīvs ieapaļš un ir skaidri norobežots no vidējā lēvara. Arī pakalējais lēvars ir kompakts. Zauropsīdu galvenajam lēvaram ir ie-

apaļa ķermeņa izskats un tas ar mazās vidējās daļas (pars intermedia) starpniecību savienots ar smadzenēm.

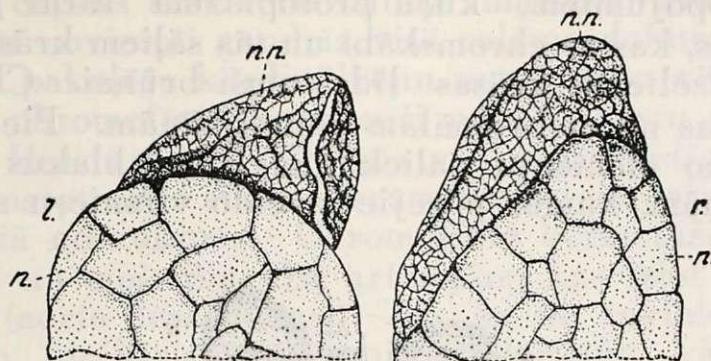


Zīm. 218. Zirga hipofīze sagitālgriezumā (pēc Stendell'a).

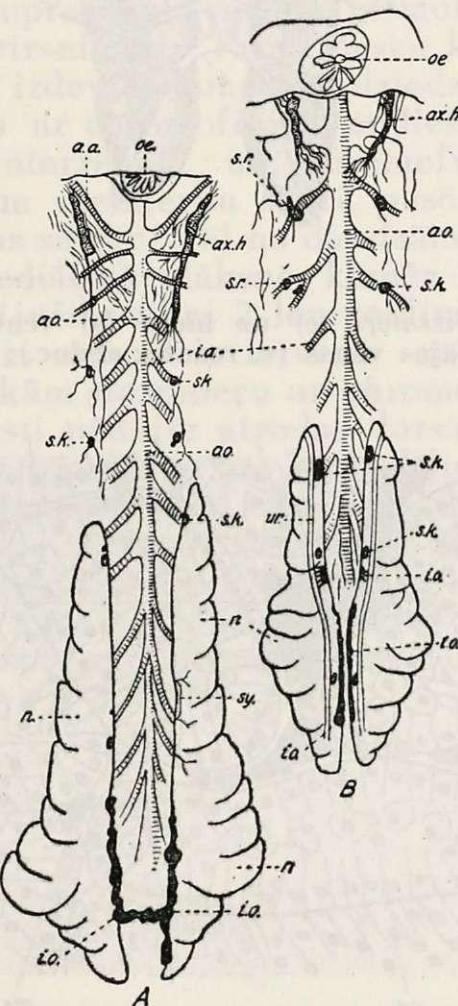
Virsnierī (Glandula adrenalis).

Pārveidīgie organi, kas atrodas augstāko mugurkaulnieku nieru tuvumā, sastāv no divām cieši saistītām daļām (mizas un serdes), no kuņām katrai ir citāda embrioloģiska izcelšanās, kā arī citāda uzbūve un funkcija. Zemākiem mugurkaulniekiem šīs abas sastāvdaļas ir vienmēr šķirtas. Visā mugurkaulnieku rindā tās apzīmē kā *interrenālo sistēmu* (starpnierī, mizas substance) un *suprarenālo sistēmu* (chromofino jeb feochromosistēmu).

Interrenālās sistēmas šūnas parasti satur lipoīdu ieslēgumus. Embrioloģiski šī sistēma ceļas no peritoneālā epitelija (ķermeņa dobuma segas). Starp abiem nieņiem (mesonephros) un dorsālo mezenteriju, primitīvākajās mugurkaulnieku grupās — no ķermeņa dobuma priekšējā gala līdz kloākai, epitēlijam savairojoties, rodas starpnieru pumpuri, kas iespiežas saistaudos, kas atrodas zem tiem. Vēlāk šie starpnieru pumpuri atdalās no peritoneja nost un saplūst šūnu stiegrās.

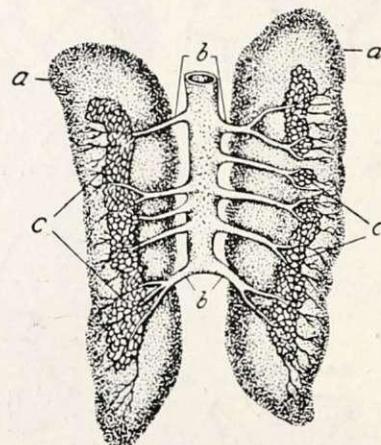


Zīm. 219. Zobainā vaļa, *Phocaena communis*, virsnieri, dabīgā lielumā, no dorsālās puses. n — nierī; nn — virsnieri (pēc Rawitz'a).

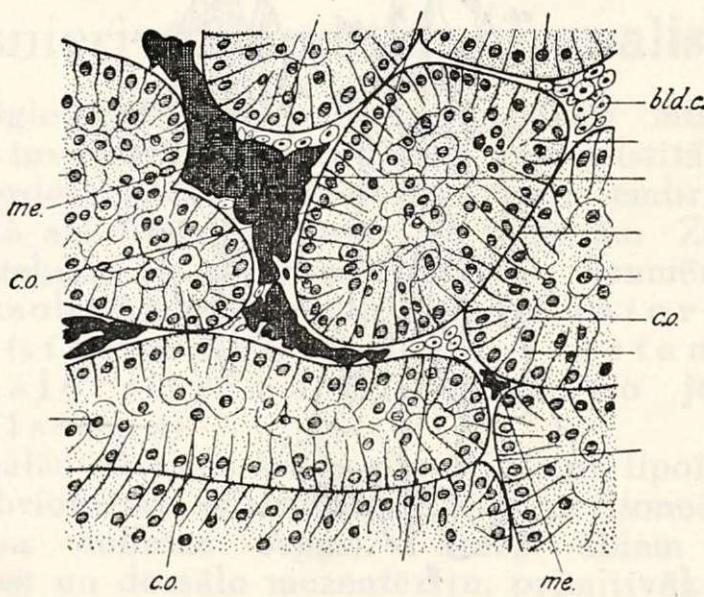


Zīm. 220. Skrimšļu zivju *Raja batis* (A) un *Raja maculata* (B) virsnieku sistēma. n — nieris; sk — suprarenālie jeb chromofīnie ķermenī; i. o — interrenālie jeb starpnieku ķermenī. Zīm. B abas virsnieku sastāvdaļas atrodas jau daudz tuvāk viena pie otras (pēc Vincent'a).

Chromofinā sistēma sastāv no šūnu stiegrām un apaļiem šūnu sakopojumiem, kuŗu protoplazma satur graudainus ieslēgumus, kas ar chromskābi un tās sāļiem krāsojas, sākot no gaiši dzeltenas krāsas līdz tumši brūnai. Chromofīnās šūnas rodas no embrionālām ganglijšūnām. Pie tam daļa chromofīno elementu paliek ganglijos blakus nervu un ganglijšūnām, kamēr pārējie izveido virsnieku serdes substanci.



Zīm. 221. Vardes *virsnieri* (c) uz nieru (a) ventrālās virsmas; b — nieru aizvadītājas vēnas (v. renales abduc.); (pēc Nagel'a).



Zīm. 222. Tītara, *Meleagris gallopavo* virsnieris griezumā. bld. c. — sarkanie asinsķermenīši; c. o. — interrenālās sistēmas šūnas; me — suprarenālās jeb chromofīnās sistēmas šūnas (pēc Sw. Vincent'a).

Lancetniekam, kā šķiet, virsnieču nav. Apaļmutēm starpnieču organs sastāv no daudz maziem ķermenīšiem, kas var būt novietoti gandrīz visā celoma dobuma gaļumā un atrodas pakaļējo kardinālvēnu un arī citu vēnu sienās. Turpretim chromofīnie ķermenīši pavada aortu un tās zarojumus. Haizivju pārveidīgais vai nepārveidīgais starpnieču organs atrodas starp nieču pakaļējiem galiem, no kā cēlies arī tā nosaukums. Chromofīnie ķermenīši sakārtoti segmentāli un cieši piegulst artērijām, kas iziet no dorsālās aortas (aorta descendens). Tas, ka tie novietoti dorsāli no niečiem, piešķīris tiem suprarenālorgana vārdu. Arī ganoīdzīvīm abas sistēmas paliek visu laiku šķirtas, kaut gan to topografiskais stāvoklis ir citādāks nekā haizivīm.

Kaulu zivis ir pirmās mugurkaulnieku rindā, kuļām interrenālā un suprarenālā sistēma pirmoreiz savienojas un tā izveido īstos virsniečus. Proti, nesen kaulu zivju nieču priekšējā daļā ir izdevies konstatēt dziedzeļainu masu, kas stipri sajaukusies ar chromofīniem audiem.

Abiniekim interrenālā un chromofīnā sistēma kopā izveido pa vienam virsnierim katrā pusē. Astainiem abiniekim šīs organs sastāv vēl no daudzām stiegrām nieču ventrālajā un mediālajā plāksnē, kamēr bezastainiem abiniekim ir attīstījušies tikai 2 lentveidīgi ķermeņi. Amniotu pārveidīgais organs ir ietverts saistaudu kapsulā. Kirzakām un čūskām starpnieču un chromofīnie audi sakārtoti tā, ka parasti pēdējie atrodas dorsāli no pirmajiem; turpretim bruņu rupučiem un krokodīliem abas sistēmas ir savā starpā sajauktas. Vēl ciešāk šo abu sistēmu audi ir savijušies putniem. Beidzot zīdītājiem abas šīs sistēmas novietotas pavisam īpatnēji: starpnieču audi, kā virsnieču mīzas substance, pilnīgi ieslēdz serdes substānci, kas sastāv no chromofīniem audiem.

XIII. Evolūcijas ceļi.

Parasti evolūcijas problēmu apskatīja galvenā kārtā no kauzalitātes viedokļa. Var arī vēl citādā veidā analizēt sugu pārveidošanās vēsturi. Tieši pēdējos gadu desmitos zooloģijā (speciāli salīdzināmā anatomijā un paleontoloģijā) ir radusies tendence atklāt organismu pārmaiņu likumību pašu par sevi. Turpmāk apskatīsim šai virzienā iegūtos slēdzienus, bet vispirms atzīmēsim dažas ziņas par filogenetiskās attīstības vispārējo gaitu.

No recento un fosīlo dzīvnieku anatomiski-bioloģiskās apskates izriet, ka organizācijas filogenetiskās pārmaiņas ļoti bieži ir piemērošanās attiecīgo sugu apkārtnes jeb vides pārmaiņām.

Evolūcijas procesam svarīgas ir tikai tās vides apstākļu pārmaiņas, kas lēnām bet pastāvīgi norisinās vienā zināmā virzienā, un kuļu ietekmes var summēties uz dzīvnieku organizāciju.

Evolūcijas vispārējie virzieni.

Saskaņā ar J. B. Johnston'a priekšlikumu, dzīvnieku organus var iedalīt divās lielās grupās: A — e k t o s ō m a t i s k o s organos, kam ir tieši un noteikti fizioloģiski un bioloģiski sakari ar vides apstākļiem, un B — e n t o s ō m a t i s k o s organos, kam nav tiešu fizioloģisku sakaru ar ārpašauli. Kā ektosōmatisko organu piemēru mugurkaulniekiem var minēt ādu ar tās derivātēm (matiem, spalvām) un ādas skeletu, augstākos maņas organus un ādas maņas organus, zivju spuras un tetrapodu ekstrēmitātes, un, beidzot, arī zarnas kanāli ar tā dziedzeļiem (jo barība uzskatāma kā ārējās apkārtnes svarīgākā sastāvdaļa). Kā entosōmatisko organu piemērs var noderēt sirds un tās lielie asinsvadi, nieļi, centrālā nervu sistēma un t. s. endokrīnie dziedzeļi (vairoga dziedzeris, virsnieči, hipofīze u. c.). Ikvienš ektosōmatiskais organs ir funkcionāli saistīts ar vienu vai vairākiem entosōmatiskiem organiem („f u n k c i o n ā l ā k o o r d i n ā c i j a“). Arī entosōmatiskie organi ir savukārt piemērojušies, tikai nevis vides apstākļiem, bet gan ek-

tosōmatisko organu uzbūvei un funkcijai, un citu entosōmatisko organu uzbūvei un funkcijai. Šeit tā tad ir darišana ar funkcionālu atkarību, kas evolūcijā var iedarboties līdzīgi vides ietekmējumiem. Tādā kārtā var izšķirt divus piemērošanās jeb adaptācijas veidus: iekšējo un ārējo.

Kādas dzīvnieku grupas evolūcija visumā norit šādi: vidē, kurā attiecīgā dzīvnieku suga dzīvo, daži apstākļi pārgrozas kādā noteiktā virzienā; tie ektosōmatiskie organi, kam ir sakars ar šiem vides faktoriem, piemērojas šai pārmaiņai. Entosōmatiskie organi, kas ir funkcionāli saistīti ar pārgrozītājiem (no jauna piemērotājiem) ektosōmatiskiem organiem, savukārt piemērojas šām pārmaiņām, un tā starp ektosōmatiskiem un entosōmatiskiem organiem izveidojas jauna koordinācija. Tāda izveidojas arī starp savtarpēji saistītiem entosōmatiskiem organiem (o t r ā s p a k ā p e s k o o r d i n ā c i j a).

Vispirms pievērsīsimies jautājumam par dzīvnieku evolūcijas virzieniem. Galvenā kārtā mūs šeit interesē tā sauktā bioloģiski-progresīvā evolūcija.

Bioloģiski-progresīvo evolūciju jeb kādas dzīvnieku grupas uzvaru cīnā par eksistenci, visumā raksturo sekojošas pazīmes: pirmkārt — šīs grupas individu skaita palielināšanās, otrkārt — attiecīgās dzīvnieku grupas apdzīvotā geografiskā areāla paplašināšanās, un treškārt — šīs grupas pēcnācēju sadalīšanās zemākās sistēmatiskās vienībās (lokālās rasēs, pasugās, jaunās sugās u. t. t.). Bioloģiskās progresijas jēdzienam pretējs ir jēdziens par kādas dzīvnieku grupas izmiršanu. To var raksturot ar pazīmēm, kas ir pretējas augšā minētām, t. i. ar individu skaita vispārēju samazināšanos, ar izplatības areāla sašaurināšanos un ar pakārtoto sistēmatisko vienību skaita samazināšanos attiecīgajā dzīvnieku grupā.

Bioloģisko progresiju var sasniegt četros dažādos ceļos jeb evolūcijas virzienos: ar morfoloģiski-fizioloģiski progresīvo evolūciju jeb a r o m o r f ō z i (Severtzow'a apzīmējums), ar i d i o a d a p t ā c i j u (inklūzīvo speciālizāciju), ar embrionālo piemērošanos jeb c e n o g e n e z i, un beižot ar vispārējās morfoloģiski-fizioloģiskās redukcijas jeb v i s p ā r ē j ā s d e g r a d ā c i j a s palīdzību.

Aromorfōza ir raksturīga ar to, ka evolūcionejošās dzīvnieku sugars organizācija klūst komplikētāka, pie kam tā diferencējas tādā veidā, ka aktīvās funkcijas top intensīvākas un rodas v i s p ā r ē j ā s d z ī v e s e n e r g ī j a s pieaugums. Struktūras pārgrozījumiem pie tam ir vispārdeīgs raksturs. Tā, piemēram, galvenā atšķirība starp tagadējo mugurkaulnieku hipotētiskajām izejformām (t. s.

prīmitīvajiem Acraniota) un prīmitīvajiem mugurkaulniekiem, pēc modernās salīdzināmās anatomijas uzskatiem, ir tāda, ka pēdējiem jau radusies muskulaina sirds, Amphioxus tipa maisveidīgās aknas pārveidojušās par tādām aknām, kas sastāv no daudziem dziedzeļu kanāliem, kā arī ir izveidojusies mugurkaulnieku tipa centrālā nervu sistēma un augstākie maņu organi.

Ja nu mēs jautājam, kas ir bijis prīmitīvo mugurkaulnieku senču progresīvai evolūcijai pamatā, tad jākonstatē, ka tiem progresīvi attīstījušies taisni tie organi, kas palieina ķermeņa funkciju vispārējo spējīgumu. Augstāk attīstītā sirds izsauca intensīvāku asins riņķošanu un asins oksidāciju žaunās, un līdz ar to pastiprinājās arī vielu maiņa visos ķermeņa audos. Progresīvā aknu attīstīšanās veicināja audu labāku baņošanos. Tāpat arī smadzeņu un maņu organu attīstīšanās deva dzīvniekiem iespēju uzmeklēt vietas ar bagātākiem barības krājumiem un tā uzlabot savu baņošanos.

Otrā bioloģiskās progresijas virzienā — *idioadaptācijā* — rodas tādas derīgas dzīvnieku organizācijas pārgrozības, kas atbilst pavisam noteiktām īpašām vides pārmaiņām, pie kam organizācija nekļūst komplikētāka kā šo dzīvnieku senčiem, kā arī netop intensīvāka dzīves enerģija, tā tad citādi, nekā pie aromorfōzas. Idioadaptācijas īpašs veids ir dzīvnieku organizācijas speciālizācija, pie kuŗas dažas evolūcionējošo dzīvnieku pazīmes stipri piemērojas (adaptē) un pie tam pārgrozās, citas turpretim paliek prīmitīvas. Piemēram, mēs zinām, ka čūskas ir cēlušās no ķirzakveidīgiem senčiem un ārēji atšķiras no tiem ar ekstrēmitāšu trūkumu un veselu rindu jauniegūtu pazīmju. Bet mēs nevarām nekādā ziņā sacīt, ka čūskas savu aktīvo organu funkcijas intensitātes (dzīves enerģijas) ziņā stāvētu augstāk par ķirzakām (ko mēs, turpretim, varam droši sacīt par putniem un zīdītājiem, salīdzinot tos ar viņu rāpuļveidīgajiem senčiem). Mēs nevarām pieņemt, ka čūsku ķermeņa līču loču kustības stāvētu uz augstākas pakāpes nekā ķirzaku skriešana, ko veic četras ekstrēmitātes. Tomēr čūsku pārvietošanās veids, proti lienot, labāk atbilst šo dzīvnieku pārgrozītajai videi (dzīves vietai, medījušiem u. t. t.) nekā viņu ķirzakveidīgo senču kustēšanās veids. Piemērošanās (adaptācija) jaunai videi un jaunam dzīves veidam šai gadījumā ir skārusi ektosōmatiskos organus, kuŗiem bijis sakars ar šiem vides apstākļiem. Pie tam organi, kas varētu izsaukt dzīves enerģijas kāpinājumu (piem., elpošanas organi, sirds u. t. t.) nav grozījušies.

Vispāri ir konstatēts, ka lielākā daļa ektosōmatisko or-

ganu adaptīvo pārmaiņu ir idioadaptācijas. Šeit pieder arī lielākā daļa zīdītāju krāsu un formu atšķirības. Tā, piemēram, mēs nevaram uzlūkot kāda zīdītāja organizāciju par augstāku (tas ir, tā vispārējo dzīves enerģiju par kāpinātu), ja tā krāsa ir piemērojusies jaunai videi: tādēļ svītrainās zebras organizācija nav augstāka par vienkāršainā savvaļas zirga organizāciju. To pašu varam sacīt arī par pārējo mugurkaulnieku un daudzu insektu aizsargkrāsām un aizsargformām. Šai idioadaptīvo pārmaiņu katēgorijai pieder arī visas daudzās kustības organu pārmaiņas, t. i. visas piemērošanās kādam noteiktam kustības veidam: kustībai uz koku zariem (chameleoni, puspērtīki, pērtīki un sliņķi), kustībai apakšzemes ejās (kurumi), zīdītāju peldēšanai ūdenī (vali, jūras govis, roņi u. t. t.).

Trešajam bioloģiski-progresīvās evolūcijas virzienam — embrionālai piemērošanai (*Hekela cenoğenezei*) — derīgās pazīmes attīstās tikai embrijiem vai kāpuriem; pieaugušiem dzīvniekiem šie jauniegūtie kāpuru organi pilnīgi izzūd, tā kā gatavais organisms patur savu senču organizāciju pavisam negrozītu. Bet embrionālās piemērošanās dēļ palielinās to individu skaits, kas dzīves cīņā sasniedz pieaugušo, vairoties spējīgo stadiju. Sakarā ar to attiecīgā dzīvnieku suga sacensībā ar citām dzīvnieku sugām paliek uzvarētāja. Varam minēt sekojošus šādas cenoğenezes piemērus: dažādās olu čaumalas, kas aizsargā embriju no ie-vainojumiem; olas dzeltēnumi, kas embrijiem attīstības laikā noder par barību, lai tiem kā kāpuriem nebūtu jāmeklē piemēroti barības līdzekļi; zivju, rāpuļu, putnu un zīdītāju dīgļu embrionālie asinsvadi, lai embrija ķermenis labāki varētu elpot un bařoties.

Ceturtā bioloģiskā progresijas virzienā — morfoloģiski-fizioloģiskās *regresijās* jeb *vispārējās degradācijās* — aktīvie organi un organu sistēmas reducējas, kamēr pasīvie aizsargorgani un vairošanās organi attīstās progresīvā virzienā, tādēļ cīņā eksistences dēļ, uzvar (bioloģiskā progresija). Vispārējai dēgradācijai var minēt divus ticamus iemeslus: pirmkārt — pāreju no brīvi kustīgā dzīves veida uz sēdošo (sesīlo) un, otrkārt — pāreju no patstāvīgās dzīves uz parazītismu.

Sesīlo dzīvnieku degradācija izpaužas kustības organu sašukšanā, kā arī to organu redukcijā, kas noder laupījuma atrašanai un vajāšanai. Tādiem dzīvniekiem kā, piem., tunikātiem, kas laikam no aktīvā bařošanās veida pārgājuši uz pasīvo, nav nekādu ierīču barības satveršanai un saturēšanai; tie zaudējuši arī lielāko daļu centrālās nervu sistēmas un arī lielāko daļu augstāko maņas organu. Dau-

dziem iekšējiem parazītiem (entoparazītiem) redukcija ir gājusi vēl tālāk: tiem saņukuši ne tikai kustību organi un ierīces laupījuma saturēšanai, bet arī viss zarnu kanālis ar tā palīgorganiem (piem., lenteņiem), tā kā barības uzņemšanu izdara ādā endosmotiskā celā. Šādu regresīvo pārmaiņu dēļ, rodas vesela rinda ļoti komplikētu dzimumorgānu pārmaiņu, kā arī daudzas dīglu un kāpuru embrionālās piemērošanās (cenoģenezes).

Savas filoģenezes gaitā katras dzīvnieku suga var vai-rākkārtīgi mainīt savu evolūcijas virzienu. Šķiet, ka pāreja no aromorfōzas virziena uz idioadaptāciju un pēc tam uz speciālizācijas virzienu notiek viegli, tāpat kā pāreja no idioadaptācijas uz aromorfōzu, kā arī no idioadaptācijas uz vispārējo degradāciju. Turpretim mēs nezinām nevienu gadījumu, kur pāreja būtu notikusi no speciālizācijas un vispārējās degradācijas virziena uz aromorfōzu.

Piemērošanās (adaptīvas pārmaiņas).

Līdz šim mēs aplūkojām evolūcijas vispārējos virzienus pievēršot uzmanību visa organisma (kā tāda) pārmaiņām. Pilnības labad mums tagad jāpiegriežas atsevišķo organu un organu daļu adaptīvām pārmaiņām (piemērošanām).

Kāda organa struktūras morfoloģiskā pārgrozīšanās ir katrai dzīvnieku sugai svarīga tikai tik tālu, cik tālu tā izteic šā organa funkcijas uzlabošanos un cīņā par eksistenci veicina šīs sugas uzvaru un tās uzplaukumu. Tāpēc arī dzīvnieku sugai ir pilnīgi vienalga, vai tās pēcnācējiem kādu zināmu funkciju izpilda tas pats organs, kā tās senčiem, vai arī to ir pārņemis kāds cits, ja tikai šī funkcija no bioloģiskā viedokļa izpilda savu uzdevumu labāki nekā senčiem. Mēs varam minēt vairākus atsevišķo organu filogenētisko pārmaiņu tipus, un iesāksim mūsu pārskatu ar tā saukto funkciju intensifikācijas jeb funkciju pastiprināšanas principu (L. Plate, 1924).

Katrai organisma daļai (sākot no šūnas un beidzot ar komplikētāko organu) parasti ir vairākas funkcijas, t. i. tā ir multifunkcionāla. Kāda organa filoģenetiskās attīstības gaitā bieži nu notiek, ka tam viena dotā funkcija pastiprinās, bet pārējās funkcijas nepavājinās. Tādā gadījumā mums ir darīšana ar minēto intensifikācijas principu. Šāda embrionālo šūnu funkcijās vienpusīga pastiprināšanās (attiecīgām šūnu struktūras pārmaiņām pavadīta) veicina tipisko dzīvnieku ķermeņa audu diferencēšanos. Ta-

gad pieņem, ka filoģenetiskā audu izveidošanās arī ir notikusi šādā veidā, t. i. pīmāro šūnu funkciju intensifikācijas dēļ. Vienkārši būvēto organu progresīvā attīstībā intensifikācija veicina vai nu atsevišķo organa sastāvdaļu galvenās funkcijas pastiprināšanos (piem., maņu šūnu struktūras lielākā pilnība maņas organos), vai arī organa sastāvdaļu skaita palielināšanos (piemēram, mēs zinām, ka daudziem dzīvniekiem — speciāli zivim, astainiem abiniekiem un čūskām — ķermeņa lokanības intensifikāciju rada ķermeņa segmentu un, līdz ar to, arī skriemeļu skaita palielināšanās). Intensifikācijai pieder arī tās ķermeņa daļu formas pārmaiņas, ko rada vienpusīga augšana, pie kam tiek sasniegta organa kopējās darbības pastiprināšanās (tā, piem., atsevišķo galvas kausa daļu balsta funkcija muskulātūras nostiprināšanai ir sasniegusi ievērojamu intensifikāciju izaugumu izveidošanās dēļ).

Kā otro organu pārgrozīšanās principu minēsim A. Dohrn'a (1875) *funkciju mainas* principu. Jau toreiz viņš konstatēja, ka katram organam ir vairākas funkcijas, no kurām viena ir stiprāk attīstīta un uzskatāma par galveno funkciju, kamēr citas ir tikai blakus funkcijas. Eksistences apstākļiem grozoties, mainās dažreiz arī šo funkciju attiecības, tā kā evolūcionējošās dzīvnieku sugas pēcnācējiem kāda no blakus funkcijām var kļūt par galveno funkciju, kamēr agrākā galvenā funkcija var kļūt tikai par blakus funkciju, vai arī zaudēt ikkatru nozīmi. Līdz ar to mainās arī evolūcionējošā organa vispārējā nozīme un grozās tā uzbūve. Kā piemēru Dohrn's min tās pārmaiņas, kas filoģenetiskās attīstības laikā notikušas ar putnu kuņgi. Viņš uzsver, ka kuņģim ir divas funkcijas: gremotāju sulu sekrēcija (galvenā funkcija), ko izdara kuņga sieņu dziedzeļi, un barības masu pārvietošana un sajaukšana (blakus funkcija), ko veic sieņu muskulātūra. Putnu kuņga evolūcijas gaitā vienā kuņga daļā pastiprinājas sekretoriskā funkcija un šī daļa pārvērtās par īpašu ķīmisku kuņģi. Otrajā daļā pastiprinājās, sākumā sekundārā, barības sajaukšanas funkcija un kļuva šeit par galveno funkciju; pie tam šī nodalījuma sekretoriskā funkcija degenerējās un tas pārveidojās par graudu saberzšanai piemērotu muskuļu kuņģi.

1886. gadā N. Kleinenbergs morfoloģiskā ziņātnē ieveda loti svarīgo organu *substitūcijas* principu. Šis jēdziens jāsaprot tā. Kāds organs, kas attiecīgās dzīvnieku sugas senčiem ir bijis labi attīstīts un labi funkcionējošs, pēcnācējiem degenerējas, pie kam kāds cits organs (vai audi) ieņem tā vietu un izpilda to pašu funkciju. Labs

piemērs te ir mugurkaula embrioloģiskā un filoģenētiskā attīstība no muguras stiegras (chorda dorsalis). Chorda ir zemāko mugurkaulnieku vienīgais ass skelets un bez izņēmuma visu mugurkaulnieku ontogenezē ir pirmsais balstu sistēmas veidojums. Augstākiem mugurkaulniekiem chorda, izņemot niecīgas atliekas, vēlākās embrionālās stadijās izzūd un to pār aizvietota jeb substituēta ar skrimšķi vai kaula skriemeliem, tādēļ centrālais ķermeņa skelets to daudz stiprāks. Otrs piemērs ir putnu galvas kausa priekšējā daļa. Putnu tiešajiem senčiem uz žokļu malas bija zobi, recentiem putniem tie ir reducējušies: zobu vietu un funkciju ir pārņēmusi ragvielas knābja asā mala. Tāda pati aina arī bruņu rupučiem, kur mezodermālos kaulu zobus, kas sastāv no īstas dentīna substances substituē asa žokļa mala, kas sastāv no ektodermāliem raga audiem.

Zināmā sakarībā ar tikko aplūkotiem Kleinenberga substitūcijas gadījumiem stāv kāds cits princips, ko var apzīmēt ar vārdu „*funkciju substitūcija*“ (Severtzoff's 1912). Šo principu mēs varam formulēt sekojoši: Attiecīgās dzīvnieku sugas pēcnācējiem kāda organa funkciju attvieto (substitūē) cita (bet bioloģiski līdzvērtīga) organa funkcija, pie kam šis organs atrodas citā ķermeņa vietā un attīstās pavisam no cita embrionāla aizmetņa. Tā, piemēram, mēs redzam, ka mūsu bezķaju ķirzakai, glodenai, pirmatnējo iešanas funkciju ar četru kāju palīdzību, kāda piemitusi tās senčiem, ir pakāpeniski aizvietojis cits kustību veids (lišana uz vēdera), ko veic pavisam cits organs (mugurkauls, ribas un ķermeņa muskulātūra). — Nemsim kādu citu piemēru no zīdītājiem. Mēs zinām, ka ūdens zīdītāju priekšteči, pārejot uz dzīvi ūdenī, piem., vaļu senči, ir zaudējuši savu matu tērpu, pie kam iekšējo organu aizsardzību pret aukstumu tad ir uzņēmusies zemādas tauku kārtas, kas kļuvusi biezāka nekā sauszemes dzīvniekiem. Mēs redzam, ka šeit siltuma aizsarga funkciju ir uzņēmies pavisam cits organs, kas atrodas citā vietā, ir citādi būvēts un kam sākumā bijusi pavisam cita funkcija. Pats par sevi saprotams, ka ādas saistaudu tauku kārtas šo funkciju izdara citādāki nekā epidermālie, ķermeņa virspuses mati.

Ontogenezes un filoģenezes attiecības.

Runājot par ontogenezes un filoģenezes attiecībām, zoologs parasti domā par pirmsenču pazīmju rekapitulāciju jeb atkārtojumu ontogenezē, t. i. par Haeckela (Haeckel, 1866) un Millera (1869) *bioģenetisko likumu*.

Pēdējā laikā ir tomēr konstatēts, ka šīs attiecības ir daudz komplikētākas nekā to domājuši minētie pētnieki. *Hekels* definēja savu likumu šādi: „Organismu attīstības vēsture sadalās divos loti radniecīgos un cieši saistītos zaros: ontoģenijā jeb individu attīstības vēsturē un filoģenijā jeb cilts attīstības vēsturē. Ontoģenija ir ūss un ātrs filoģenijas atkārtojums (rekapitulācija). Savas individuālās attīstības laikā īpatnis atkārto svarīgākās formu pārmaiņas, kādas pārdzīvojuši tā senči savā gaļajā paleontoloģiskās attīstības gaitā. Daudzos gadījumos ūss atkārtojums jeb palingeneze nav pilnīgs, bet saīsināts, un, cenoģenetisko norišu dēļ, pat viltots. Par cenoģenetiskiem procesiem jeb dīglā attīstības filoģenetiskiem traucējumiem mēs apzīmējam visas tās norises, kas nav atkarīgas no seno cilšu formu iedzimtības, bet ir pienākušas klāt tikai vēlāk, dīgliem vai jaunības stadijām piemērojoties noteiktiem embrionālās dzīves apstākļiem. Tādā kārtā cenoģenetiskie organi ir sveši pielikumi, no kuŗiem nekā nevar secināt par attiecīgajām norisēm zināmās dzīvnieku grupas cilts vēsturē, bet kuŗi šo norišu izpratni pat vilto un aizsedz.“

Hekelis un viņa skola bioģenetiskajā likumā redzēja galvenā kārtā metodoloģisku nozīmi, tas bija tiem līdzeklis uz embrioloģisko novērojumu pamata rekonstruēt dzīvnieku filogenezi. Palingenetisko rekapitulāciju, kā arī cenoģenetisko pielikumu vispārējā bioloģiskā (evolūcijas teorētiskā) nozīme Hekeli maz interesē. Viņš apmierinās ar vispārējo izskaidrojumu, ka palingenezes ir atkarīgas no konservātīvās iedzimtības, bet cenoģenezes no piemērošanās. Pēc viņa uzskata „filogeneze ir ontogenezes mēchaniskais iemesls“.

Bet jau 1864. gadā bioģenetiskā likuma līdznodibinātājs F. Müller's ir izteicis domas, ka pieaugušo dzīvnieku organu evolūcija notiek to pēcnācēju ontogenezes gaitai pakāpeniski pārveidojoties. Sakarā ar to ontogeneze ne tikai izveido pieaugušo organismu, bet ir arī svarīgākais līdzeklis attiecīgās dzīvnieku sugars filoģenetiskai pārveidošanai. Tās pētīšana ir interesanta ne tikai palingenežu gaitas atklāšanas dēļ, bet arī tāpēc, ka tā mums rāda evolūcijas vispārējās likumības.

Tikko minēto Millera uzskatu, ka pieaugušo dzīvnieku filoģenetiskās pārmaiņas ir atkarīgas no viņu senču ontogenezes (embrionālās attīstības) gaitas pārmaiņām, Hekelis un lielākā daļa viņa pēcteču neatrina. Tomēr vesela rinda pētnieku vēlāk nonāca pie šī paša uzskata. Šī ieskata padziļināšanā sevišķi nopelnī pieder Severcovam (Sewertzoff).

Dzīvnieku individuālā attīstība (ontogeneze) sadalās di-

vos periodos: 1. morfogenēzes periodā un 2. augšanas periodā. Pirmajā periodā notiek ļoti lielas organu uzbūves, formas un histoloģiskās struktūras pārmaiņas, pie kam norisinās arī ļoti intensīva un diferenciāla dažādo ķermeņa daļu augšana. Otrajā periodā organi morfoloģiskā ziņā pārgrozas tikai nedaudz, turpretim atsevišķās ķermenē daļas aug lielākā vai mazākā mērā harmoniski un ļoti ātri.

Progresīvajā evolūcijā pieaugušo dzīvnieku pazīmju (formas, struktūras, lieluma, vietas u. t. t.) filoģenetiskās pārmaiņas norisinās trīs dažādos veidos: 1. kā gala stadiju adicija jeb *a n a b o l i j a*. 2. kā *d ē v i ā c i j a* (novirzība ontoģenezes vidējās stadijās un 3. kā organu pirmo aizmetņu pārgrozījums jeb *a r c h a l a k s e*.

Anabolijā attiecīgā organa morfogenezes gala stadijai tiek pievienota kāda jauna gala stadija, tāpēc, kādas ķermeņa daļas pazīmēm progresīvi evolūcionējot, tās morfogeneze uz augšanas perioda rēķina pagarinās par vienu tālāku stadiju. Tādā kārtā, kādam organam pārveidojoties, priekšteču gala stadija uzglabājas pēcnācēju ontoģenezē. Tādēļ priekšteču gala stadijas atkārtojas pēcnācēju embrionālā attīstībā tai pašā kārtībā, kādā tās savā laikā ir filoģenetiski parādījušās (un, vismaz galvenajās pazīmēs, tās ir līdzīgas senču pieaugušajam stāvoklim). Tādā kārtā Millera-Hekela rekapitulācijas likums ir tiešas un nepieciešamas pēc adicijas jeb gala stadiju tipa noritošās evolūcijas sekas.

Kā *anabolijas* piemēru var minēt dīvainās galvas formas un atipiskā galvas stāvokļa izveidošanos plūksnžaunu (*Lophobranchii*) zivju grupā (pie kuŗas pieder jūras adatas un jūras zirdziņi). Jaunam jūras zirdziņa embrijam galva ar savu garenisko asi ir tiešs vidukļa turpinājums; prēnazālais reģions ir vēl ļoti īss, tādēļ kāpura galvas priekšējā daļa izskatās strupa. Vecākiem kāpuļiem prēnazālā daļa stipri aug gaļumā un galva noliecas uz leju (ventrālā virzienā). Bet taisni ar to rodas lielā līdzība ar zirga galvu, kas pieaugušai zivij ir tik īpatnēja. No tā var secināt, ka plūksnžaunu zivju morfogenezes gala stāvoklim, kas arī filoģenetiski raksturīgs lielākai daļai kaulu zivju ir pievienotas vēl jaunas gala stadijas, un proti, 1. galvas prēnazālās daļas pagarināšanās stadija un 2. priekš krūšu spuras gulosās galvas daļas ventrāli vērstās saliekšanās stadija.

Ontoģenezes gaitas filoģenetiskais pārgrozījums bieži iesākas kādā no tās vidējām stadijām un arī šis pārgrozījums noved pie pieaugušo organu struktūras pārmaiņas. Šo veidu sauc par *dēviāciju* (*novirzību*). Šai tipā evolūcijas

morfogenezes ilgums paliek negrozīts un rekapitūlē tikai attiecīgās dzīvnieku sugars priekšteču embrionālās pazīmes.

Trešais evolūcijas veids, kā jau sacīts, ir *organu pirmo aizmetņu pārgrozījums* (*archalakse*). Šais gadījumos organu filoģenetiskie pārgrozījumi nav vis šo organu agrākās struktūras pārveidojumi, bet gan jaunveidojumi (jauna forma, vieta, struktūra un pavisam jauna organa izcelšanās). Archalaksē nenotiek morfogenezes pārmaiņas un neatkārtojas priekšteču pazīmes, tā tad nav rekapitulācijas pēc biogenetiskā likuma.

Ir grūti atrast tiešu pierādījumu šim evolūcijas tipam, bet ir iespējams parādīt, ka dažas pazīmes citādi nav varējušas attīstīties. Piemēram, tā kā čūskas un čūskveidīgās, bezķaju ķirzakas ir cēlušās no parastajām ķirzakām, tad pieņem, ka filoģenetiskās attīstības gaitā tām ir pavairojies skriemeļu, muskuļu segmentu un spinālo nervu pāru skaits. Bet priekšnosacījums tam, ka attiecīgajam pieaugušajam dzīvniekam var izveidoties noteikts skaits šādu ķermeņa daļu, ir tāds, ka agrās attīstības stadijās embrijam aizmetas tik pat liels skaits nediferencētu mezoderma segmentu. Tā tad čūskas ķermeņa filoģenetiskais pagarinājums varēja rasties tikai lēcienveidīgām iedzimtības variācijām summējoties to pirmajās embrionālās stadijās. Par dēviācijas vai arī anabolijas veidu šeit nevar nemaz būt runa, jo, piemēram, tad kā čūskām, tā ķirzakām embrionālajam mugurkaula aizmetnim (pirmajās stadijās) vajadzētu būt tam pāšam segmentu skaitam un tikai vēlāk šim skaitam čūsku mugurkaula uzbūvē būtu jāpalielinās. Bet novērojumi liecina pretējo.

Kas attiecas uz filoģenetisko pārgrozījumu tempu, tad šķiet, ka tas ir atkarīgs no pārgrozījumu veida. Iespējams, ka anabolijas tipa evolūcija dod pieaugušo, adulto organu lēnu pārveidošanos, bet archalakse ir organu jaunrašanās un relatīvi ātras evolūcijas ceļš. Dēviācija, šķiet, atrodas vidū starp šiem diviem ekstrēmiem.

Jaunākā literātūra.

A.

Referējošā literātūra un literātūras saraksti.

Anatomischer Anzeiger. Berlin.

Berichte über die wissenschaftliche Biologie. Berlin.

L'année biologique. Paris.

Minot. A bibliography of vertebrate embryology. Memoirs of the Boston Soc. of Nat. History, IV. Boston 1893.

Wiedersheim, Vergleichende Anatomie.

Bibliographia Zoologica. Zürich.

B.

Mācības un rokas grāmatas un seriju izdevumi.

Keibel, Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Jena.

Poirier et Charpy, Traité d'anatomie humaine. Paris.

Ellenberger u. Baum, Handbuch der vergl. Anatomie der Haustiere. Berlin 1926.

Kosinski, Anatomja topograficzna conczyny górnnej. (Priekšējo eks-tremitāšu topograf. anatomija) Wilno 1926.

Rouvière, Anatomie humaine. Descript. et topograph. Paris 1927.

Merkel, Die Anatomie des Menschen. München.

Möllendorf, Handbuch der mikroskop. Anatomie des Menschen. Berlin.

Schmalitz, Atlas der Anatomie des Pferdes. Berlin.

Kollmann, L'embryologie. Paris 1927.

Champy, Manuel d'embryologie. Paris 1927.

Bromann, Die Entwicklung des Menschen vor der Geburt. München 1927.

Weber, Die Säugetiere. Jena 1928.

Michaelis Entwicklungsgeschichte des Menschen mit Berücksichtigung der Wirbeltiere. Leipzig 1927.

Peter, Wetzel u. Heiderich, Handbuch der Anatomie des Kindes. München.

Meisenheimer, Entwicklungsgeschichte der Tiere. Berlin u. Leipzig.

Grosser, Frühentwicklung, Eihautbildung und Placentation des Menschen und der Säugetiere. München 1927.

- Perrier, *Traité de zoologie*. Paris.
 Sobotta, *Atlas der descriptiven Anatomie des Menschen*. München.
 Weissenberg, *Entwicklungsgeschichte des Menschen mit Berücksichtigung der Wirbeltiere*. Leipzig 1929.
 Kükenthal, *Handbuch der Zoologie*. Berlin u. Leipzig.
 Fischer, *Lehrbuch der Entwicklung des Menschen*. Wien u. Berlin. 1929.
 Bronn's, *Klassen und Ordnungen des Tierreiches*. Leipzig.
 Slijper, *Die Cetaceen, vergleichend-anatomisch und systematisch*. 1936.
 Cowdry, *A text-book of histology. The functional significance of cells and intercellular substances*. Philadelphia 1936.
 Petersen, *Grundriss der Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen*. Berlin 1936.
 Anthony et Trianant, *Exposés d'anatomie comparé*. Paris 1935.
 Abderhalden, *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*. Berlin u. Wien.
 Fischer, *Grundriss der Entwicklung des Menschen*. Berlin 1937.
 Lubarsch u. Henke, *Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie*. Berlin 1937.
 Poliard, *Précis d'histologie physiologique*. Paris 1928.
 Patten, *The story of the birds: a guide to the study of avian structure and habits*. Sheffield and London 1928.
 Rauber - Kopisch, *Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen*. Leipzig 1929.
 De Beer, *Vertebrate Zoology; an introduction to the comparative anatomy, embryologie and evolution of chordate animals*. New York 1928.
 Little and Kempton, *A laboratory manual for comparative anatomy*. New York 1928.
 Champy, *Précis d'histologie*. Paris 1928.
 Lameere, *Précis de Zoologie*. Paris 1929.
 Thomson, *Outlines of zoology*. London 1929.
 Dodds, *The essentials of human embryology*. New York and London 1929.
 Wiedersheim, *Grundriss der vergl. Anatomie der Wirbeltiere*.
 Broek, *Lehrbuch der topographischen Anatomie des Menschen*. Utrecht 1932.
 Pfuhl, *Entwicklung und Wachstum des Menschen*. Leipzig 1933.
 Böker, *Einführung in die vergl. biologische Anatomie der Wirbeltiere*. Jena.
 Kadanooff, *Grundriss der gesamten Anatomie des Menschen*. Leipzig 1934.
 Schlör, *Anatomie der menschlichen Körperhöhlen, dargestellt nach Art der üblichen Sektionen unter schichtenweiser Abtragung der einzelnen Organe*. Stuttgart 1934.
 Schlör, *Männlicher und weiblicher Körperbau mit besond. Berücksichtigung der Geschlechtsorgane und der Fortpflanzung*. Stuttgart 1934.
 Wilhelm, *Embryologie. Entwicklungslehre des Menschen unter Berücksichtigung der Wirbeltiere in Frage und Antwort*. Berlin 1934.
 Brauchle, *Grundriss der normalen Histologie und mikroskopischen Anatomie*. Leipzig 1935.
 Bolk, Göppert, Kallius, Lubosch, *Handbuch der vergleich. Anatomie der Wirbeltiere*. Berlin u. Wien.

- Sieglbauer, Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen. Berlin-Wien 1935.
- Whitfield, Sarel and Wood, An introduction to comparative zoology. London 1935.
- Lanz, von und Wachsmuth, Praktische Anatomie. Berlin.
- Martin und Schauder, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart.
- Auer, Atlas der Anatomie des Kopfes. München 1935.
- Schultze, Atlas und kurzgefasstes Lehrbuch der topogr. und angewandten Anatomie. München 1935.
- Bumke u. Foerster, Handbuch der Neurologie. Berlin 1935.
- Greene, Anatomy of the rat. Philadelphia 1935.
- Scott and Kendall, The microscopic anatomy of vertebrates. London 1935.
- Goodrich, Studies on the structure and development of vertebrates. London 1935.
- Soderbergh, On the dermal bones of head in labyrinthodont stegocephalians and primitive reptilia. København 1935.
- Hoffmann, Über die Nichthomologie der medio-ventralen präzonalen Skeletelemente bei den Anuren und Urodelen. 1935.
- Mehl, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Bisamratte. 1932.
- Wood, An introduction to the literature of vertebrate zoology. 1931.
- Perrier, Traité de zoologie. 1893—1932.
- Naef, Die Vorstufen der Menschenwerdung. 1935.
- Reighard and Spencer, Dissection of the cat; practical directions for the dissection of the cat and the study of its anatomy. 1935.
- Mollison, Phylogenie des Menschen. 1935.
- Braus, Anatomie des Menschen. 1934.
- Hartman and Straus, The anatomy of the rhesus monkey. 1933.
- Barcroft, Features in the architecture of physiological function. 1934.
- Chiariugi, Trattato di embriologia. 1935.
- Dacqué, Organische Morphologie und Paläontologie. 1935.
- Korschelt und Heider, Vergl. Entwicklungsgeschichte der Tiere. 1936.
- Braus, Anatomie des Menschen. Berlin.
- Tandler, Lehrbuch der systemat. Anatomie. Leipzig.
- Chiariugi, Trattato di embriologia con particolare riguardo alla storia dello sviluppo dei mammiferi e dell'uomo. Milano.
- Dodds, The essentials of human embryology. New York a. London 1929.
- Weissenberg, Grundzüge der Entwicklungsgeschichte des Menschen in vergleichender Darstellung. Leipzig 1931.
- Cheeseman, Synthetische Anatomie. Eine Reihe durchsicht. Bildtafeln zur Erleichterung der räuml. Vorstellung des menschl. Körperbaues. Leipzig 1931.
- Saunders and Manton, A manual of practical vertebrate morphology. Oxford 1931.
- Möller und Müller, Grundriss der Anatomie des Menschen für Studium und Praxis. Berlin u. Leipzig 1931.
- Bütschli, Vorlesungen über vergl. Anatomie. Berlin.

- Petersen, Histologie und mikrosk. Anatomie. München.
- Goldhahn, Der menschliche Körper und seine Leistungen. Leipzig 1931.
- Boeke de Groodt und Heringa, Lehrbuch der allgemeinen und speziellen Gewebelehre. Utrecht 1931.
- Krabbe, Recherches sur l'existence d'un oeil pariétal rudimentaire (le corpuscule pariétal) chez les mammifères. København 1929.
- Bouin, Eléments d'histologie. Paris 1932.
- Ludwig, Das Rechts-Links-Problem im Tierreich und beim Menschen. Berlin 1932.
- Harman, A textbook of embryology. London 1932.
- Spalteholz, Handatlas der Anatomie des Menschen. Leipzig.
- Parsons, Report on penguin embryos collected during the discovery investigations. Cambridge 1932.
- Lange jr., Dan. de, und Nierstrasz, Tabellarische Übersicht der Entwicklung von *Tupaia javanica* Horsf. Utrecht 1932.
- Scammon and Calkins, The development and growth of the external dimensions of the human body in the fetal period. Minneapolis 1929.
- Testut, Traité d'anatomie humaine. 1929.
- Boas, Biologisch-anatomische Studien über den Hals der Vögel. 1929.
- Wiemann, An introduction to vertebrate embryology. New York and London 1930.
- Freund, Die Anatomie des Nerzes. München 1930.
- Zietzschmann, Blätter für den anatomischen Unterricht. Hannover 1930.
- Saunders and Manton. A manual of practical vertebrate morphology. London 1931.
- Ecker und Gaupp, Anatomie des Frosches, Braunschweig. 1896.
- Ihle, Kampen, Nierstrasz u. Versluys, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Berlin 1927.
- Krause, Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. Berlin u. Leipzig.
- Hesse-Doflein, Der Tierkörper als selbstständiger Organismus. Leipzig u. Berlin.
- Keibel, Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Jena.
- Martin, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1912.
- Ellenberger u. Baum, Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie. Berlin 1906—1911.
- Winterstein, Handbuch der vergleichenden Physiologie. Jena.
- Plate, Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre. Jena.
- Hirsch, Handbuch der inneren Sekretion. Leipzig.
- Toldt, Anatomischer Atlas für Studierende und Ärzte. Berlin u. Wien.
- v. Buddenbrock, Grundriss d. vergl. Physiologie. Berlin 1928.
- The Cambridge Natural History. London.
- The Quarterly Review of Biology. Baltimore.
- Ergebnisse der Biologie. Berlin.
- Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie. Jena.
- Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. Berlin u. Wien.

C.

Atsevišķas grāmatas.

1. Ādas sistēma.

- Goodridge, Cyclostomes and Fishes. London 1909.
Arnold, Über Plasmasstrukturen und ihre funktionelle Bedeutung. Jena 1914.
Double et Houssay, Les velus. 1912. Paris.
Eiger, Die Stacheln und Schuppen von Cercolabes prehensilis und C. villosus. Heidelberg 1910.
Friedenthal, Tierhaaratlas. 1911. Jena.
Fritsch, Das Haupthaar und seine Bildungsstätte bei den Rassen des Menschen. 1912—1915.
Kidd, The direction of hair in animals and man. London 1903.
Lambert, Contribution à l'étude des poils de l'homme et des animaux. 1910.
Lang, Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. 1. 1914. III. Hauptteil.
Litterscheid u. Lambardt, Die Erkennung der Haare unserer Haussäugetiere und einiger Wildarten. Hamm (Westf.) 1921.
Martin, Lehrbuch d. Anthropologie. 1914. 2. Aufl. 1928. Jena.
Pinkus, Die Einwirkung von Krankheiten auf das Kopfhaar. Berlin 1917.
Bresslau, The mammary apparatus of the mammalia. London 1920.
Burrell, The Platypus, its discovery, zoological position, form and characteristic habits, life history etc. Sydney 1927.
Eggermann, Entwicklung der Sinushaare des Schweines. Zürich 1919.
Hammond, The Physiology of Reproduction in the Cow. Cambridge 1927.
Kyrtle, Vorles. üb. Histol. menschl. Haut u. ihre Erkrank. 1925.
Schumacher, Integument der Mammalier. Innsbruck. Bolk-Göppert, Handbuch der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I. 1931.
Ballowitz, Die Pigmentzellen, Chromatophoren und ihre Vereinigungen in der Haut der Fische, Amphibien und Reptilien im Hinblick auf Färbung und Farbenwechsel der Haut. Münster. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I. 1931.
Boas, Krallen, Hörner, Ballen, Schuppen, Federn. Kopenhagen. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I. 1931.
de Meijere, Haare. Amsterdam. Bolk-Göppert. Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I. 1931.
v. Egeling, Hautdrüsen, Breslau. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I. 1931.
Penners, Die Leuchttorgane. Würzburg. Bolk-Göppert Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I. 1931.
Peyer, Hartgebilde des Integumentes. Zürich. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. I. 1931.
Leisinger u. Hartmann, Der Fuss des Pferdes. Hannover 1910.
Phisalix, Animaux venimeux et venins. Paris 1922.
Toldt, Natürliche Färbungen bzw. Zeichnungen der Säugetierhaut. Leipzig 1932.
Bergersen, Beiträge zur Kenntnis der Haut einiger Pinnipedien. Oslo 1931.

- T o l d t, Das Haarkleid der Pelztiere. Leipzig. 1933.
 T o l d t, Aufbau und natürliche Färbung des Haarkleides der Wild-säugetiere. Leipzig 1935.
 F r i e l i n g, Die Feder. 1936.
 B r a n d t, Die Entwicklung des Hornes beim Rinde bis zum Beginn der Pneumatisation des Hornzapfens. Hannover 1928.
 E s s k u c h e n, Die Färbung der Haussäugetiere in ihrer Entstehung und ihrer Bedeutung für die Widerstandsfähigkeit und Leistungsfähigkeit derselben. Hannover 1929.
 G l ä s n e r u. A m e r s b a c h, Die weibliche Brust. Stuttgart 1929.
 S t e i n w e d e l, Histologische und histogenetische Studien über das Ge-weih von *Cervus elaphus*, von *Cervus capreolus* und *Rangifer tarandus*; zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Verknöcherungs-vorganges. Berlin 1929.
 T e n e n b a u m, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Hautdrüsen der einheimischen anuren Batrachier auf ökolog. Grundlage. Stuttgart 1930.
 T a u t, Untersuchungen am Federkleid des Haushuhns, unter bes. Berücks. s. wirtsch. Verwertbarkeit. München 1929.
 R a b l, Integument der Anamnier. Graz. Bolk-Göppert Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. I. 1931.
 L a n g e, Integument der Sauropsiden. Breslau. Bolk-Göppert Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere Bd. I. 1931.

2. *Skeleta sistēma.*

- A b e l, Grundzüge d. Paläobiologie d. Wirbeltiere. Stuttgart 1912.
 „ Vorzeitl. Säugetiere. Jena 1914.
 „ Stämme d. Wirbeltiere. Berlin u. Leipzig 1919.
 „ Lehrbuch d. Paläozoologie. Jena 1922.
 „ Lebensbilder a. d. Tierwelt d. Vorzeit. 2. Aufl. Jena 1927.
 d e B e e r, Vertebrate Zoology etc., Mammalia; New York 1928.
 v a n B e m m e l e n Üb. den Untersch. zwisch. Hasen- u. Kaninchen-schädel. Leiden 1909.
 B o a s u. P a u l l i. The elephant's head. Kopenhagen. Gust. Fischer. Jena 1908—1926.
 J a e k e l, Die Wirbeltiere. Berlin 1911.
 v. K a p h e r r, Das Hirschgeweih. Die Entw. d. Kopfschmuckes der Cerviden usw. Neudamm 1924.
 K ü p f e r u. S c h i n z, Beitr. z. Kenntn. d. Skelettbildg. v. domest. Säuget. 1923.
 L u b o s c h, Bau u. Entst. d. Wirbelt.-Gelenke. Jena 1910.
 P e t e r, Atlas d. Entw. d. Nase u. d. Gaumens. Jena 1915.
 R o m e r, Vertebrate paleontology. Chigaco. Illinois 1933.
 H e i n e, Versuche über Knochenregeneration. Berlin 1926.
 B o t e z, Etude morphologique et morphogénique du squelette du bras et de l'avant-bras chez les primates. Paris 1926.
 M a a s s, Knochenwachstum und Knochenaufbau. Stuttgart 1926.
 E r d h e i m, Die Lebensvorgänge im normalen Knorpel und seine Wu-cherung bei Akromegalie. Berlin u. Wien 1931.
 H o v e l a c q e, Ostéologie. Paris.
 B e a d l e, The intervertebral discs. Observations on their normal and morbid anatomy in relation to certain spinal deformities. London 1931.

- Wulfestieg**, Vergleichende Anatomie der Unterkiefer von Eichhörnchen, Meerschweinchen und Katze unter bes. Berücksichtigung des Verlaufes des Mandibularkanals. Würzburg 1930.
- Wagner**, Rezente Hunderassen. Eine osteologische Untersuchung. Oslo 1950.
- Remane**, Wirbelsäule und ihre Abkömmlinge. Halle a. d. S. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. IV. 1936.
- Marinelli**, Kranium und Visceralskelett. Allgemeine Probleme. Wien. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. IV. 1936.
- Holmgren** und Stensiö, Kranium und Visceralskelett der Akranier, Cyclostomen und Fische. Stockholm. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. IV. 1936.
- Stadtmauer**, Kranium und Visceralskelett der Stegocephalen und Amphibien. Göttingen. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. IV. 1936.
- Verstruyss** Kranium und Visceralskelett der Sauropsiden. 1. Reptilien. Wien. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. IV. 1936.
- Marinelli**, Kranium und Visceralskelett der Sauropsiden. 2. Vögel. Bolk-Göppert, Handb. vergl. Anatomie. IV. 1936.
- Stadtmauer**, Kranium und Visceralskelett der Säugetiere. Göttingen. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. IV. 1936.
- Soderbergh** On the dermal bones of head in labyrinthodont stegoccephalians and primitive reptilia. København 1935.
- Hoffmann**, Über die Nichthomologie der medio-ventralen präzonalen Skeletelemente bei den Anuren und Urodelen. 1935.
- Perbal**, L'utilisation de la charpente osseuse par les animaux vertébrés. Paris 1934.
- Siegerert**, Atlas der normalen Ossifikation der menschlichen Hand. Leipzig 1935.
- Küpper**, Beiträge zum Modus der Ossifikationsvorgänge in der Anlage des Extremitätenknochens bei den Equiden. 1931.
- Koch**, Über Wachstums- und Altersveränderungen am Skelett des Wisents. 1932.
- Boas**, Kreuzbein, Becken und Plexus lumbosacralis der Vögel. 1934.
- Anthony**, Théorie de la dentition jugale mammalienne. Paris 1936.
- Young**, The Katanga skull. Bruxelles 1936.
- Köbe**, Der Bau der Kniescheibe bei Huhn, Taube, Ente, Gans und Strauss. Berlin 1928.
- Kaufmann**, Kritische Betrachtungen zur Entwicklung des menschlichen Unterkiefers. Heidelberg 1928.
- Case**, Description of the skull of a new form of Phytosaur. With notes on the characters of described North American Phytosaurs. Ann Arbor 1929.
- Herdle**, Zur Morphogenie des Unterkiefers und des tuberculum articulare beim Menschen. Heidelberg 1928.
- Reinhardt**, Über die Form der Scapula bei Säugetieren. München 1929.
- Halonen**, Röntgenologisch-anatomische Untersuchungen über die Entwicklung der Knochen der freien Extremitäten beim Menschen. Helsinki 1929.
- Freyberger**, Über das Skelett des Elches. Leipzig 1929.
- Hanssen**, Untersuchungen über den Knochenaufbau des Metacarpus verschied. Schafrassen. Halle 1928.

- Staesche, Sumpschildkröten aus hessischen Tertiärlagerungen. Darmstadt 1928.
 Heintz, Einige Bemerkungen über den Panzerbau bei Homosteus und Heterosteus. Oslo 1928.
 Stensiö, The downtownian and devonian vertebrates of Spitzbergen. Oslo.
 Simpson, American mesozoic mammalia. New Haven, 1929.
 Abel, Paläobiologie und Stammesgeschichte. Jena 1929.
 Lambrecht, Handbuch der Paläornithologie. Berlin, 1933.
 Romer, Vertebrate paleontology. Chicago 1933.
 Herr, Die Schwanzlurche der mitteleocänen (oberlutetischen) Braunkohle des Geiseltales und die Phylogenie der Urodelen unter Einschluss der fossilen Formen. Stuttgart 1935.
 Ehrenberg, Die pliocänen Bären Belgiens. Bruxelles.
 Sickenberg, Beiträge zur Kenntnis tertiärer Sirenen. Bruxelles 1934.
 Wagner, Das individuelle Wachstum von Trematosaurus Brauni und der Nachweis von Mastodonsaurus im Bernburger Buntsandstein. Halle a. d. S. 1935.
 Broom The mammal-like reptiles of South Africa and the origin of mammals. 1932.
 Gross, Die Wirbeltiere des rheinischen Devons. Berlin.

3. *Gremotāja sistēma.*

- Christian, Das Gebiss und die Lufthöhlen des Dromedars (*Camelus dromedarius*). Berlin 1926.
 Mühlreiter, Anatomie des menschlichen Gebisses. Leipzig 1928.
 Meyer, Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. München 1932.
 Patte, Remarques sur l'évolution des dents molaires chez les mammifères. Paris 1934.
 Grettve, Morphologische und tierexperimentelle Studien über das Schleimhautrelief des Magen-Darmkanals. Stockholm 1936.
 Rode, Untersuchungen über das Gebiss des Bären. Leipzig 1935.
 Marseillier, Les dents humaines. Morphologie. Paris 1936.
 Körner, Die frühzeitige Dentition in physiologischer, pathologischer und kulturhistorischer Beziehung. Erlangen 1927.
 Livingston, Dental histology. London 1929.
 Röseler, Die Bedeutung der Blinddärme des Haushuhns für die Resorption der Nahrung und die Verdauung der Rohfaser. Berlin 1928.
 Simpson, The dentition of *Ornithorhynchus* as evidence of its affinities. New York 1929.
 Moog, Über Beziehungen zwischen Gestalt und Funktion der Zähne, besonders bei den Primaten. Tübingen 1930.
 Franz, Das Darmsystem der Acranier. Jena. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
 Banks, Darmsystem und Atmungssystem der Cranioten. Utrecht. Bolk-Göppert, Handbuch. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
 Oppel, Mundhöhle, Bauchspeicheldrüse und Leber. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere III. Jena 1900.
 Oppel, Der Magen. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. I. Jena 1896.

- B a r g e, Mundhöhlendach und Gaumen. Leiden. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- P e y e r, Zähne un Gebiss. Zürich. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- F a h r e n h o l z, Drüsen der Mundhöhle. Leipzig. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- R a u t h e r, Kiemen der Anamnien — Kiemenderivate der Cyclostomen und Fische. Stuttgart. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- P i s c h i n g e r, Kiemenanlagen und ihre Schicksale bei Amnioten. — Schilddrüse und epitheliale Organe der Pharynxwand bei Tetrapoden. Graz. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- P e r n k o p f und L e h n e r, Vergleichende Beschreibungen des Vorderdarms bei den einzelnen Klassen der Cranioten. Wien. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- P e r n k o p f, Die Vergleichung der verschiedenen Formtypen des Vorderdarms der Cranioten. Wien. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- J a c o b s h a g e n, Mittel und Enddarm (Rumpf darm). Marburg. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- S i w e, Die Leber. Lund. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- B r o m a n, Das Pankreas. Lund. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- O p p e l, Schlund und Darm. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. VIII. Jena 1897.

4. *El potāja sistēma.*

- N e g u s, The mechanism of the larynx. London 1929.
- B r o n d s t e d, Bau der Schnauze und Gesichtsmuskulatur bei einigen Pinnipediern. København 1931.
- Z i m m e r, Beiträge zur Mechanik der Atmung bei den Vögeln in Stand und Flug. Auf Grund anatomisch-physiologischer und experimenteller Studien. 1935.
- M a y n a r d, Vocal organs of talking birds and some other species. West Newton 1928.
- S c h r i c k, Über den Schwund der praehyalen Visceraltasche bei Lepidosteus osseus. Ein Beitrag zur Kenntnis des Kiemendarmes der Wirbeltiere. Köln 1930.
- G ö p p e r t, Kehlkopf und Trachea. Marburg. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- S t r e s e m a n n, Syrinx. Berlin. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- R a u t h e r, Die Schwimmblase. Stuttgart. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- M a r c u s, Lungen. München. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- B r o m a n, Cölon. Lund. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. III. 1937.
- O p p e l, Atmungsapparat. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. VI. Jena 1905.

5. *As insriṅkotāja sistēma.*

- Clark, Comparative Physiology of the heart. Cambridge 1927.
 Kern, Das Vogelherz, Untersuchungen an Gallus domesticus. Zürich 1926.
 Koch, Der funktionelle Bau d. menschl. Herzens. Berlin u. Wien 1922.
 Martin, Recherches anat. et embryol. sur les artères coronaires du coeur chez les vertébrés. Paris 1891.
 Spalteholz, Arterien der Herzwand. Leipzig 1924.
 Tiedemann, Anat. d. Fischherzens. Landshut 1909.
 Waldmeier, Das Rehherz. Zürich 1928.
 v. Skramlik, Herzmuskel und Extrareize. Jena 1932.
 Beutler, Das Verhalten d. Arteria spermatica interna im Hoden der Haussäugetiere. Hannover 1922.
 Brückner, Kopfarterien d. Hundes unter spez. Berücksichtigung derer d. Bulbus u. d. Schädelhöhle. Zürich 1909.
 Cori, Blutgefäßsystem d. jungen Ammocoetes. Wien 1906.
 Kersting, Herz, Arterien d. Thorax u. d. Vorderextremitäten v. Cavia cobaya. Hannover 1923.
 Luther, Vergl. anat. Unters. über die Aorta abdominalis u. ihre Zweigungen b. Kaninchen. Hannover 1923.
 Merz, Über d. Arterien d. Schulterextremität v. Rind. u. Schwein m. bes. Berücksichtigung ihrer Anlage. Bern 1911.
 v. Möllendorff, Über d. Entw. d. Darmarterien u. d. Vornierenglomerulus b. Combinator. Heidelberg 1913.
 Sieber, Vergl. Anat. d. Bauch- und Beckenhöhle b. d. Haussäugetieren. Zürich 1905.
 Sterzi, Il sistema nervoso centrale dei Vertebrati. Ricerche anatomiche ed embriologische. I. (Ciclostomi). Padova 1907.
 Tuffli, Arterienversorg. v. Hoden u. Nebenhoden. Zürich 1927.
 Chatellier, Le Sinus latéral. Paris 1923.
 Daniel, The Elasmobranch Fishes. Berkeley 1922.
 Dean, Chimaeroid Fishes and their Development. Carn. Inst. Washington 1906.
 Gaupp, Anat. d. Frosches. (Ecker-Wiedersheim.) Braunschweig 1899.
 van Gelderen, Over de Ontwikkeling van Nierpoortaderstelsels by Amphib., Rept. en Vogels. Amsterdam 1925.
 Goette, Entwgsch. d. Unke. Leipzig 1875.
 Goette, Entwgsch. d. Flussneunauges. Leipzig 1890.
 Graham Kerr, The Development of Polypterus seneg. Vol. of. Scient. Papers. Cambridge 1907.
 Hochstetter, Beitr. z. Anat. u. Entwgsch. d. Blutgefäßsystems d. Krokodile. Stuttgart 1906.
 Young and Robinson, The Vascular System in Cunningham's Textbook of Anat. 4. Edit. Edinbg. 1917.
 Fontan, Le canal d'Arantius, étude anat., développement etc. Thèse de Lille 1911.
 Lillie, The Development of the Chick. New York 1908.
 Dubreuil-Chambardel, Variations des artères du membre supérieur. Paris 1926.
 McIntyre, The development of the vascular system in the human embryo prior to the establishment of the heart. Edinburgh.
 Knoll, Blut und blutbildende Organe menschlicher Embryonen. Zürich 1927.
 Omannney, The vascular networks (Retia mirabilia) of the fin whale (Balaenoptera physalus). Cambridge 1932.

Ask-Uppmark, The carotid sinus and the cerebral circulation. Copenhagen 1935.

Hausmann, Entstehung und Funktion von Gefäß-System und Blut auf cellular-physiologischer Grundlage. 1935.

Ludwig u. Dankewerdt, Über die Bauverschiedenheit der Lungengefäße gegenüber den Gefäßen des grossen Kreislaufes. Berlin 1928.

Steger, Variabilität und Missbildung im Schweineherzen. Zürich 1927.

Krogh, The Anatomy and physiology of capillaries. New Haven and London 1929.

Tuffli, Die Arterienversorgung von Hoden und Nebenhoden. Untersuchungen bei Hund und Katze mit Hilfe Spalteholtz'scher Aufhellung an Injectionspräparaten. Zürich 1928.

Weidenreich, Allgemeine Morphologie des Gefäßsystems. Frankfurt a. M. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1935.

Franz, Das Gefäßsystem der Acranier. Jena. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1935.

Benninghoff, Das Herz. Kiel. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1935.

Tandler, Gefäße des Kiemenkreislaufs und ihre Umbildung. Wien. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1935.

Haffterl, Das Arteriensystem. Wien. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1935.

van Gelderen, Venensystem mit einem Anhang über den Dotter- und Placentarkreislauf. Amsterdam. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1935.

6. Lymphatiskā sistēma.

Bartels, Das Lymphgefäßsystem. Jena 1909.

Jossifow, Das Lymphgefäßsystem d. Menschen. Jena 1930.

Barnes, The tonsils. London 1925.

Baum, Lymphgefäßsystem d. Rindes. Berlin 1912.

Broman, Entwicklung d. Menschen v. d. Geburt. München 1927.

Chauveau, Arloing et Lesbre, Précis d'Anat. comp. d. animaux dom. Paris 1925.

Engelmann, Unters. über d. elast. Fasern d. Lymphkn. v. Pferd, Rind, Schwein u. Hund u. über d. an ihnen abld. Altersveränd. Leipzig 1907.

Fröbisch, Beitr. z. vergl. Histol. d. Gaumensegels d. Haussäuget. Leipzig 1912.

Gutt, U. Lymphfolibld. i. d. menschl. Tube. Basel 1914.

Hille, Unters. über d. Vorkommen d. Keimzentr. i. d. Lymphkn. v. Rind, Schwein, Pferd u. Hund u. über d. Einfluss d. Lebensalters a. d. Keimzentr. Leipzig 1908.

Jänicke, Vergl. Größen- u. Gewichtsbestg. versch. Organlymphkn. v. Rind, Kalb, Schaf u. Schwein. Zürich 1911.

Jolly, Traité techn. d'Hém., Morph., Histogén., Histophysiol., Histopath. Paris 1923.

Kämpfe, Vergl. Anat. u. histol. Unters. über Tuba auditiva d. Haust. u. Luftsack. d. Pferdes. Zürich 1909.

Keller, Om Haemolymfeglandler. En anatomisk Studie. Kopenhagen 1922.

Merzdorf, Unters. über d. makr.-anat. Verh. d. Lymphkn. d. Hundes u. über d. Einfluss d. Lebensalter a. d. relative Gewicht d. Lymphkn. Dresden 1911.

Mladenowitsch, Vergl. anat. u. histol. Unters. ü. d. Regio analis u. d. Rectum d. Haussäuget. Leipzig 1907.

Schumann, Histol. d. Enddarmes d. Haussäuget. Zürich 1908.

Segerstad, Beitr. z. Histol. d. Lymphkn. d. Elefant. Leipzig 1927.

Trautmann, Beitr. z. vergl. Histol. d. Dünndarms d. Haussäuget. Zürich 1907.

Jolly, Traité technique d'hémat., morphol., histogen., histophysiol., histopath. Paris 1923.

Aschoff, Die lymphatischen Organe. 1926.

Baum, Das Lymphgefäßsystem des Huhnes. Berlin 1930.

Rouvière, Anatomie des lymphatiques de l'homme. Paris 1932.

Binet, La rate. Organe réservoir. Paris 1930.

Jossifow, Das Lymphgefäßsystem des Menschen, mit Beschreibung der Adenoide und der Lymphbewegungsorgane. Jena 1930.

Weidenreich, Baum u. Trautmann, Lymphgefäßsystem. (Frankfurt a. M.) Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1933.

7. Nervus sistema.

Schilf, Das autonome Nervensystem. Leipzig 1926.

Economio, Zellaufbau der Grosshirnrinde des Menschen. Berlin 1927.

Mangold u. Klein, Bewegungen und Innervation des Wiederkäuermagens. Leipzig 1927.

Bronwer, Anatomical, phylogenetical and clinical studies on the central nervous system. Baltimore 1927.

Winkler, Opera omnia. T. 8. Anatomie du système nerveux. Haarlem 1927.

Kuhlenbeck, Vorlesungen über das Zentralnervensystem der Wirbeltiere. Jena 1927.

Pfeifer, Die Angioarchitektonik der Grosshirnrinde. Berlin 1928.

Anthony, Leçons sur cerveau. Encéphale envisagé dans son ensemble. Télencéphale. Paris 1928.

Busch, Studies on the nerves of the blood-vessels with especial reference to periarterial sympathectomy. København 1929.

Pfeifer, Grundlegende Untersuchungen für die Angioarchitektonik des menschl. Gehirns. Berlin 1930.

Kappers, The evolution of the nervous system in invertebrates, vertebrates and man. Haarlem 1929.

Giannelli, Anatomia del sistema nervoso. Milano 1929.

Jelgersma, Atlas anatomicum cerebri humani. Amsterdam 1931.

Kiss, Le rapport entre pneumogastrique et le grand sympathique. Paris 1931.

Polak, The main afferent fiber systems of the cerebral cortex in primates. Berkeley 1932.

Crinis, Anatomie der Hörrinde. Berlin 1934.

Crinis, Aufbau und Abbau der Grosshirnleistungen und ihre anatomischen Grundlagen. Berlin 1934.

- Stiemens, Anatomische Untersuchungen über die vagosympathische Innervation der Baucheingeweide bei den Vertebraten. 1934.
 Döllken, Beiträge zur Entwicklung der Strukturen und Kreuzungen im Zentralnervensystem. Leipzig 1937.
 Economo, The cytoarchitectonics of the human cerebral cortex. London 1929.
 Papez, Comparative Neurology. A manual and text for the study of the nervous system of vertebrates. New York 1929.
 Kuhne, Contribution à l'étude de quelques nerfs craniens chez le foetus humain. Lausanne 1927.
 Kuntz, The autonomic nervous system. Philadelphia 1929.
 Christensen, The morphology of the brain of Sphenodon. Iowa 1927.
 Rose, Cytoarchitektonischer Atlas der Grosshirnrinde der Maus. Leipzig 1929.
 Wrete, Morphogenetische und anatomische Untersuchungen über die Rami communicationes der Spinalnerven beim Menschen. Uppsala 1930.
 von Hallerstein, Äussere Gliederung des Zentralnervensystems. Berlin. Bolk-Göppert. Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 1. Hälfte. 1934.
 Kappers, Feinerer Bau und Bahnverbindungen des Zentralnervensystems. Amsterdam. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 1. Hälfte 1934.
 Boeke, Histogenese des peripherischen Nervensystems (Nerv und Muskel). Utrecht. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 1. Hälfte 1934.
 van der Horst, Spinalnerven, Johannesburg. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 1. Hälfte 1936.
 von Hallerstein, Kranialnerven. Berlin. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 1. Hälfte 1934.
 Hirt, Die vergleichende Anatomie des sympathischen Nervensystems. Heidelberg. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II. 1. Hälfte 1934.
 van der Sprengel, Nebenniere und Paraganglien. Utrecht. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 1. Hälfte 1934.
 Krabbe, Recherches sur l'existence d'un oeil pariétal rudimentaire (le corpuscule pariétal) chez les mammifères. 1929.
 Studnicka, Die Parietalorgane. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. V. 1905.

8. *Manu organi.*

- Mann, The development of the human eye. Cambridge 1928.
 Burlet u. Versteegh, Über Bau und Funktion des Petromyzon-labyrinthes. Helsingfors 1930.
 Duke-Elder, The nature of the vitreous body. London 1930.
 Osterberg, Topography of the layer of rods and cones in the human retina. Copenhagen 1935.
 Ruedi, Die Mittelohrraumentwicklung vom 5. Embryonalmonat bis zum 10. Lebensjahr. Helsingfors 1937.
 Rutherford, The eye. New York 1928.
 Verrier, Recherches sur les yeux et la vision des poissons. Paris 1928.

- Popovici**, Untersuchungen über die Seitenlinie der Knochenfische unter besonderer Berücksichtigung der Ceylon-Fische der Sammlung Plate. Jena 1930.
- Franz**, Sehorgan. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. VII. Jena 1913.
- Boeke**, Allgemeines über Beziehungen zu Wirbellosen und zur Ontogenie und über die Einteilung der Sinnesorgane. Utrecht. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 2. Hälfte 1934.
- Boeke**, Freie Nervenendigungen und Endorgane sensibler Nerven. Utrecht. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 2. Hälfte 1934.
- Matthes**, Geruchsorgan. Greifswald. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II. 2. Hälfte 1934.
- Boeke**, Organe mit Endknospen und Endhügeln nebst eingesenkten Organen. Utrecht. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II., 2. Hälfte 1934.
- Franz**, Vergleichende Anatomie des Wirbeltierauges. Jena Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II., 2. Hälfte 1934.
- de Burlet**, Die innere Ohrsphäre. Groningen. Bolk-Göppert, Handbuch der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II., 2. Hälfte 1934.
- de Burlet**, Die mittlere Ohrsphäre. Groningen. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II., 2. Hälfte 1934.
- Boas**, Äusseres Ohr. Kopenhagen. Bolk-Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II., 2. Hälfte 1934.

9. *Urogenitalā sistema.*

- Brachett**, Traité d'embr. des Vertébrés. Paris 1935.
- Oppels**, Lehrb. d. vergl. mikrosk. Anat. d. Wirbeltiere. 4. 1904.
- Harms**, Körper und Keimzellen Berlin 1926.
- Hertwig**, Hdb. vergl. Entwgsch. d. Wirbeltiere. 3. Jena 1906.
- Meisenheimer**, Geschlecht u. Geschlechter im Tierreich. Jena 1928.
- Waldeyer**, Eierstock u. Ei. Leipzig 1870.
- Weber**, Die Säugetiere. 2. Aufl. 1930.
- Wiedersheim**, Lehrb. vergl. Anat. d. Wirbeltiere. Jena 1909.
- Goldschmidt**, Die sexuellen Zwischenstufen. Berlin 1931.
- Champy**, Sexualité et hormones. 1924.
- Kaufmann**, Über den Bau der Keimdrüsen von Rinderzwicken.
- v. **Neugebauer**, Hermaphroditismus beim Menschen. 1908.
- Schmidt**, Onderzoeken betreffende het ovarium der Selachii. 1898.
- Henry**, Etude histol. de la fonction sécrét de l'épididyme des vertébrés supérieurs. Nancy 1899/1900.
- Szakall**, Über den Bau des Urogenitalsystems der Krokodile Giessen 1899.
- Waldeyer**, Eierstock u. Ei. Leipzig 1870.
- v. **Beek**, Micr. en macr. anat. onderz n. d. ontw. v. h. ovarium bij het rund. Utrecht 1921.
- Benoit**, Recherches anat. cytol. et histophysiol. sur les voies excrétrices du testicule chez les mammifères. Strassbourg 1925.
- Kaudern**, Studien üb. d. männl. Geschlechtsorg. v. Insectivoren u. Lemuriden. Stockholm 1910.

- Vloten, De ontwikkeling van den testikel en de urogenitaalverbinding
 bij het rund. Utrecht 1927.
 Soulié, Sur la migration des testicules. Toulouse 1895.
 Delporte, Contribution à l'étude de la nidation de l'oeuf humain et de
 la physiol du trophoblaste. Brussel 1912.
 Grosser, Vergl. Anat. u. Entwgsch. Wien u. Leipzig 1909.
 Zietzschmann, Lehrb. Entwgsch. Haustiere. Berlin 1925.
 Zondek, Hormone, Ovarium, Hypophysenvorderlappen. Berlin 1931.
 Harms, Exp. Unters. üb. d. inn. Sekretion d. Keimdrüsen. Jena 1914.
 Harms, Körper und Keimzellen. Berlin 1926.
 Leupold, Bez. zwisch. Nebennieren u. männl. Keimdrüsen. Jena 1920.
 Romeis, Altern und Verjüngung. Leipzig 1931.
 Schmaltz, Geschlechtsleben d. Haussäugetiere. Berlin 1921.
 Schröder, Die weibl. Genitalorgane. Im Hdb. d. mikr. Anat. d. Menschen. 7. I. Berlin 1930.
 Stieve, Männl. Genitalorgane. Hdb. d. mikr. Anat. d. Menschen, 7, II,
 Berlin 1930.
 Tandler u. Gross, Biol. Grundlagen d. sekundären Geschlechts-
 charaktere. Berlin 1913.
 Bonnet, Lehrb. d. Entwgsch. 5. Aufl. herausggb. von K. Peter.
 Berlin 1929.
 Vrolik, Bijdr. dierk. 4. Aufl. Amsterdam 1851.
 Wagner, Die männl. Geschlechtsorgane v. Felis domestica. Leipzig 1909.
 Redenz, Nebenhoden und Spermienbewegung. 1926.
 Vimtrup, Untersuchungen über Zahl, Form, Bau und Oberfläche der
 Nierenglomeruli beim Mensch. und bei einigen Säugetieren.
 Kopenhagen 1928.
 Heiss, Die mechanischen Faktoren des Verschlusses und der Eröffnung
 der Harnblase. Königsberg 1928.
 Omannay, The urino-genital system of the fin whale (Balaenoptera
 physalus). Cambridge 1932.
 Di amare, L'organo interrenale, i corpuscoli di Stannius del mesonefro,
 i cordoni epiteliali ed il tessuto cromoffini del rene cefalico dei
 teleostei. Napoli 1933.
 Schindler, Beiträge zur Kenntnis der Niere mariner Fischlarven. 1934.
 Lyngnes, Rückbildung der ovulierten und nichtovulierten Follikel im
 Ovarium der Myxine glutinosa. Oslo 1936.
 Benoit, L'ovaire. Organe élaborateur des hormones sexuelles femelles.
 Les hormones sexuelles chez les intersexués. Paris 1935.
 Benoit, Le testicule. Organe élaborateur de l'hormone sexuelle mâle.
 Paris 1935.
 Brendecke, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie des Pferdeovars
 mit besonderer Berücksichtigung der Ovulationsgrube. Hannover
 1926.
 Broek, Gonaden und Ausführungsgänge. Utrecht. Bolk-Göppert,
 Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1933.
 de Lange, Plazentabildungen. Utrecht. Bolk-Göppert. Handb. der
 vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1933.
 Stieve, Die Zwischenzellen. Halle a. d. S. Bolk-Göppert, Handb. der
 vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1933.
 Hett, Vergleichende Anatomie der Corpora lutea. Halle a. d. S.
 Bolk-Göppert Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI.
 1933.
 Gerhardt, Kloake und Begattungsorgane. Halle a. d. S. Bolk-Göppert,
 Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI. 1933.
 v. Eggeling, Die Muskeln des Beckenausgangs. Breslau. Bolk-
 Göppert, Handb. der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. VI 1933.

Disselhorst, Ausführungsapparat und Anhangsdrüsen der männlichen Geschlechtsorgane. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. Teil IV. Jena 1904.

10. *Muskuļu sistēma.*

- Lakjer, Studien über die Trigeminus-versorgte Kaumuskulatur der Sauropsiden. Kopenhagen 1926.
- Hildebrand, Studies in the masticatory movements of the human lower jaw. Berlin u. Leipzig 1931.
- Huber, Evolution of facial musculature and facial expression. Baltimore u. London 1931.
- Bakke, Röntgenologische Beobachtungen über die Bewegungen der Wirbelsäule. Stockholm 1931.
- Stjernman, Vergleichend-anatomische Studien über die Extremitätenmuskulatur bei Tapirus indicus o ad. et juv. Lund 1932.
- Edgeworth, The cranial muscles of vertebrates. 1935.
- Wohlfahrt, Über das Vorkommen verschiedener Arten von Muskelfasern in der Skelettmuskulatur des Menschen und einiger Säugetiere. Copenhagen 1937.
- Favilli, Il muscolo diaframma nei ruminanti domestici. Contributo alla anatomia e fisiologia, con una appendice destinata ai veterinari pratici. Pisa 1928.

11. *Iekšējās sekrecijas organi.*

- Champy, Etude histologique de la crête des gallinacés et de ses variations sous l'influence des facteurs sexuels. Paris 1926.
- Hammar, Die Menschenthymus in Gesundheit und Krankheit. Tl 1: Das normale Organ. Leipzig 1926.
- Beer, The comparative anatomy, histology, and development of the pituitary body. Edinburgh a. London 1926.
- Hirsch, Handbuch der inneren Sekretion. Leipzig.
- Lipschütz, Die innere Sekretion der Geschlechtsdrüsen. Madrid 1928.
- Cameron, Die Beziehungen der Pars tuberalis hypophysis zum Hypophysenapparat. Jena 1929.
- Cavazzi, On peut rajeunir. Paris 1930.
- Cavazzi, La système glandulaire et vues nouvelles en médecine. Paris 1930.
- Odinet, Recherches anatomiques et physiologiques sur le thymus. Paris 1935.
- Okkels, Les parathyroïdes. Paris 1935.
- Hammar, Die normal-morphologische Thymusforschung im letzten Vierteljahrhundert. Leipzig 1936.
- Alsterberg, Über Bau und Funktionen der Nebennierenrinde. Lund 1928.
- Cameron, Die Beziehungen der Pars tuberalis hypophysis zum Hypophysenapparat. Jena 1929.
- Arx, Die Schilddrüse des Pferdes in verschiedenen Altersstadien. Bern 1928.
- Stendell, Die Hypophysis cerebri. Frankfurt a. M. Oppel, Lehrb. der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere. VIII. Jena 1914.

Indeks.

Pēc romiešu II stāvošie skaitļi attiecas uz mācības grāmatas
otro daļu.

A

Abdominālās ribas, rāpuļu	213	Amfistilais žokļu loka pie-	
Acinozie dziedzeji	118	stipr. tips	152
Acromion	196, 235	Ammona rags	II 92, 99, 101
Acu ābols	II 152	Āmurs, dzirdes kauliņš	226, 256,
— embrionālā spraugā ..	II 154	II 150	
— kamera, pakaļejā ..	II 153	Anabolija	II 246
— kamera, priekšējā ..	II 153	Aorta ascendens	II 57
— muskuļu nervi	II 112	— descendens	II 57
— plaksti	II 163	— dorsalis	II 57
— primārie pūslīši ..	II 154	— ventralis	II 57
— sekundārais biķerītis	II 154	Aquaeductus Sylvii	II 81
Adaptīvas pārmaiņas	II 242	Apakšāda, zīdītāju	97
Ādas ārējās žaunas	II 12	Apakšējā balss rīkle	II 32
— dziedzeji, zīdītāju ..	118	Apakšējais smadzeņu piedēk-	
— elpošana	71	lis	II 82
— maiņas šūnas, rāpuļu	75	Apakšējie rīkles kauli	160
— muskulātūra	II 222	Apakšzokļa locītavas bedrīte,	
— pārkaulojumi	98	zīdītāja	229
Adeciduata	II 214	Apaļais lodziņš	II 150
Aizkuņga dziedzeņa hormōns	II 225	Aplacentalia	II 212
— dziedzeris	279	Apokrīnie dziedzeji	118
Akcesoriskie briedķermēni ..	II 197	Appendices pyloricae	268
— dziedzeji, vīrišķie....	II 192	Appendix	279
— kopulācijas organi ..	II 195	Apteria	90
Aklā zarna.....	257, 279	Arbor vitae	II 110
Aklais plankums.....	II 156	Archalakse	II 246
Aknas	280	Archencephalon	II 78
Akomodācija	II 158	Arciferā plecu josla	184
Akrodontija	289	Archipterigiks, ūniseriālais ..	175
Akvintokubitalisms	91	Ārējā robežmembrāna, acs ..	II 155
Alantojs	II 209	Ārējais dzirdes kanālis	II 150
Allantois	II 209	Ārējās ādas žaunas	II 12
Amnijs	II 209	Ārējās žaunas, haizivju II 9, 13,	14
Alula	90	Aromorfoza	II 239
Alveola, zoba	284	Arteria carotis	II 37
Alveolārie dziedzeji	118	— carotis externa	II 41
Alveolu maisiņi.....	II 53	— caudalis	II 37
Amficēlie skriemeļi	130	— cutanea	II 47
Amfiplatiska skriemeļu vir-		— omphalomesenterica..	II 54
sma	130	— pulmonalis	II 45
		— umbilicalis	II 54
		— vertebralis	II 47

	Lpp.		Lpp.
Asaru deguna eja	II 127	Aukslējas, cietās	259
— dziedzeris	II 163	— mīkstās	259
— kanālis	II 127	— sekundārās	188, 259
Ass skelets	125	Augšanas periods	II 246
Asterospondilija	153	Augšējā žaunu artērija	II 41
Astes dziedzeri, putnu	96	Auss skrimstala	II 150
Atrium	II 59	Autostilais žokļu loka pie- stipr. tips	152

B

Balsene, putnu	II 32	Brachia cerebelli ad pontem	II 109
Balss lūpa	II 24	Brachiodontais zobu tips	293
— rīkle, apakšējā	II 32	Branchiālie loki	137
— saite	II 36	Broncheālie gredzeni, putnu..	II 31
Basibranchiale	137	Bronchioli	II 33
Basi-hyale	138	Bulbilli	II 37
Bezsakņu zobi	293	Bulbus arteriosus	II 39
Bioloģiski-progresīvā evolū- cija	II 239	— olfactorius	II 94
Bioloģiskais likums	II 244	Bulla ossea	227
Bipolārās šūnas	II 155	Bungas, putnu	II 33
Boveri teorija	II 167	Bungplēvīte	II 150
Bowman'a kapsula	II 181, 182	Bunodontais zobu sastats	293
		Bursa ovarica	II 202

C

Calyces	II 183	Ciliārkermenis	II 152
Campanula Halleri	II 159	Cīpslene	II 152
Canalis neurentericus	II 69	Cleithrum	169
Canales incisivi	II 132	Columella auris	255, II 150
Canini	290	Columna vertebralis	125
Carapax	80	Commissura cerebelli	II 78
Carina sterni	215	— posterior	II 78
Carpus	146	Conus arteriosus	II 39
Cartilago Meckelii	137	Corium.	57, 79
— thyreoidea	II 35	Cornea	II 152, 157
Cements, zobu	284	Cornu Ammonis	II 101
Cenoģeneze, Hekeļa	II 241	Corpora quadrigemina poste- riora	II 93, 94
Ceratobranchiale	137	— bigemina	II 88
Ceratohyale	152	— interpeduncularia ..	II 82
Ceratotrichia	163	Corpus restiforme	II 90
Cerebellum	II 81	— cavernosum urethrae	II 199
Cerebrālie nervi	II 73	— callosum	II 102
Cervix, dzemdes	II 205	— cavernosum penis...	II 199
Chondrocranium	134	— ciliare	II 152
Chordas segas	127	— dzemdes	II 205
Chorijs	II 212	— fibrosum	II 196
Chorioidea	II 152	— Highmori	II 189, 190
Chromofīnā sistēma	II 234	— spongiosum	II 197, 198
Chrōmatofori	70, 98	— vitreum	II 153
Chylus	II 63	Cortex	II 80
Cietās aukslējas	259	Cowper'a dziedzeri	II 192
Ciklospondilija	153	Cranium	133
Cikloidālās zvīņas	66		

	Lpp.		Lpp.
Crista sterni	215	Cuticula vaginæ	104
Cristae acusticae	II 146	Cutis	57
Crura corporis fibrosi.....	II 197	Cysterna chyli	II 65

Č

Čaulas dziedzeris, haizivju .. II 205

D

Deciduata	II 215	Dizigāls galvas kauss.....	189
Dēfinitīvais nieris	II 170, 173	Dizigokrotafs galvas kauss ..	189
Deguna šķērssiena	II 129	Dobjā vēna, pakaļejā	II 45
Degunradža rags	113	Dorsālā stiegra, smadzeņu ..	II 73
Delnas kauli	146	Dorsālais rags, smadzeņu ..	II 73
Deniņu bedre	189	— stabs, smadzeņu ..	II 73
— kauls	227	Dorsālās ribas, zivju	162
— logi	189	Ductus Aranzii	II 57
Descensus ovariorum	II 188	— Botalli	II 47
Deuterencephalon	II 78, 80	— branchialis	II 4
Dēviācija	II 246	— caroticus	II 47
Diaphragma	II 33	— cochlearis	II 145, 147
Diapofize	126	— Cuvieri	II 59
Diapsidais tips, galvas kausa	190	— ejaculatorius	II 192
Diastēma	290	— endolymphaticus	II 145
Diegu šūnas	58	— naso-lacrymalis	II 163
Diferencējuma teōrija	295	— nasopalatinus	II 124
Difiodontija	284	— pneumaticus	II 16
Digitigrādas ekstrēmitātes ..	241	— thoracici	II 64
Diplartrāls sakārtojums, car-		Dūnas	86
pus un tarsus	244		

Dz

Dzelonis	105	Dziedzeļi, konjunktīvālie	120
Dzeltenuma kāts	II 206	— matu	118
— maisiņš	II 206	— merokrīnie	118
Dzemde	II 202	— Meiboma	120, II 164
Dzemdes kakls	II 205	— perianālie	120
— ķermenis	II 205	— piena	121
Dziedzeļi, ādas	118	— smaku	120
— acinozie	118	— sviedru	118
— alveolārie	118	— tauku	118
— apokrīnie	118	— tubulozie	118
— asaru	II 163	Dziedzeļu kuņģis, putnu	273
— ekrīnie	118	— laukums	122
— gлоту (abinieku)	71	Dzerokļi	290
— Hardera	II 163	Dzirdes kanālis, ārējais	II 150
— holokrīnie	118	— kauliņi	226, 254, II 150
— indes (abinieku)	71	Dzīslene	II 152
— kamolveidīgie	118		

E

	Lpp.		Lpp.	
Ectobranchiae, bezastainie			Entosōmatiskais organs	II 238
— abin.	II 14		Eohippus	244
Ectobranchalia	151		Epaksiālā daļa, muskulātūras	II 218
Ectoturbinalia	II 131		Ependīms	II 69
Eimera organi	II 145		Epibranchiālā arterija	II 44
Eja, Stensonā	II 132		Epibranchiale	137
Ekrīnie dziedzeri	118		Epibranchiālrieva	II 3
Ekstrēmitāšu josla	145		Epidermas pigments	100
— muskuļi	II 219		— vaskulārizācija	71
— skelets	142		Epididymis	II 192
Ektosōmatiskais organs	II 258		Epiglottis	II 35
Eleidins	84, 99		Epiphyale	152
Elkona spalvas	90		Episphaerium	II 96
Elpošana, ādas	71		Episternum	196
— vardes	II 22		Epistropheus, rāpuļu	200
Elpošanas mēchanisms, putnu	II 30		Epitēlijs, pigmentu	II 152
— rāpuļu	II 27		Epitēlķermenīši	II 229
Emalja	284		Epitēlķermenīšu sekrēts	II 224
Emaljas organs	287, 290		Epitrichium	100
Embrionālā acu sprauga	II 154		Eponychium	100
Embriotrofs	II 211		Ethmoturbinalia	II 131
Endoturbinalia	II 131		Evolūcijas vispārējie virzieni	II 238
Entobranchiae, bezast. abi-				
— nieki	II 14			

F

Falangas	146	Fissura rhinalis externa	II 97
Fascia dentata	II 101	— rhombencephalica ..	II 79
Fasciculi dorsales longi	II 90	— ventralis	II 72
Feochromā sistēma	II 254	Flocculi	II 95
Fila	II 98	Foramen Panizzae	II 51
— olfactoria	II 111	— transversarium	232
Filamenta olfactoria	II 122	Fornix	II 102
Filogēnēzes attiecības	II 244	Fossa rhomboidae	II 80
Fimbria	II 101	— Sylvii	II 99
— ovarica	II 205	Fovea limbica	II 97
Fimbriae tubae	II 205	Frontālais lēvars	II 99
Firmisternā plecu josla	184	Funkciju intensifikācija	II 242
Fissura arcuata	II 99	— maiņas	II 243
— hippocampi	II 99	— substitūcija	II 244
— longitudinalis	II 72	Funkcionālā koordinācija	II 238

G

Gaisa maiss, putnu	II 29	Galvas kauss, platibazisks ..	135
— stabules, putnu	II 29	— skrimšlāināis	134
Gala zarna	257	— stegokrotafs	189
— uzkalniņi, zivju	II 159	— tropibazisks	135
Galvas kauss	135	— viscerālais	136
— gimnokrotafs	189	— zigokrotafs	189
— kaula	139	Galvas miotomi	II 220

	Lpp.		Lpp.
Gaļas asakas, kaula zivju ..	163	Glandulae labiales	262, 263
Gāmura skelets	II 24	— linguaes	262
Ganglia habenulae	II 85	— musculatae	119
— mammillaria	II 82	— palatinae	262
Gangliji, spinālie	II 73	— parathyreoideae	II 229
Ganglion Gasseri	II 115	— sublinguaes	262
— geniculi	II 114	— vasis deferentis	II 192
— jugulare	II 116	— vesicales	II 192
— maxillo-mandibulare	II 113	Glans penis	II 197
— nodosum	II 117	Gliemežu eja	II 145
— ophthalmicum	II 113	Glijas šūnas	II 73
— petrosum	II 116	Glomerula	II 181
Ganoidzvīņa	64	Glotu dziedzeji, abinieku	71
Ganoīns	64	— maisi, Myxinoidea ..	58
Garenie izcilnīši, zivju	II 90	— šūnas, īsto zivju	59
Gassera ganglijs	II 115	Graaf'a follikuļi	II 187
Gimnokrotafs galvas kauss..	189	Grandry ķermenīši	II 145, 144
Giraldē'sa organs	II 192	Graudu šūnas	58
Glandula adrenalis	II 255	— zviņas	77
— lacrymalis	II 163	Gubernaculum Hunteri	II 189
— nasalis superior	II 127	— testis.....	II 189
— pituitaria	II 82, 231	Gurnu poras, rāpuļu	75
— prostatica	II 192	— uztūkums	II 76
— tarsalis	II 164	Guzna	273
— thymus	II 228	Guznas dziedzeris	II 228
— thyreoidea	II 225	— dziedzeja sekrēts	II 224
— uropygii	96	Gyri	II 103
Glandulae buccales	264	Gyrus dentatus	II 101
— dentovaginales	262		

H

Haigmora ķermenīši	II 189	Hipaksiālā daļa, muskulātūras II 218	
Haplodontais zoba tips	295	Hipertēlija	124
Hardera dziedzeji	II 163	Hipobranchiālrieva	II 3
Hassal'a ķermenīši	II 229	Hipofize, smadzeju	II 82
Hekslīja (Huyley) kārta	104	Hipofizes hormōns	II 224
Hemālās ribas	131	Hippocampus	II 99
— zivju.....	163	Hippocampus formācija.....	II 99
Hemapofize	126	Hipselodontais zobu tips	295
Hemibranchija	II 8	Holobranchia	II 8
Hemolimfātiskie dziedzeji ..	II 67	Holokrīnie dziedzeji	118
Henle's cilpa	II 181	Holonephros	II 173
— kārta	104	Homoiodontija	293
Herbsta ķermenīši	II 158, 159	Hormōns, hipofizes	II 224
Hesse's actīnas	II 167	— aizkuņga dziedzeja ..	II 225
Heterodontija, rāpuļu	289	Hyale	138
Heterodonts zobu sastats	286	Hyomandibulare	138
Hidatide	II 202	Hypobranchiale	137
Hiobranchiālais skelets	249	Hypohyale	152
Hioidālais loks	137	Hypophysis cerebri	II 231
Hiostilais žokļu loka piestipr. tips	152	Hypothalmus	II 82

I

	Lpp.		Lpp.
Idioadaptācija	II 240	Interbranchiālā septa	II 8
Iekšējā robežmembrāna, acs	II 155	Interclavicular	196
Iekšējās žaunas, bezast. abi-		Interoperculum, kaula gano-	
nieki	II 14	idzivju	157
Iksķa tulzna	71	Interrenālā sistēma	II 234
— spārns (alula)	90	Intrapulmonālais bronchs ..	II 25
Incisivi	290	Intumescetia cervicalis	II 76
Incus	226	— lumbalis	II 76
Indes dziedzeļi	71	Iridocīti	67
— dziedzeris, čūsku	263	Iris	II 152
— zobi	289	Īstā deguna gliemežnīca, rā-	
Infundibulārorgans	II 137	puļu	II 12
Infundibulum	II 33, 82	Īstās ribas	131
Inkrēts, virsnieku	II 225	Īstie ūrīnvadi	II 184
Inkubātorijs	122	Izopēdīns	64, 66

J

Jakobsona organs	II 132	«Jaukti kauli»	139
------------------------	--------	----------------------	-----

K

Kājas sakne	146	Kopula	137
Kakla uztūkums	II 76	Kopulācijas organi, akcesoriskie	II 195
Kambaris, zivju sirds	II 39	— primārie	II 194
Kamolveidīgie dziedzeļi	118	— sekundārie	II 194
Kāpslītis, dzirdes kauliņš	256, II 150	Korija saistaudi, abinieku ..	72
Karapakss	80	Korijss, reptīlu	79
Kaula galvas kauss	139	Kortija loks	II 148
— zvīņas, ķirzaku	80	— membrāna	II 148
— zvīņas, krokodīlu	80	Kozmīns	64
Kausveida šūnas	58	Krāsa, matojuma	108
Keratohialīns	74, 84, 99	— zīditāju ķermēņa	108
Klājkauli	139	Krāsu šūnas	67
Klājspalvas	86	Krauzes gala kolbas	II 138
— (tectrices), spārna ..	90	Krokas, smadzeņu	II 103
Kolbveidīgās šūnas	59	Krūšu kauls	133
Kolosālās nervu šķiedras	II 71	— ķīlis	215
Kommisūra, mazo smadzeņu..	II 78	Ktenoidālās zvīņas	66
Konjunktīva	II 163	Kunčīs	266
Konjunktīvālie dziedzeļi	120	Kutikula	57
Konkrescences teōrija	295, 296		
Kontūrspalvu attīstība	93		

K

Kemme, putnu acs	II 159
------------------------	--------

L

	Lpp.		Lpp.
Labialie skrimšli	159	Lielās smadzeņu puslodes....	II 80
Labirints, kaula	II 146	Liesa	II 67
— skrimšla	II 146	Ligamentum vokale	II 36
Labirintu žaunas, Anabas scandens	II 11	Limfas sirdis	II 64, 66
Labium externum	II 33	Litrē dziedzeļi	II 192
— internum	II 33	Lizdas dūnas (neoptils)	93
— vocale	II 24	Lobi hippocampi	II 97
Lakteālie zobi	293	— optici	II 88
Laktiņa, dzirdes kauliņš	226, 256, II 150	— parolfactorii	II 94
Lamina cribrosa	228	— piriformes	II 97
— infraneuroporica	II 104	— vagi	II 90
— supraneuroporica ..	II 104	— viscerales	II 90
Langerhans'a salas	282, II 225	Lobus infundibuli	II 95
Larynx	II 24, 32	— olfactorius	II 94
Lēca, mugurkaulnieku acs ..	II 157	— olfactory, lancetnieka	II 70
Lēcas kapsula	II 158	— parolfactorius	II 98
— maisiņš	II 154	Lofodontais zobu sastats	294
Leidiga dziedzeļu šūnas	71	Loku kanāli	II 145
Lepidotrichia	164	Lorencina ampullas	II 141
Lidspalvas	86	Lūpas	258
		Lūpu skrimšli	139, 153

M

Macula lagenae	II 146	Mēle	259
— neglecta	II 146	Mēles dziedzeļi	262
— utriculi	II 146	— kauls	251
Maksts, dzemdes	II 202	Membrāna nictitans	II 163
Malleus	226, 229	— tympaniformis extera	II 33
Malpigija ķermenīši	II 171, 182	— tympaniformis interna	II 33
Mandēles	II 67	Menisks	150
Maņas mati	103	Mentomandibulare	179
Marsupalia soma	123	Merkela taustes šūnas	II 142
Marsupium	122	Merokrīnie dziedzeļi	118
Mata garoza	104	Mesencephalon	II 78, 81
— serde	105	Mesohippus	244
— sīpoliņš, bulbus	103	Mesonephros	II 170, 171
— virsādiņa (cuticula) ..	104	Mesopterygium	155
Mati	102	Mesosalpinx	II 202
Matu dziedzeļi	118	Metanephros	II 170, 173
— maina	107	Metapodijs	146
— papilla	103	Metapterygium	155, 166
— sakārtojums	105	Metencephalon	II 80, 81
Mazās smadzenes	II 81	Mezaksonais tips, pārnadžu kājas	245
Mazo smadzeņu kommisūra ..	II 78	Mezglu ķermenīs, zīdītāju	II 102
Maxilloturbinale	II 150	Mezorchiji	II 185
Mediālās ekstrēmitātes	142	Mezōvāriji	II 185
— spuras	142	Mikrosmatiskie zīdītāji	II 132
Medulla oblongata	II 80	Miksopterigiji	II 199
Medullārā kroka	II 68	Mīkstās aukslējas	259
— rieva	II 68		
Meiboma dziedzeļi	120, II 164		
Meisnera taustes ķermenīši ..	II 144		

Lpp.

Millera vada piltuve	II 203
Millera vads	II 202
Milzu ganglijšūnas, lancē-	
nieka	II 71
Miocēls	II 216
Miokommata	II 217
Mioseptas	II 217
Miotomi, galvas	II 220
Molares	290
Molekulārā kārta, tīklenes	II 155
Monimostilija	191
Monofiodontija	284
Monozīgāls galvas kauss	189
Monozīgokrotafs galvas kauss	189
Morfogeneze	II 246

Lpp.

Morfogenezes periods	II 247
Morgana piedēkļi	II 192
Mugurkaulnieku acs lēca	II 157
Mugurkauls	125
Musculi arrectores	103
Musculus ciliaris	II 158
— protractor lentis	II 159
— retractor lentis	II 159
Muskulātūra, parietālā	II 216
— viscerālā	II 220
— ādas	II 222
Musuļu kuņģis, putnu	273
— segmenti	II 218
Muskusdziedzeļi, krokodilu	76
Myelencephalon	II 80

N

Nabas stiegra	215
Naga gultne	110
— pamatne	110
— plātnie	110
— valnītis	111
Nagi, putnu	85
— reptīlu	78
Nasolabiālā rieva	II 126
Nasoturbināle	II 130
Neīstā gliemežnīca, rāpuļu	II 128
Nervi, cerebriālie	II 73
— spinālie	II 73
Nervu dorsālais zars	II 76
— gali, brīvie	II 137
— intestinālais zars	II 76
— šķiedras, kolosālās	II 71
— vētrālais zars	II 76
Nervus abducens	II 112
— accessorius	II 118
— facialis	II 113
— glossopharyngeus	II 116
— hypoglossus	II 118

Nervus oculomotorius	II 112
— olfactarius	II 111
— opticus	II 112
— pinealis	II 164
— statoacusticus	II 115
— terminalis	II 118
— trigeminus	II 113
— trochlearis	II 112
— vagus	II 116
Neoencephalon	II 96
Neohipparium	244
Neokrānijs	150
Neoptils	93
Neurapofize	126
Neuroglija	II 69
Neuromasti	II 139
Neuroporus	II 68
Nieru biķerī	II 183
Nieru bloda	II 183
Notarium	211
Nucleus olivarius inferior	II 110

O

Odontoblasti	285
Olas zobs, ķirzaku un čūsku	289
Olecranons	145
Olivae	II 110
Olnīca	II 185
Olu follikuļi	II 186
Ontogenezes attiecības	II 244
Organizācijas speciālizācija	II 240
Orohippus	244
Operculum, haizivju	II 9, 14
— kaula ganoidzivju	157

Opistocēli skriemeļi	130
Os acetabuli	256
— cornu	116
— entoglossum	138
— penis	II 199
— pharyngeum superius	160
— priapi	II 199
— temporale	227
— transversum	188
Ossea pharyngea inferiora	160

	Lpp.		Lpp.
Osteīns	64	Ožas nervs	II 111
Ostium abdominale tubae ..	II 203	— nervu pavedieni	II 98
Övāls, zivs peldpūšja	II 17	— paugurs	II 129
Övārija soma	II 202	— sīpols, zaurospīdu ..	II 94
Ovarium	II 185	— šķila, sekundārā, zaurospīdu	II 94
Ožas kāts, zaurospīdu	II 94		

P

Pakaļejā acu kamera	II 153	Pieres lēvars	II 99
— dobjā vēna	II 45	Pieši	86
Palaiokrānijs	150	Pigmenti, epidermas	100
Palato-quadratum	137	Pigmentu epitēlijs	II 152
Palingēze	II 245	Pigmentūnas	98
Pallījs	II 96	Pigmentosa	II 152, 157
Palpebrae	II 165	Pigostils	212
Pancreas	281	Pineālais nervs	II 164
Panniculus adiposus	97	Pineālorgans	II 164
Papillae circumvallatae	II 135	Piramidas, gareno smadzeņu ..	II 110
— foliatae	II 135	— nieru	II 183
— fungiformes	II 133	Pirksti	146
— vallatae	II 133	Pirkstu spilventiņi	111
Parachordalia	134	Pirmnieris	II 170
Paraksonais tips, pārnadžu kājas	243	Pirmatnējās žaunspraugas, Amphioxus	II 1
Parapineālais organs	II 85, 166	Phallus	II 195
Parapofize	126	Pharyngobranchiale	137
Parapsidais tips, galvas kausa	190	Pharyngohyale	152
Parietālā acs	II 167	Placenta cotyledonaria	II 213
— muskulātūra	II 216	— diffusa	II 212
Parietālais lēvars	II 99	— discoidalis	II 213
— organs	II 85, 166	— uterina	II 214
Pārkauļojumi, ādas	98	— zonaria	II 215
Pāru ekstrēmitātes	143	Placentalia	II 211
Patella	147	Placentas dzīvnieki	II 211
Paura lēvars	II 99	Plakoidālās zviņas	60
Pecten, putnu acs	II 159	Plaksts, acu	II 163
Pēdas skelets	146	— trešais	II 163
Pedunculi cerebri	II 98	Plākšņu ķermenīši	II 138
Peldpūslis, zivju	II 14	Plantigradas ekstrēmitātes ..	241
Pelēkā smadzeņu miza	II 80	Plastron	80
Penis	II 195	Platibazisks galvas kauss	133
Penisa kauls	II 199	Plaukstas skelets	146
Perianālie dziedzeļi	120	Plaukstas spalvas	90
Perilimfatiskā telpa	II 146	Plecu josla, arciferā	184
Peronychium	100	Plecu josla, firmisternā	184
Pessulus	II 33	Plēsējs zobs	297
Peyer'a plātnes	279	Pleurālās ribas, zivju	131, 162
Piemērošanās	II 242	Pleurodontija	289
Pienā dziedzeļi	121	Pleznas kauli	146
— dziedzeļa aizmetni ..	123	Plexus chorioideus	II 81
— līstiņa	123	— chorioideus superior ..	II 93
— punkti	124	— coeliacus	II 120
— svītra	125	— hypogastricus	II 120
— uzkalniņi	124	— inferior	II 93
— zobi	293	— medius	II 93

	Lpp.		Lpp.
Plexus solaris	II 120	Prīmārie acu pūslīsi	II 154
Plica semilunaris	II 163	Prīmārie kopulācijas organi ..	II 194
— ventralis encephali ..	II 77	Procēli skriemeļi	130
Pneumatiskais maiss, putnu ..	II 29	Processus coracoideus	235
Podotheca	96	— falciformis	II 159
Polifiodontija	284, 290	— pectinealis	217
Pons Varolii	II 81, 110	— spinosus	126
Postbranchiālkermenīši	II 227	— transversus	126
Postzigapofize	126	— uncinatus	214
Praemolares	290	— vermiformis	279
Praeoperulum, kaula ganoid- zivju	157	Pronatio, zīditāju plaukstas..	238
Prelakteālie zobi	293	Pronephros	II 170
Prezigapofize	126	Propterygium	155, 166
Priekšējā acu kamera	II 153	Prosencephalon	II 78
Priekškambara gliemežnīca ..	II 129	Prōtodontais zoba tips	295
Priekškambaris, zivju sirds ..	II 59	Provīzoriskais nieris	II 170, 171
Priekšzarna	257	Provīzoriskā nieņa vads	II 173
Priekšzobi	290	Psalterium fornicis	II 102
Prīmārā neuromerija, smadze- ņu	II 82	Pseudoconcha	II 128
Prīmārā testikondija	II 188	Pterigopodiji	II 199
Prīmārās choānas	II 126	Pteryiae	90
		Puslodes, mazo smadzeņu	II 109
		Pusžauna, haizivju	II 8

Q

Quadratum	137
-----------------	-----

R

Radii branchiostegi	151	Redzes nervs	II 112
Radix aortae	II 57	— šūnas	II 155
Radzene	II 152, 157	Regresija	II 241
Raga izcilnis	116	Rēgulātors, zivju peldpūšja ..	II 18
— plātnes, bruņu rupuču	78	Renculus	II 184
— zole	110	Retina	II 152
— zvīņas, ķirzaku un čūsku	76	Rhamphoteca	83
Ragi	113	Rhinencephalon	II 97
— Cavicornia	116	Rhombencephalon	II 78
— žirafes	118	Ribas	150
Rags, degunradža	113	Rievas, smadzeņu	103
— dorsālais smadzeņu..	II 73	Rīkles kauls, haizivju	II 9
— ventrālais smadzeņu..	II 73	— vāks	II 35
Ragu nomešana.....	115	Robežstiegra, simpat. nervu..	II 120
Ramus lateralis trigemini ..	II 113	Rokas sakne	146
— vagi.....	II 116	Rombveidīgā bedrīte	II 80
		Rozes kāts, pieres izcilnis ..	114

S

Saccus vasculosus	II 137	Sānu organi, zivju	II 139
Sacculus	II 144	— stiegra, smadzeņu ..	II 73
Saistaudi, zemādas	58	Sarkanie ķermeni, zivju peld- pūšla	II 16
Saite, balss	II 36		

	Lpp.		Lpp.
Sars	105	Smadzeņu prīmārā neuromē- rija	II 82
Savini pūslīši	II 141	— sekundārā neuromeri- ja	II 82
Scala media	II 147	Smaku dziedzeļi	120
— tympani	II 147	Somatiskā siena	II 216
— vestibuli	II 147	Spalvas	86
Sclera	II 152	— dvēsele	87
Segmenti, muskuļu	II 218	— elkoņa	90
Sēklnieka piedēklis	II 189	— krāsa	90
Sēklnieki	II 185	— plaukstas	90
Sēklnieku maiss	II 189	— stari (radii)	88
Sekodontais zobu sastats	293	— zari (rami)	87
Sekrēts, epitēlķermenīšu	II 224	— vēdeklis	88
— guznas dziedzeļu	II 224	Spārna skelets	221
— vairoga dziedzeļa	II 224	Spārni	90
Sekundārais acu biķerītis	II 154	Spermatofori	II 192
Sekundārās aukslējas	188, 259	Sphenethmoidale	176
Sekundārā ožas šķila, zaurop- sīdu	II 94	Spina iliaca	217
— neuromerija, smadze- ņu	II 82	— scapulae	235
Sekundārās žaunu spraugas, Amphioxus	II 1	Spinālie nervi	II 73
Sekundārie kopulācijas organi	II 194	— gangliji	II 73
Selēnodontija	294	Spiraculum	152, II 8
Semiplantigradas ekstrēmitā- tes	241	Splanchniskā siena	II 216
Sēnveidīgā papilla	II 153	Splanchnocranium	136
Septum pellucidum	II 103	Stabiņi, redzes	II 155
— corporis fibrosi	II 197	Stabs, dorsālais smadzeņu ..	II 73
— dorsale	II 72	— ventrālais smadzeņu..	II 73
Serōza	II 209	Stapes	255
Silvija ūdensvads	II 81	Starpnieji	II 234
Sinus lymphatici	II 63	Starpsmadzenes	II 80
— urogenitalis, sievišķais	II 204	Starpžaunu septa	II 8
— urogenitales masculi- nus	II 190, 197	Stegāls galvas kauss	189
— venosus	II 39	Stegokrotafs galvas kauss ..	189
Sirdis, limfas	II 64, 66	Stensona eja	226, II 132
Sklēroblasti	62	Sternum	133
Skriemeli, amficēli	130	Stiegra, dorsālā	II 73
— opistocēli	130	— sānu	II 73
— procēli	130	— ventrālā	II 73
Skriemela ķermenis	126	Stikla ķermenis	II 153, 154
Skriemeli	125	Stratum corneum	99
Skriemeļu embrionālā izcelša- nās	126	— germinativum (Mal- pighii)	99
Skrimstala, auss	II 150	— granulosum	83, 99
Skrimšlajainais galvas kauss ..	134	— lucidum	99
Skrotālā soma	II 188	— papillare	98
Skrotums	II 189	— subcutaneum	97
Smadzenes, mazās	II 81	Streptostilija	191
— vidējās	II 81	Stūra zobi	290
Smadzeņu apakšējais piedēklis	II 82	Stūres spalvas	86
— lielās puslodes	II 80	Substitūcijas	II 243
— kāti, zīdītāju	II 98	Suboperculum, kaula ganoid- zivju	157
— pelēkā miza	II 80	Sulci	II 103
Supraperikardiālķermenīši ..	II 227	Suprarenālā sistēma	II 234

Lpp.

Lpp.

Supinatio, zīdītāju plaukstas	238	Symplecticum	138
Sviedru dziedzeļi	118	Synapticula	II 1
Svīra, zīvs peldpūšķa	II 18	Syrinx	II 32

Š

Šķaktuvīte	152	Šindeļu zvīņas	77
— haizivju	II 8	Šķiedrainā kārta, tīklenes ..	II 155

T

Tapetum	II 157	Tilta liekums, zīdītāju	II 81
— nigrum	II 152	— rokas, zīdītāju sma- dzeļu	II 109
Tārps, zīdītāju smadzenišu ..	II 109	Tilts, zīdītāju smadzeļu ..	II 81, 102
Tarsus	146	Tonsillae	II 67
Tauku dziedzeļi	118	Trabeculae cranii	134
— dziedzeļi, putnu	96	Trabekulārdentīns	284
Taustes diskī	II 142	Tracheālgredzeni	II 28
— ķermenīši, Meisnera..	II 144	Trachejas, putnu	II 31
— laukumiņi	II 142	Tractus dorsales longi	II 90
— mati	103	— olfactorius	II 94
— meniski	II 142	Trešā vagina	II 204
— šūnas, Merkeļa	II 142	Trigonodontais zoba tips....	295
Tectrices	90	Trikonodontais zoba tips....	295
Tectum opticum	II 88	Tropibazisks galvas kauss ..	133
Tekodontija	289	Trunci lumbales	II 65
Tektispondilija	154	Truncus arteriosus	II 37
Tela chorioidea	II 79	— brachiocephalicus ..	II 56
Telencephalon	II 80	— sympatheticus	II 120
Teleskopu acs	II 160	Tuba Fallopii	II 202
Testiculus	II 185	Tuberkuļu zvīņas	77
Testikondija, primārā	II 188	Tubuli seminiferi	II 186
Testis	II 185	Tubulozie dziedzeļi	118
Tievā zarna	278	Tulzna, īkšķa	71
Tiklene	II 152, 155	Turbinalia	II 129
		Tympanicum	227

U

Ultimobranchiālķermenīši ..	II 227	Uterus bipartitus	II 205
Unguligradas ekstremitātes..	241	— duplex	II 205
Ūniseriālais archipterigijs....	175	— masculinus	II 202
Ūrēteri	II 184	— simplex	II 205
Ūrīnvadi, īstie	II 184	Utriculus	II 144
Urostils	212	Uzbriedošie ķermenī	II 197
Uterus	II 202	Uztūkumi, smadzeļu	II 109
— bicornis	II 205		

V

	Lpp.		Lpp.
Vagina	II 202	— intestinalis	II 41
Vaigu maisi	258	— jugularis	II 41
Vairoga dziedzeris	II 225	— laterales	II 41
— dziedzeja sekrēts....	II 224	— ovaricae	II 41
Vairogskrimslis	II 35	— portae	II 43
Vāks, rīkles	II 35	— renales advehentes..	II 41
— zīvs peldpūša	II 18	— renales revehentes ..	II 41
Vālītes, redzes	II 155	— spermaticaе	II 41
Valvula cerebelli	II 89	— subclaviae	II 41
Vaļaviksne, zīdītāju redzes..	II 152	— subintestinales	II 39
Vardes elpošana	II 22	— umbilicales	II 54
Varolijs tilts	II 110	Ventrālā stiegra, smadzeņu..	II 73
Vas deferens	II 189	Ventrālais rags, smadzeņu ..	II 73
Vasa branchialia	II 37	— stabs, smadzeņu ..	II 73
Vaska āda	83	Ventrālās ribas, zivju	163
Vaskulārizācija	71	Ventriculus	II 39
Vater-Pacini ķermenīši	II 138	Vermis, zīdītāju smadzenišu	II 109
Vazodentīns	284	Vernix caseosa	100
Vēdera ribas, rāpuļu	213	Vesicula prostatica	II 202
Vena anonyma dextra	II 62	Vidējās smadzenes	II 81
— anonyma sinistra....	II 62	Vidukļa zarna	257
— azygos	II 60	Vidus zarna	257
— cardinalis anterior ..	II 32	Vietniekkauli	139
— cardinalis posterior..	II 39	Virsnieči	II 234
— cava anterior	II 49	Virsnieču inkrēts	II 225
— cava posterior	II 45	Virsskaita kauli	139
— cutanea magna	II 48	Viscerālā muskulātūra	II 220
— hemiazygos	II 60	Viscerālais galvas kauss	136
— hepatica	II 39	— skelets, haizivju	151
— omphalo-mesenterica	II 54	Vispārējā degradācija	II 241
Venae abdominales.....	II 41	Volfa ķermenīs	II 171
— caudalis	II 39	— vads	II 173, 189
— iliaceae	II 41		

W

Weber'a kauliņi

II 18

Z

Zemādas saistaudi	58	Zobu līste	284
Zidekļa kabata	123	— sastats	291
Zidekļi, Marsupialia	122	— bunodonts	293
Zidekļu skaits	124	— lofodonts	294
Zigāls galvas kauss	189	— sekodonts	293
Zigokrotafs galvas kauss	189	Zonula ciliaris	II 153, 158
Zivju peldpūslis	II 14	Zviņas, cikloidālās	66
— sānu organi	II 139	— ganoīdās	64
Zobi	283	— graudu	77
Zobu attīstība, zīdītāju	297	— kaula	80
— formula	292	— ktenoidālās	66
		— raga	76, 101

Lpp.

Zvīnas, plakoidālās	60	Zvīnas, šindeļu	77
— putnu	96	— tuberkuļu	77
— Stegocephala	73	— vairogs	77

Ž

Žaunas ārējās, haizivju.. II 9, 13, 14	Žaunu labirints, Anabas scan-		
Žaunspraugas pirmatnējās,	dens	II	11
Amphioxus	— loki, elasmobranchiju		151
— sekundārās, Amphioxus	— plātnītes, haizivju ..	II	8
	— siets	II	10
	— vāks	II	9

Iespiedklūdas

mugurkaulnieku salīdzināmās anatomijas I. sējumā.

A. T e k s t s.

<i>Lp. p.</i>	<i>rinda</i>	<i>iespiests</i>	<i>jābūt</i>
VIII.	13. no augšas	2.	3.
21.	7. no apakšas	pilnīgi reducētas	dažām sugām pilnīgi reduc.
28.	6. no augšas	reducēti putni	putni ar reducētiem spārniem
40.	2. „ „	uzrāda	neuzrāda
48.	10. „ „	B $\frac{2. 3. 4.}{2. 3. 4.}$	P $\frac{2. 3. 4.}{2. 3. 4.}$
58.	10. „ „	matu	mutes
63.	4. no apakšas	filētisko	filogenetisko
64.	17. no augšas	virzējās	virsējās
67.	11. „ „	filētiski	filogenetiski
77.	7. „ „	šindeļu zvīņas	dakstiņu zvīņas
78.	14. „ „	šindeļveidīgi	dakstiņveidīgi
123.	5. no apakšas	par pirmo	par Placentalia pirmo
126.	12. „ „	apakšējās	pakaļējās
126.	17. „ „	spinosus vai	spinosus dorsalis vai
129.	12. no augšas	intersegmentāli	segmentāli
130.	2. „ „	kaudālām	kraniālām
141.	10. no apakšas	auss-deniņu	acs-deniņu
175.	12. „ „	Lepidosireus	Lepidosiren
175.	9. „ „	lepidoziriem	lepidosirenam
206.	10. no augšas	ce	ce-
216	2. no apakšas	ileum	ilium
299.	12. „ „	galīgi nobeigta	galīgi nav nobeigta

B. Zīmējumi.

Zīmējumi
paskaidro-
jums

	<i>rinda</i>	<i>iespiests</i>	<i>jābūt</i>
88.	3. no augšas	Str. 1	Str. 1
91.	2. „ „	1	1
101.	3. „ „	DSCH	DSch
112.	2. un 3. no augšas	šindeļzvīnas	dakstiņzvīnas
145.	2. no apakšas	hapapa	hapap

	<i>rinda</i>	<i>iespiests</i>	<i>jābūt</i>
146.	5. no augšas	hapapa	hapap
163.	3. "	D	F
169.	2. no apakšas	sc — chorda	sc — muguras smadzenes
186.	2. "	po — proc. oticus	po — proc. praeorbitalis
188.	3. "	protopterygium	propterygium
193.	2. "	d — ceratobranch.	c — ceratobranch.
195.	5. "	p — pariet.	pa — pariet.
195.	3. "	st	ct
209.	2. "	np	nsp
229.a	1. no augšas	l	1
237.	2. "	EPtg	Ptg
238.	1. "	Eunectes marinus	Eunectes murinus
263.	3. "	F	v
340.	2. "	— ieeja trachejā	l — ieeja trachejā
343.	7. no apakšas	g — chordas makssts	q — chordas maksts
343.	2. "	l	1
346.	3. no augšas	puc	pyc

Zīmējums 366. nepareizi orientēts.
