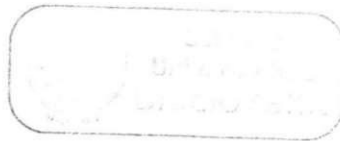


Latvijas Universitāte

Medicīnas fakultāte

Valdis Folkmanis

**OBJEKTĪVĀS AUDIOMETRIJAS METODE  
BĒRNU DZIRDES TRAUČĒJUMU  
NOTEIKŠANĀ UN ATTĪSTĪBAS  
REHABILITĀCIJĀ**



Darba zinātniskais vadītājs:

Dr.habil.med.,

profesors Uldis Vikmanis

Rīga - 1999

**Promocijas darbs**

**Medicīnas doktora grāda iegūšanai**

## Saīsinājumi

ABR	akustiski ierosinātā smadzeņu stumbra atbilde
HL	dzirdes sliekšnis
kHz	kiloherci
BERA	akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu audiometrija
AEP	akustiski ierosinātie smadzeņu potenciāli
AEHP (ABEP)	akustiski ierosinātie smadzeņu stumbra potenciāli
BAEP	smadzeņu stumbra akustiskās atbildes audiometrija
FAEP	agrīni akustiski ierosinātie potenciāli
MLP	akustiski ierosinātie potenciāli ar vidēju kavējumu
CAR	krustotā akustiskā atbilde CERA, kortikālās atbildes audiometrija
SAI	subjektīvā audiometriskā izmeklēšana
OAI	objektīvā audiometriskā izmeklēšana
n	pacientu skaits

## Saturs

1. Ievads	6
2. Darba mērķis	9
3. Darba uzdevumi	9
4. Literatūras apskats	10
4.1. Dzirdes ceļu anatomija, shematiska uzbūve un funkcijas	10
4.2. Dzirdes izmeklēšanas metodes:	17
4.2.1. Audiometriskā izmeklēšana bērnu vecumā, tās saikne ar attīstības rehabilitāciju	17
4.2.1.1. Dzirdes skrīningizmeklēšana	19
4.2.1.2. Attīstības rehabilitācijai optimālais izmeklēšanas vecums	20
4.2.1.3. Instrumentālās izmeklēšanas metodes	21
4.2.1.4. Dzirdes procesa fizioloģiskie fenomeni	21
4.2.1.5. Akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšana	21
4.2.1.6. Otoakustisko emisiju mērīšana	22
4.2.1.7. Skrīningmetožu lietošanas nosacījumi	23
4.2.1.8. Skrīninga metožu praktiskā realizācija	24
4.2.1.9. Audiometriskās izmeklēšanas taktika un stratēģija no attīstības rehabilitācijas viedokļa	25
4.2.2. Subjektīvās izmeklēšanas metodes	27
4.2.2.1. Refleksaudiometrija	28
4.2.2.2. Uzvedības audiometrija	28
4.2.2.3. Brīvā lauka audiometrija (uzvedības audiometrija ar vizuālo pastiprinājumu)	29
4.2.2.4. Spēļu audiometrija	30
4.2.2.5. Toņaudiometrija	32
4.2.3. Objektīvās izmeklēšanas metodes	32
4.2.3.1. Akustiski ierosinātie smadzeņu potenciāli (AEP), to klasifikācija, definīcija un pielietojuma sfēra	32

4.2.3.1.1.	Agrīni akustiski ierosinātie potenciāli	34
4.2.3.1.2.	Akustiski ierosinātie potenciāli ar vidēju kavējumu	36
4.2.3.1.3.	Akustiski ierosinātie potenciāli ar vēlīnu kavējumu	37
4.3.	Dzirdes traucējumu agrīnas diagnostikas nozīme bērnu attīstības un sociālajā rehabilitācijā	41
4.3.1.	Attīstības rehabilitācija	41
4.3.2.	Socioze kā slimība un vecāku loma tās profilaksē	42
4.3.3.	Sociālās attīstības bāze – etoloģiskā pediatrija	43
4.3.4.	Bērnu profilaktiskās apskates	43
4.3.5.	Agrīnas patoloģijas atklāšana ar bērnu vecāku palīdzību	44
5.	Materiāls un metode	45
5.1.	Pacienti	45
5.2.	Akustisko kairinājumu izraisīto smadzeņu stumbra atbilžu pierakstīšanas princips	45
5.3.	Izmantotā aparatūra un tās darbības princips	46
5.3.1.	Elektrodu lietošana.	46
5.3.2.	Vienreizējie elektrodi	47
5.3.3.	Elektrodu pilnās pretestības mērīšana	47
5.3.4.	Pastiprinājuma automātiska regulēšana	47
5.3.5.	Izmeklējumos lietotā akustiskā kairinātāja veids	48
5.3.6.	Austiņas skaņas gaisvadāmībai	48
5.3.7.	Skaņas stipruma regulēšana	48
5.3.8.	Summēšana	48
5.3.9.	Mērījumu pierakstīšana	49
5.4.	Pacientu izmeklēšana	49
5.4.	Iespējamo mākslīgo traucējumu izvērtējums	50

6. Datu statistiskā apstrāde un rezultāti	51
6.1. Statistiskās metodes	51
6.2. Rezultāti	51
7. Diskusija	85
8. Secinājumi	89
9. Novitātes un praktiskās rekomendācijas	90
10. Izmantotā literatūra	92
11. Pateicības	102

## 1. IEVADS

Bērna attīstības rehabilitācijas diagnostikas un ārstēšanas principi mazāk balstīti uz klasiskās medicīnas pamatiem (morfoloģiju un fizioloģiju), bet salīdzinoši lielāku vietu tajā ieņem etoloģiskais princips. Agrīnās diagnostikas, agrīnās ārstēšanas un agrīnās integrācijas procesā galvenokārt tiek izmantoti uzvedības kritēriji. Tādējādi attīstības rehabilitācija pirmkārt proponē sociālo attīstību, kā rezultātā tiek attīstīts patstāvīgums un spēja kontaktēties ar apkārtējo sabiedrību. Šo atziņu pamatā ir Helbrīges (1966) un Pehšteina (1974) zinātniskie pētījumi par deprivāciju, saskaņā ar kuriem veseliem jaundzimušajiem, kas uzauguši patversmes apstākļos, salīdzinājumā ar ģimenē augušiem bērniem viņu vecumā, tika novērota aizture runas attīstībā un sociālajā sfērā. Tādējādi bērnu attīstības rehabilitācijā galvenā vieta atvēlēta audzināšanai ģimenē vai, ja tādas nav - aizbildņu vai adoptīvvecāku ģimenē (Hellbrügge Th. 1975).

Cilvēces dzīves kvalitāti kopumā nosaka katra tās indivīda iespējas draudzīgā un kompetentā vidē pilnvērtīgi realizēt savu ģenētisko kapacitāti, izgreznojot pasauli ar lieliskām savstarpējām attiecībām. Savstarpējo attiecību harmoniju ietekmē iespēja gan saņemt palīdzību gadījumos, kad tas ir nepieciešams, gan arī sniegt to citiem, kad tiem tā vajadzīga. Izcilais vācu sociālais pediatrs profesors Teodors Helbrure ir sacījis: "Tikai tas, kas palīdz, kļūst patstāvīgs un laimīgs" (Hellbrügge Th. 1978).

Šajos vārdos ietvertais saturs mani ietekmēja pievērsties problēmbērnu veselības aprūpei, kā arī apmācīt vecākus un pedagogus bērnu atveseļošanai un attīstībai labvēlīgas vides izveidē, lai pilnvērtīgi integrētu problēmbērņus sabiedrībā.

Domājot par bērnu veselības aprūpi XX un XXI gadsimta mijā, jāatzīst, ka, pateicoties augsto medicīnisko tehnoloģiju attīstībai, nereti kļūst iespējama agrīna un precīza bērnu veselības problēmu diagnostika. Līdz ar to jau agrīni spējams sākt terapiju, kas ir jo īpaši nozīmīgi gadījumos, kad traucētas bērna sensorās iespējas,

kuru deficīts nosaka bērna komunikatīvās sfēras un sekundāri arī kognitīvās sfēras problemātiku (Holm M. 1992). Par bērnu attīstības rehabilitācijas mērķi, ņemot vērā jau minētās atziņas, kļūst viņu iespējas pilnvērtīgi realizēt savu dzīves kvalitāti. Lai to nodrošinātu, nepieciešama

1) agrīna bērnu kustību sfēras, dzirdes, redzes, psihomotorās attīstības, kā arī interakciju iespēju kvalitātes diagnostika,

2) agrīna interdisciplinārā (medicīniskā, psiholoģiskā, pedagoģiskā un sociālā) atveseļošana, apmācot un iesaistot vecākus un pedagogus atveseļošanas darbā un bērna attīstībai labvēlīgas vides izveidē mājās, bērnudārzā un vispārizglītojošā skolā (Hellbrügge Th. 1994).

Atveseļošanas panākumu rezultāts atkarīgs arī no ārstu, pedagogu un psihologu spējas saskatīt bērnu, nevis tikai viņa problēmas. Pašreizējā izglītības un veselības aprūpes sistēma ir orientēta uz specializētu medicīnisku un sociālu centru, bērnudārzu un speciālo skolu izveidi, kurās bērnu integrē nevis sabiedrībā kopumā, bet gan atbilstoši viņa problēmai - noteiktā cilvēku kopā. Šī sistēma ignorē būtiskāko bērnu attīstības rehabilitācijas komponenti - bērna dabisko vēlmi mācīties no otra bērna, kā arī sniegt un saņemt palīdzību. Bērni ar garīgu aizturi veido mentāli retardēto bērnu kopu, novēloti diagnosticētu dzirdes problēmu bērni bagātina kurlmēmo cilvēku kopu utt. (Hellbrügge Th. 1994, Papousek M. 1994). Mazi bērni uztver citu bērnu problēmas dabiski un ne tikai nenorobežojas no bērniem ar īpašām vajadzībām, bet pat iemācās sniegt viņiem palīdzību. Liedzot iespēju veseliem bērniem mācīties integratīvās grupās kopā ar bērniem ar īpašām vajadzībām, sabiedrība reducē savas humānās tendences (Hellbrügge Th. 1973).

Kāda nozīme vārdzirdīgu bērnu attīstības rehabilitācijā ir agrīni un precīzi audiometriski noteiktam dzirdes sliekšnim? Eiropas audiologi, atbildot uz šo jautājumu, apgalvo, ka pašreizējais tehnisko sasniegumu līmenis un iespējas agrīni diagnosticēt un adekvāti risināt dzirdes problēmu izslēdz situāciju, kurā dzirdes traucējumi kļūst par cēloni tam, ka bērns neiemācās valodas lietošanu (Giebel A. 1986). Šis apgalvojums mobilizēja arī mani meklēt iespējas agrīnai un precīzai dzirdes sliekšņa konstatācijai, uzsākot Latvijā objektīvus audiometriskos



izmeklējumus, kā arī pētot un salīdzinot ar šo metodi iegūtos rezultātus ar rezultātiem, kuri iegūti līdz šim, izmantojot tradicionālās subjektīvās dzirdes izmeklēšanas metodes.

## **2. DARBA MĒRĶIS**

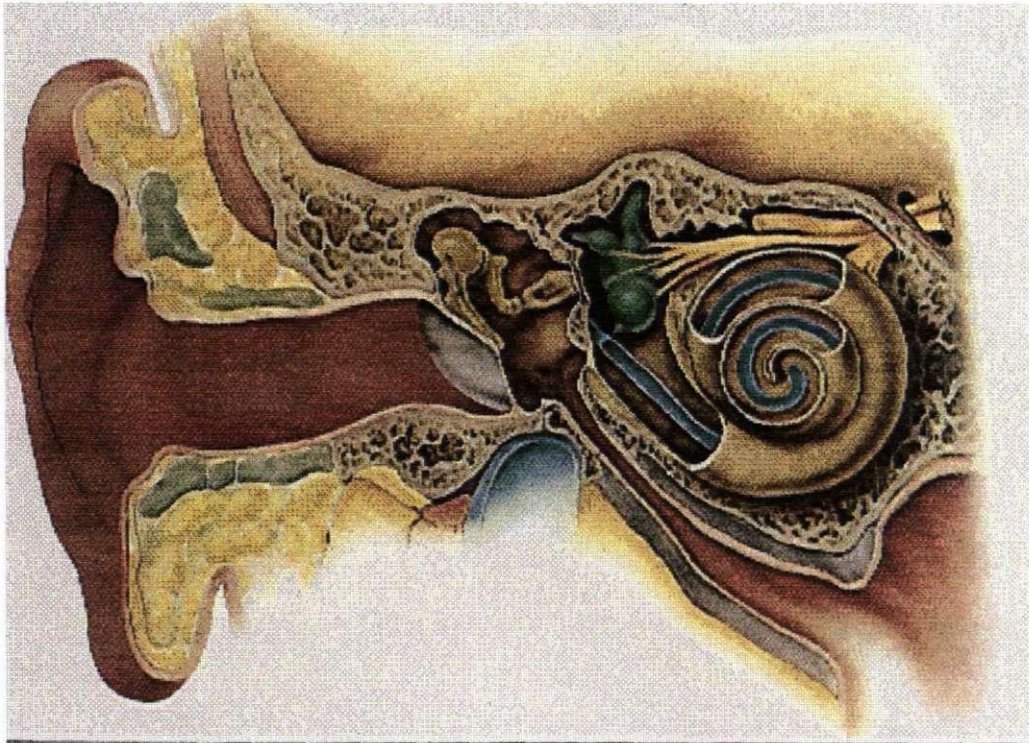
Agrīni un precīzi noteikt dzirdes sliekšni bērniem ar dzirdes traucējumiem, lai nodrošinātu adekvātu šo bērnu attīstības rehabilitāciju un sekmētu Latvijas bērnu dzīves kvalitātes celšanu.

## **3. DARBA UZDEVUMI**

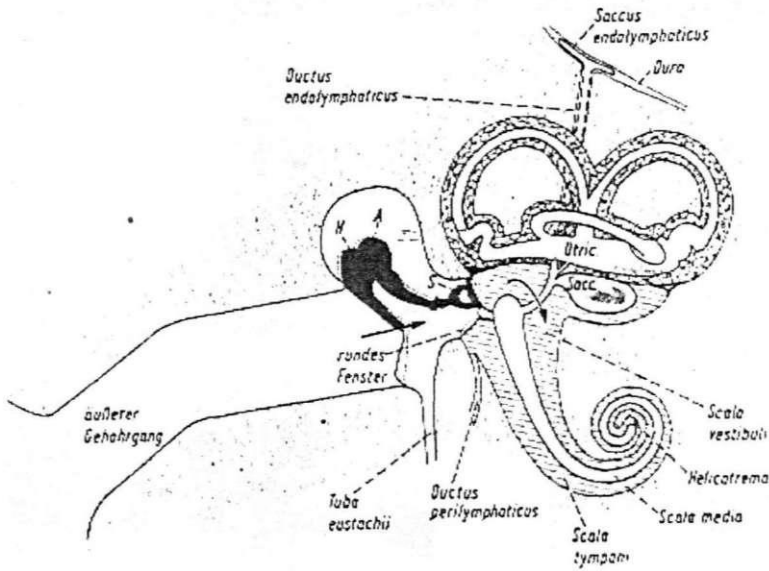
1. Ieviest un aprobēt objektīvās audiometriskās izmeklēšanas metodi – akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu metodi.
2. Izvērtēt un salīdzināt rezultātus, kuri iegūti, izmeklēšanā lietojot akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu metodi ar tradicionāli lietoto subjektīvo dzirdes izmeklēšanas metožu rezultātiem.
3. Izstrādāt rekomendācijas bērnu ārstiem par objektīvās audiometriskās izmeklēšanas indikācijām bērniem ar dzirdes traucējumiem.

#### 4.1. Dzirdes ceļu anatomija

Zināšanas par ārējās auss, vidusauss, iekšējās auss, dzirdes nervu un centrālo akustisko ceļu anatomiskajiem un fizioloģiskajiem pamatiem ir priekšnosacījums izpratnei par funkcionālajām sakarībām un to pārmaiņām patoloģijas gadījumos (Böhme G., Welzl-Müller 1993)

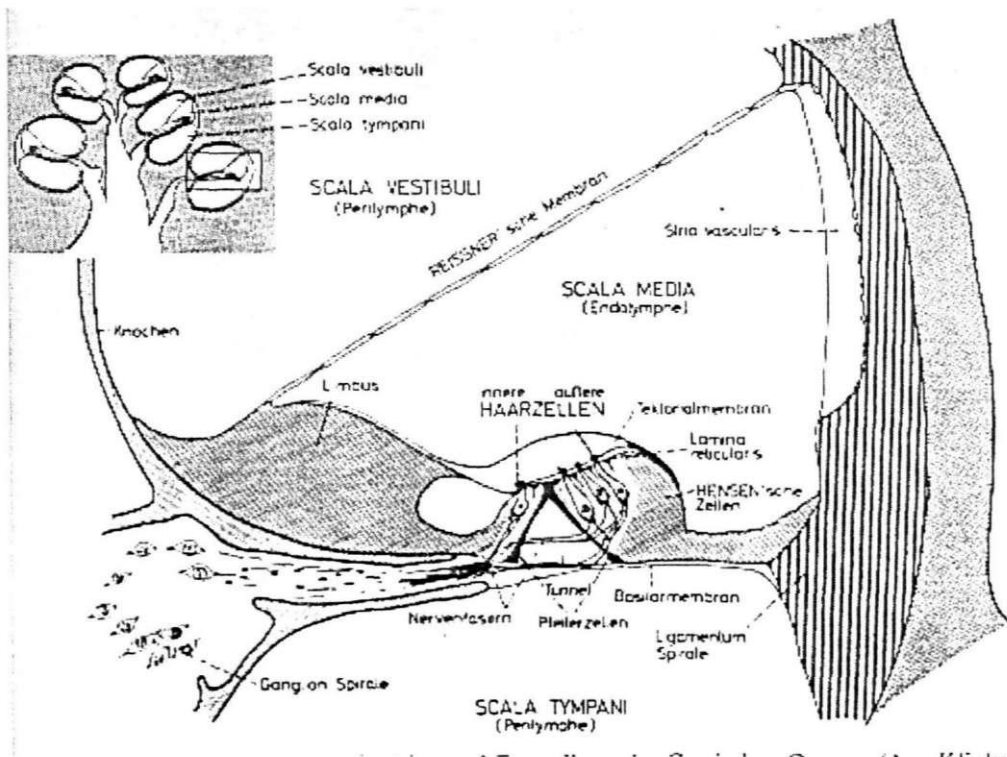


1. attēls. Dzirdes sistēmas perifērā daļa - ārējā auss, vidusauss un iekšējā auss  
(Böhme G., Welzl-Müller K. 1993)



11. Die kalykometrische Abbildung zeigt die anatomischen Beziehungen von

2. attēls. Dzirdes sistēmas perifērā daļa – detalizēta iekšējās auss uzbūve (Böhme G., Welzl–Müller K. 1993)



3. attēls. Dzirdes sistēmas perifērā daļa – detalizēta spirāliskā orgāna uzbūve (Böhme G., Welzl–Müller K. 1993)

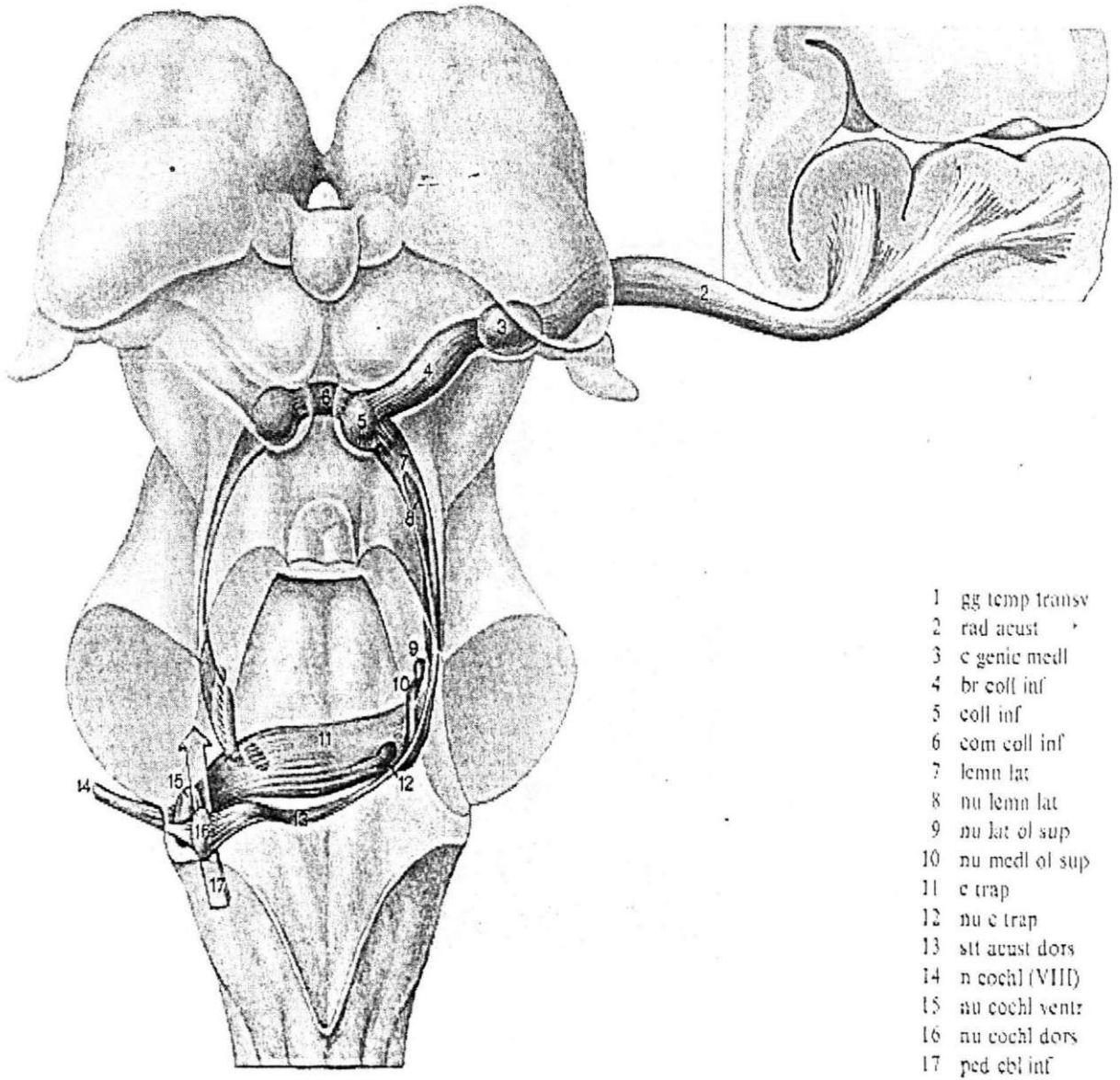
Dzirdes sistēma sastāv no perifērās daļas (ārējā auss, vidusauss, iekšējā auss, *n. vestibulocochlearis* kohleārā daļa) un centrālās daļas (centrālais dzirdes ceļš, subkortikālie un kortikālie dzirdes centri). Kohleārā daļa iet cauri iekšējam dzirdes

ceļam un savienojas ar vestibulāro nervu, izveidojot 8. smadzeņu nervu (*n. vestibulocochlearis*), šķērso pontocerebellāro leņķi un ienāk zem tilta apakšējās malas stumbra smadzenēs. Iegarenajās smadzenēs lejupejošās šķiedras nonāk *nucleus ventralis*, augšupejošās – *nucleus dorsalis*. Šeit beidzas I dzirdes neirons. Anatomiski morfoloģiskā robeža starp perifēro un centrālo daļu atrodas tajā vietā, kur 8. smadzeņu nervs ieiet smadzeņu stumbrā un kur *n. vestibulocochlearis* perifērā daļa pāriet centrālajā. Funkcionālā ziņā perifērie neironi beidzas primārajos centros.

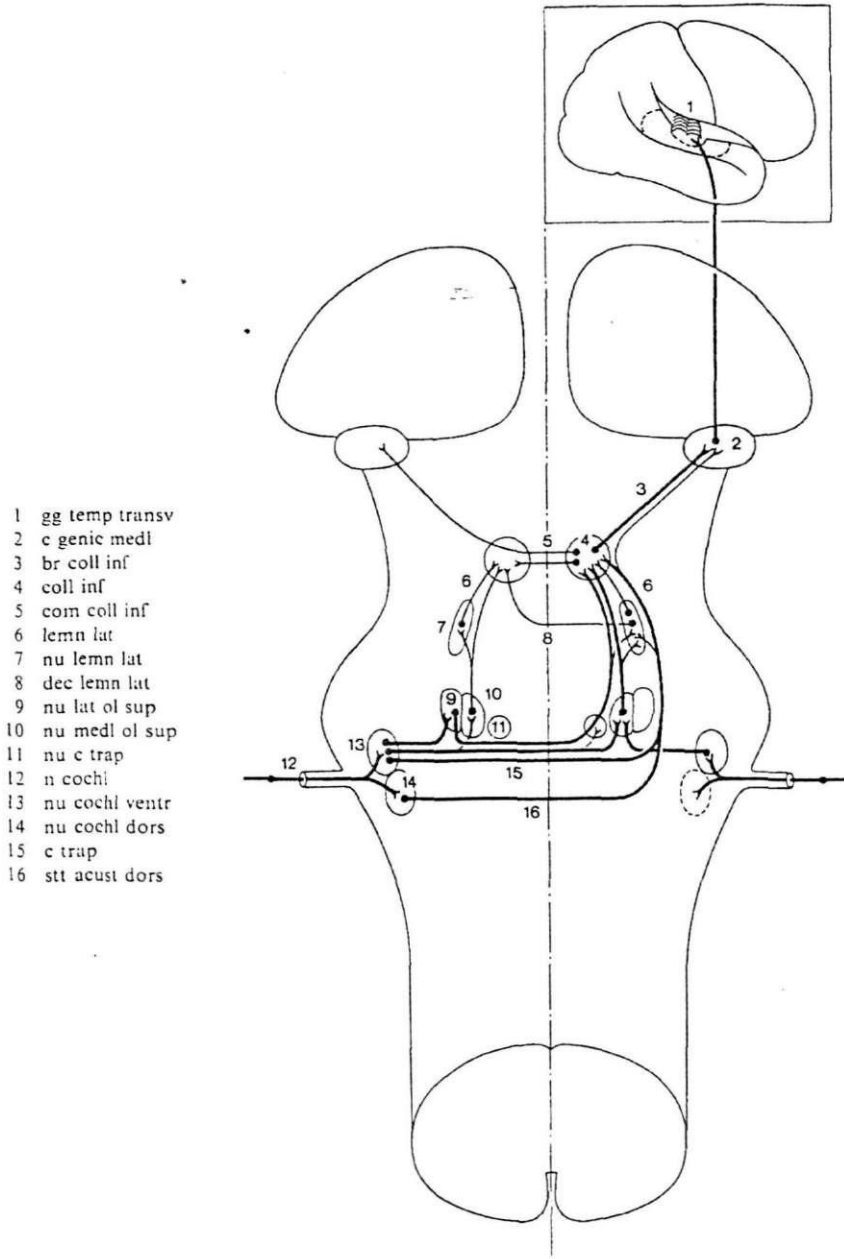
Dzirdes ceļš kopā ar dzirdes garozu veido spēcīgu pārstrādāšanas, kodēšanas un dekodēšanas sistēmu (Stöhr M. 1989).

Detalizētas zināšanas par kohleārā kodola zonas atsevišķo neironu (*nucleus cochlearis, ventralis* un *dorsalis*), augšējās olīvas kodolkompleksa un *lemniscus lateralis, colliculus inferior, corpus geniculatum mediale* kompleksu darbību iegūtas pēc mērījumiem, kas izdarīti ar dzīvniekiem. Tā, sākot ar augšējo olīvu līmeni, tika atrasti neironi, kuri jutīgi reaģē uz akustisko kairinājumu atšķirībām laika un intensitātes ziņā. To identificēšana varētu būt priekšnosacījums kairinājuma lokalizācijas uztveršanai (Ebner A. 1980). Sākot ar *colliculus inferior* zonu, tika novēroti neironi, kuru izturēšanās atbilst habituācijai, kā arī neironi, kuri selektīvi reaģē uz specifiskām kairinājuma parametru kombinācijām (spektrs, spektra izmaiņu ātrums un virziens) (Goff W. R. 1977). Dati, kas iegūti, izmeklējot pacientus ar bojājumiem centrālo akustisko ceļu sfērā, dod tikai ierobežotu ieskatu to funkcionēšanā, jo rezultāti laika gaitā bieži vien mainās (Chiappa K. H., Gladstone K. J. & Young R. R. 1979).

Skaņas vilnim nonākot galvskausā, tas iesvārsta ne tikai bungplēvīti un līdz ar to arī dzirdes kauliņu ķēdi, bet daļa no tā, ja ir pietiekami liela skaņas intensitāte tiek pārveidota arī ķermeniskā skaņā un izraisa svārstības visā galvaskausā (Plath P. 1981).



4.attēls. Centrālie akustiskie ceļi un dzirdes garoza. (Nieuwenhuys et al. 1981.)



5. attēls. Centrālo akustisko ceļu shematisks attēlojums (Nieuwenhuys et al. 1981)

Līdzīgi šim gadījumam, nonākot kādā vietā saskarē ar galvaskausu, uz to tiek pārnesta arī kāda svārstībā esoša cieta ķermeņa - vibratora kustība. Šis paņēmiens ir svarīgas klīniskās izmeklēšanas metodes pamatā un tradicionāli tiek apzīmēts kā “klīniskā kaula vadīšana” (Keidel W. D., Neff W. D. 1974).

No vibratora un galvaskausa kontaktvietas svārstības izplatās kā

a) virsmas viļņi pa ādu un galvaskausa mīksto daļu,

- b) apliecošie viļņi pa relatīvi smalkajiem galvaskausa kauliem,
- c) translācijas viļņi cauri galvaskausam.

Deniņu apvidū pienākošās svārstības ar atbilstošajām amplitūdām un fāzēm savstarpēji pārklājas, turklāt virsmas viļņiem šeit ir vismazākā nozīme. Relatīvi biežajos galvaskausa kaulos tiek izraisītas vēl arī distorsijas svārstības (pārveidojumi), tas nozīmē, ka rodas pretējas kustības divos līdz trijos virzienos. Līdz ar to auss apvidū rodas ļoti kompleksas kustību formas (Gschwend G. 1994) :

- deniņu kaula svārstības caur kaula sienu dzirdes kanālā iesvārsta ārējās auss eju un gaisu vidusauss dobumos,
- tā kā gan dzirdes kauliņu ķēde, gan iekšējās auss šķidrums nav nekustīgi savienoti ar sieniņām, deniņu kaula svārstības kustīgo struktūru inerces dēļ izraisa atbildes kustības dzirdes kauliņu ķēdē un iekšējās auss šķidrumā,
- pārveidotās svārstības deniņu kaula apvidū izraisa kaulainā labirinta pārformēšanos un izliekšanos, ko izraisīja atšķirīgais šķidruma tilpums virs un zem membrānas.

Tādējādi visas trīs auss daļas iesaistās skaņas kaulvadāmībā. Ārējai ausij ir lielāka nozīme zemo frekvenču, vidējai ausij – vidējo, bet iekšējai ausij - augsto frekvenču pārvadīšanā.

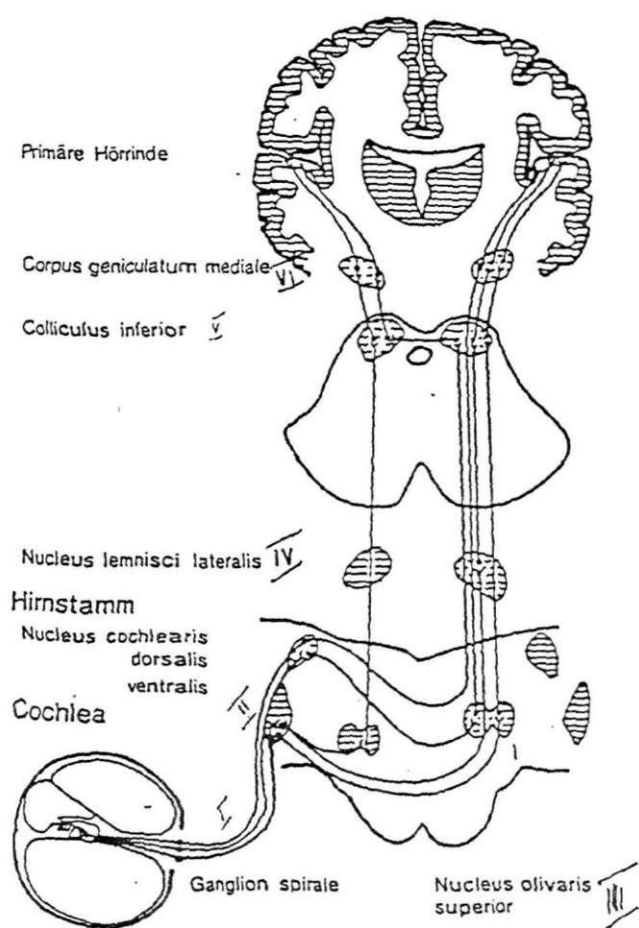
Iekšējā ausī no vidusausī izraisītajām svārstībām Kortija orgānā veidojas elektriskie impulsi. Kodēto informāciju uztver dzirdes nervs un pārnes impulsus uz smadzeņu stumbru (Davis H. 1976).

Pirmais neirons veidojas dzirdes nerva šķiedrās, kuras atrodas *ganglion spirale*. Pirmā pārslēgšanās notiek *nucleus cochlearis ventralis* un *nucleus cochlearis dorsalis*, kur ar otro neironu sākas arī centrālais dzirdes ceļš. Tas turpinās ar šķiedru lielāko daļu šķiedru krustojumu *corpus trapezoideum*. Pēc tam akustiskā informācija no *lemniscus lateralis* cauri *colliculus inferior* tiek novadīta uz *corpus geniculatum mediale*. Šeit sākas dzirdes ceļa pēdējais neirons, kas turpinās kā dzirdes starojums uz primāro akustisko *Cortex* deniņu daļas *gyri temporales transversi* Hešla krokā (Kretschmann H.J., Weinrich: W. 1991).



Blakus taisnajiem centrīces ceļiem atrodas arī centrālās ceļi, kuru iespējamās modulētās īpašības ietekmē centrīces neironālo aktivitāti (Ebner A., Scherg M. & Dietl H. 1980)

Dzirdes ceļi patiešām ir ļoti komplicētas struktūras. Tie krustojas visdažādākajos līmeņos un praktiski veido veselu neironālo tīklu, kas, pateicoties vienai labajai un vienai kreisajai dzirdes ceļu daļai, ar kuru palīdzību vispār iespējama bīaurālā dzirde, ir vēl komplicētāka (Keidels 1975, Mackers 1958. & Levine R. A., 1981).



5. attēls. Dzirdes ceļu shematisks attēlojums,  
Adaptēts no T.Spillman T., Laitner H. (1975)

## 4.2. Dzirdes izmeklēšanas metodes

### 4.2.1. Audiometriskā izmeklēšana bērnu vecumā, tās saikne ar attīstības rehabilitāciju

Daudzu gadu laikā uzkrātie novērojumi ļauj nonākt pie vienota uzskata, ka agrīno dzirdes traucējumu ārstēšanas efektivitāte un panākumu izredzes ir cieši saistītas ar bērna vecumu terapijas sākuma momentu (Bagus J. 1983). Virkne pētījumu pierāda, ka nepietiekama akustiskā stimulācija jau pirmajos dzīves mēnešos izraisa daļēji neatgriezenisku impulsu deficītu neironālo kanālu attīstībā (Radü H. J. 1985). Pat ja, piemēram, vidusauss matiņšūnu bojājums nav ārstējams, tad tomēr ir iespējams manāmi mazināt šo traucējumu fatālo ietekmi uz smadzeņu dzirdes centru un valodas centru. Agrīnās terapijas balsti – apgāde ar dzirdes aparātiem un agrīna pedagoģiska attīstības veicināšana – šodien ir tik augstu attīstīti, ka to lietošana jau pirmajos dzīves mēnešos var būtiski paaugstināt slimā bērna izredzes integrēties sabiedrībā (Lenarz Th. 1997/1998). Bez šaubām, jau vairākus gadus mūsu rīcībā ir arī diagnosticējoši palīglīdzekļi, ar kuriem atbilstoši izglītoti un pieredzējuši speciālisti var precīzi noteikt dzirdes traucējuma veidu un pakāpi jebkurā vecumā, tādēļ iespējams novērst rupjas taktiskas un terapeitiskas kļūdas (Redeman E., Giebel A. 1990).

Kāpēc tad mēģinājumi ieviest agrīno diagnostiku līdz šim nav bijuši tik veiksmīgi, kā to jau sen pieprasa un vēlas vecāki, pacienti un visdažādāko medicīnas nozaru un attīstības pedagoģijas speciālisti?

Ir virkne visdažādāko izskaidrojumu, lai gūtu atbildi uz šo jautājumu. Ja to analizē sīkāk, atklājas, ka īstenot sapni par vārdzirdīgu bērnu pilnīgu apzināšanu un diagnosticēšanu parasti kavē ekonomiskie aspekti. Mēs varam būt sašutuši par šo faktu vai tikai ar drosmi to konstatēt, taču mums godīgi būtu tas jāizvērtē (Giebel A. 1996).

Protams, izdevumu ailē nav iekļaujama tikai atklāto patoloģiju ārstēšana. Iespējams diskutēt par to, vai un kādos apmēros agrīnā diagnostika samazina izmaksas vai, tieši otrādi, rada jaunus izdevumus. Dažādu diagnosticējošo pasākumu

izmaksas var nesamērīgi paaugstināties, ja dzirdes diagnostika ir jāveic ļoti daudziem bērniem. Tā kā arī speciālistu skaits ir ierobežots, tad lielas diagnosticējošas programmas ekstremālos gadījumos būtu iespējams īstenot tikai izjaucot citas. Šajā sakarā ir svarīgi izlemēt, pēc kādiem kritērijiem būtu jāatlasa bērni, kuri agrīnā vecumā tiek nosūtīti diagnostikai pie audioloģijas eksperta (Rother P., 1995; Sadler P. 1998).

Pēdējā laikā ir izveidojušās jaunas pieejas šim jautājumam. Nu jau divdesmit gadu mēs bijām pieraduši vienmēr domāt par to, kādās sociālās grupās ir visvairāk bērnu ar dzirdes traucējumiem. Šo pārdomu rezultāts bija tā saucamo riska reģistru sastādīšana un pastāvīga tajos reģistrēto bērnu izmeklēšana un kontrole. Rūpīgi izstrādājot šos reģistrus, iespējams samazināt apskatāmo bērnu skaitu līdz dažiem desmitiem. Taču vienlaicīgi tādā veidā tiek atklāti augstākais 50% ārstējamo dzirdes traucējumu, jo puse slimo bērnu nepieder ne pie vienas no zināmajām riska grupām (Giebel A. 1996). Šai ziņā dzirdes traucējumu agrīna diagnostika saduras ar tām pašām problēmām kā citas skrīningprogrammas, kas orientētas uz paaugstināta riska grupu identifikāciju.

Citas ieteiktās taktikas mēģina koncentrēt visas pūles agrīnās diagnostikas uzlabošanai vispārpieņemto bērnu ārstu veikto izmeklējumu ietvaros. Jau sen izteikti pārmetumi par šo izmeklējumu nepietiekamo standartizāciju. Daudziem bērnu ārstiem ir pašiem savi, ne vienmēr zinātniski pamatoti, priekšstati par orientējošu audioloģisko izmeklēšanu. Tā kā ir pierādīts, ka šo brīvi izvēlēto izmeklējumu ticamība ir slikta, tad tika veikta bērnu ārstu izglītošana (Lenarz Th. 1997, 1998).

Visu šo izmēģināto pieeju praktiskie rezultāti diemžēl bija neapmierinoši. Arī ar dārgu izglītošanas programmu palīdzību nevarēja novērst agrīnās diagnostikas programmu galvenos trūkumus. Tā iemesli bija šādi.

1. Gan subjektīva izmeklēšana bērnu ārstu privātpraksēs, gan riska faktoru individuāla noteikšana prasa daudz laika, kas kļūst arvien vērtīgāks. Bez tam drošai subjektīvai audioloģiskai izvērtēšanai nepieciešamas piemērotas telpas un citi ārēji priekšnoteikumi, kuriem atbilst tikai nedaudzas pediatriiskās prakses.

2. Dzirdes reakciju novērtēšana pirmajos dzīves mēnešos ir ļoti sarežģīta. Reakcijas sliekšnis ir rūpīgi jānošķir no dzirdes sliekšņa. Vesela zīdaiņa dzirdes sliekšnis neatšķiras no vesela pieaugušā dzirdes sliekšņa, bet subjektīvi novērojamo reakciju sliekšnis nepārtraukti pazeminās no vidēji 80 dB tūlīt pēc dzimšanas līdz 20 dB 1 gada vecumā. Jāņem vērā arī normālā reakcijas sliekšņa lielo svārstību iespējas un to plašā amplitūda. Stipri izteiktā vizuālā orientācija zīdaiņiem ar dzirdes traucējumiem ir iemesls nepieredzējuša diagnostikas veicēja subjektīvā vērtējuma kļūdām. Vecāki ir izrādījušies daudz vērīgāki un diagnostiski jutīgāki, lai gan mazāk specifiski novērotāji.
3. Kaut arī ārstējamiem dzirdes traucējumiem augstajai prevalences salīdzinājumā ar citiem nopietniem traucējumiem (aptuveni 0,1-0,2% normālā populācijā), bērnu ārsts tos pamana un novērtē pārāk reti. Tādējādi ieteikums nogaidīt joprojām ir visbiežāk sastopamā "recepte" (Lenarz Th. 1997/1998).

#### 4.2.1.1. Dzirdes skrīningizmeklēšana

Ar jēdzienu "skrīningizmeklēšana" tiek apzīmēta bērnu atlase detalizētai diagnostikai kādā grupā (no kopējās atbilstošās vecumgrupas) (Stockard J. E., Stockard J. J., Westmoreland B., Corfits J. 1979). Tādēļ skrīningmetodes lietošana var dot tikai bināru rezultātu: "neizteikts" vai "izteikts", "negatīvs" vai "pozitīvs". Skrīningmetodes kvalitāti, no vienas puses, nosaka tās rezultātu pastāvība, t.i., rezultātu atkārtojamība, no otras puses, tās ticamība un atbilstība (validitāte). Savukārt validitāti raksturo diagnostiskā testa jutība (precīza slimo bērnu identifikācija) un specifiskums (precīza veselo bērnu identifikācija) (Drews U. 1993). Nav iespējams vienlaikus bezgalīgi uzlabot abus šos testa raksturlielumus. Prasība pēc augstas jutības visiem šķiet saprotama, taču, ja to paaugstina uz specifiskuma rēķina, paaugstinās nepieciešamo atkārtoto izmeklējumu un dinamikā novērojamo bērnu skaits, kas nav vēlams kā ekonomisko apsvērumu, tā nevajadzīgas vecāku uztraukšanas dēļ (Giebel A. 1996).

Skrīningmetodes kvalitātes kritēriji ir arī nepieciešamais laika patēriņš, kā arī tās veikšanas un organizēšanas vienkāršība, pēc iespējas ar apmācīta palīgpersonāla palīdzību (Worth R., Möhrenschrager M. 1995).

#### 4.2.1.2. Attīstības rehabilitācijai optimālais vecums

Optimāli efektīvas terapijas nolūkos ir nepieciešama pēc iespējas agrāka dzirdes traucējuma problēmas konstatācija. Tā kā subjektīvie dzirdes izmeklējumi pirmajos dzīves mēnešos vēl ir ļoti neprecīzi, veidojas pretruna starp reāli ieteicamo un vēlamo (Giebel A. 1997).

Lietojot tā saucamās objektīvās jeb instrumentālās metodes, situācija ir gluži citāda. Tās balstās uz fizioloģisku fenomenu mērīšanu, kas ir daļa no dzirdes procesa (Waltzman S., Cohen N., Gomolin R., Shapiro W., Ozdamar S., Hoffman R. 1985). Tādā veidā gan nav iespējams tieši pierādīt spēju dzirdēt pašu par sevi, taču šīs metodes izrādījušās efektīvas, jo iegūtie mērījumi atspoguļo vai ļauj konstatēt gandrīz visus ārstējamus traucējumus vai pārmaiņas. Apstākļi instrumentālo metožu lietošanai ir labvēlīgāki, ja bērns ir jaunāks. Tā iemesli (Lenarz Th. 1997) ir šādi:

- 1) Daļa no dzirdes procesā iesaistītajiem fizioloģiskajiem signāliem pirmajos dzīves mēnešos un gados nepārtraukti pazeminās amplitūdas ziņā, un līdz ar to tos mērīt kļūst sarežģītāk.
- 2) Daudziem bērniem ar laiku (kādas slimības dēļ) attīstās skaņas vadīšanas traucējumi, kuri ir saistīti ar Eistahija kanāla funkcionālām nepilnībām. Tādi traucējumi ir ļoti reti sastopami pirmajos dzīves mēnešos. Tā kā vispirms ir jānosaka permanentie traucējumi, ar agrīni lietotām skrīningmetodēm, tā rezultātā var novērst pārejošu (bieži spontāni atgriezeniska) Eistahija kanāla funkcionālā traucējuma uzslāņošanu.
- 3) Mērīšana ir daudz vienkāršāka un precīzāka, ja bērns izmeklējuma laikā ir mierīgs. Ļoti maziem bērniem šajā nolūkā var izmantot biežās un garās dabiskā miega fāzes. Tikai pirmajās divās dzīves dienās instrumentālie mērījumi ir saistīti

ar grūtībām, kuras rada skaņas vadīšanai nelabvēlīgie apstākļi ārējā dzirdes kanālā.

#### **4.2.1.3. Instrumentālās izmeklēšanas metodes**

Pastāv uzskats, ka to instrumentālo izmeklēšanas metožu lietošana un iegūto rezultātu interpretēšana būtu jāveic labi izglītotiem un pieredzējušiem ekspertiem (augsti kvalificētiem speciālistiem noteiktas aparatūras lietošanā), jo šīs metodes ir sarežģītas un ļoti dārgas. Taču mums būtu jāmaina savi uzskati šajā jautājumā (Giebel A., Redeman E. 1993).

#### **4.2.1.4. Dzirdes procesa fizioloģiskie fenomeni**

Normāli, aferentajām struktūrām uztverot un pārstrādājot akustisko kairinātāju, ausī un nervu sistēmā rodas signāli, kurus var izmērīt ar piemērotiem instrumentiem. Šādu fizioloģisko lielumu mērīšana ir dažu objektīvo dzirdes izmeklēšanas paņēmienu pamatā (Mizrah E. M., Maulsby R. L., Frost J. D. 1983).

#### **4.2.1.5. Akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšana**

Katrs akustiskais kairinātājs rada virkni izlādēšanās procesu (potenciālu svārstības) dažādos dzirdes kanāla apvidos (Fryauf-Bertschy H., Tyler R., Kelsay D., Gantz B., Woodworth G. 1997). Šos izlādēšanās procesus var reģistrēt ar elektrodiem, kurus piestiprina pie bērna galvas ādas. Lai varētu izmērīt šos relatīvi niecīgos elektriskos signālus, bērns izmeklēšanas laikā nedrīkst aktīvi kustēties. Ja mēs atkārtojam kairinājumu līdz 1000 reizēm, tad, apstrādājot rezultātus ar datoru, var noteikt dzirdes kanāla elektrisko atbildi. Šo metodi - akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanu - lieto arvien plašāk (Jakobson J. T., Jakobson C. A., Spahr R. C. 1990). Tās pamatā ir ciešā korelācija starp dzirdes sliksni un to akustiskā kairinātāja stiprumu, kurš ļauj reģistrēt šos potenciālus. Vairāki pētījumi ir

pierādījuši, ka tas ir iespējams jebkurā vecumā (Hecox K., Galambor R. 1974). Šādā veidā lielākajā daļā gadījumu var tik precīzi noteikt mazu bērnu un zīdaiņu spēju dzirdēt, ka ir iespējams tos individuāli apgādāt ar dzirdes aparātiem (Heese G. 1983). Visaptverošai bērnu dzirdes problēmu skrīningdiagnostikai šī metode ir pārāk dārga un daudzo varbūtējo tehnisko kļūdu vai artefaktu dēļ atstājama izglītotu ekspertu ziņā (Giebel A. 1997).

#### 4.2.1.6. Otoakustisko emisiju mērīšana

Otoakustiskās emisijas raksturo vidusauss matiņšūnu īpašības. Daļa no šīm šūnām darbojas kā aktīvs skaņas pastiprinātājs. Pastiprināšanas procesā vidusausī rodas papildu skaņas signāli. Šos signālus var reģistrēt ar mazu zondes mikrofoni, kuru ievieto ārējā dzirdes kanālā (Moore L. 1996, Christ B. 1998). Atšķirībā no izraisītajiem potenciāliem šī metode nav piemērota dzirdes slietkšņa noteikšanai. Fakts, ka emisijas tikušas reģistrētas, pierāda vienīgi to, ka ārējās matiņšūnas vismaz daļēji nav skartas. Šis secinājums ir svarīgs divu iemeslu dēļ.

1. Ārējās matiņšūnas ir mūsu dzirdes sistēmas jutīgākās struktūras. Uz tām, pirmkārt, iedarbojas visi vidusausij kaitīgie faktori, kā skābekļa trūkums, šūnu indes, baktērijas un vīrusi un arī ģenētiskā predispozīcija. Tādējādi signāla reģistrācija, kas pierāda jutīgāko daļu funkcionēšanu, ar lielu ticamību ļauj secināt, ka visa sistēma ir kārtībā.
2. Ārējo matiņšūnu pilnīgs zudums izraisa dzirdes slietkšņa paaugstināšanos par 30-40 dB un līdz ar to vidējas pakāpes dzirdes zaudējumu. Smagākas pakāpes dzirdes zudums rodas tad, ja papildus pievienojas arī iekšējo matiņšūnu zudums. Kā rāda pieredze, zīdaiņu apgāde ar dzirdes aparātiem normālas valodas attīstības nolūkā līdz šim slietksnim nav nepieciešama. Var izdarīt secinājumu: ja emisijas ir reģistrētas, terapija nav nepieciešama.

#### 4.2.1.7. Skrīningmetožu lietošanas nosacījumi

Abas aprakstītās metodes principā ir piemērotas arī skrīningizmeklējumu veikšanai. Runa ir par tādu bērnu atlasī individualizētai klīniskai diagnostikai, kuru dzirdes sliekšnis varētu būt virs 30 dB, t.i., kuriem iespējams dzirdes traucējums, kas ietekmē valodas attīstību (Osberger M., Robbins A., Todd S., Riley A. 1994). Gan smadzeņu stumbra elektriskā atbilde uz kairinātāju ar amplitūdu starp 30 un 40 dB, gan otoakustisko emisiju reģistrēšana izslēdz šāda dzirdes traucējuma iespēju (Giebel A. 1997).

Lai šādu dzirdes diagnostikas testu varētu praktiski realizēt plašu skrīninga programmu ietvaros, jāievēro daži priekšnoteikumi (Jakobson J. T., Jakobson C. A., Spahr R. C. 1990):

- 1) Skrīningprogrammas izmaksas nosaka galvenokārt nepieciešamais personāls (tā atalgojums un izglītošanas izmaksas). Tāpēc izmeklējumam jābūt tik vienkāršam, lai to varētu veikt apmācīts palīgpersonāls. Arī izmeklējuma ilgumam ir svarīga nozīme, jo tas ietekmēs nepieciešamo cilvēku skaitu.
- 2) Rezultātu izvērtēšanā nav jāiesaista eksperti. Tādēļ vienīgā iespēja nodrošināt skaidru un nemainīgu skrīningmetožu rezultātu kvalitāti ir mērījumu automātiska izvērtēšana pēc binārās sistēmas (+ vai -).
- 3) Skrīningprogrammās izmantotā testa jutībai un specifiskumam jābūt pietiekami augstam. Taču minimālās prasības ir grūti noteikt. Testa jutība ņem vērā galvenokārt ētiskos aspektus (nepalaist garām nevienu bērnu ar dzirdes traucējumiem), bet specifiskums lielā mērā nosaka programmas kopējās izmaksas. Ja testa specifiskums ir 95%, tad tas nozīmē, ka 5% bērnu ar pietiekamu dzirdes spēju skrīningdiagnostiski konstatēs dzirdes traucējumu. Pieņemot, ka 0,1% no visiem jaundzimušajiem ir ārstējams dzirdes traucējums, iznāk, ka uz katru bērnu ar reālu dzirdes traucējumu būs 50 bērni ar normālu dzirdi, kuriem pēc skrīningprogrammas datiem būs jāveic detalizēta dzirdes diagnostika. Bez izmaksām vērā jāņem arī tas, kādu iespaidu pozitīva skrīninga



atbilde (respektīvi, varbūtēju dzirdes traucējumu diagnoze un turpmākā izmeklēšana) atstās uz vecākiem.

Jutību un specifiskumu nevar bezgalīgi paaugstināt vienlaicīgi. Tāpēc ir jāizšķiras par saprātīgu kompromisu starp ētiskām un materiālām vērtībām (Giebel A., Redeman E. 1993).

#### 4.2.1.8. Skrīninga metožu praktiskā realizācija

Pēdējos gados ir attīstītas tehniskas sistēmas, kuras atbilst vairākām prasībām, kas ļauj, lai tās varētu lietot skrīningprogrammās. Šo sistēmu pamatpazīme ir izmērīto signālu signālstatistiskā analīze (Robbins A. 1998). Ar to saprotam, ka matemātiski katrreiz tiek aprēķināta kļūdas iespējamība tam, vai mērītais signāls tiešām nāk no dzirdes kanāla atbilstošajiem avotiem. Šos aprēķinus nevar bezgalīgi uzlabot, jo mērīšanas laiks ir ierobežots. Tipiskiem aparātiem, kuri izmanto signālstatistiskos paņēmienus, kļūdas iespējamība ir 0,1% (Giebel A., Redeman E. 1993)

Ar dažiem aparātiem akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanai, ir veikti daudzi ticamības un atbilstības pētījumi, kuri pierāda augstu validitāti, nosakot jaundzimušo dzirdes traucējumus, kas ietekmē valodas attīstību (jutība ap 99,5%, specifiskums – 98-99%). Šīs metodes būtiskākais trūkums ir nepieciešamība izmeklējuma laikā pie galvas ādas piestiprināt elektrodus. Neskatoties uz izmeklējuma īslaicīgumu (5-10 min), vecākiem un personālam tas šķiet nepieņemami garš (Robbins A., Kirk K. 1996). Tāpēc plašām skrīningprogrammām ir nepieciešamas alternatīvas metodes. Šobrīd jau ir aparāti, kuros elektrodi ir savienoti ar austiņām akustiskajam kairinātājam un nav atsevišķi jāpiestiprina.

Skrīningizmeklējumiem ar otoakustisko emisiju palīdzību ir nepieciešams iestiprināt tikai mazu zondi ārējā dzirdes kanālā. Pašreiz jau ir aparāti, kuri tālāko procesu organizē automātiski. Mērīšanas ilgums vēl vairāk, nekā mērot smadzeņu stumbra potenciālus, ir atkarīgs no individuālām un lokālām pazīmēm, toties ilgst

atsevišķos gadījumos tikai dažas sekundes. Pētījumos pierādīts, ka arī šīs metodes jutība ir virs 99% (Giebel A. 1997). Specifiskums ir atkarīgs no vieglu dzirdes traucējumu izplatības izmeklējamā grupā, jo emisiju reģistrēšana ir apgrūtināta jau vieglu skaņas vadīšanas traucējumu gadījumos. Tādēļ vecumā no 3 dienām līdz 4 nedēļām specifiskums ir visaugstākais (96-98%), bet tas samazinās, pieaugot Eistahija kanāla funkcionālo traucējumu biežumam (ap 90% 6 mēnešu vecumā) (Lenarz Th. 1997, 1998).

#### **4.2.1.9. Audiometriskās izmeklēšanas taktika un stratēģija no attīstības rehabilitācijas viedokļa**

Pamatojoties uz strauji augošajām tehniskajām iespējām, šodien visā pasaulē rodam jaunus ieteikumus dzirdes traucējumu agrīnai diagnostikai. Ir jūtama viennozīmīga tendence palielināt dzirdes aparātu lietošanas indikācijas. Par optimālo laiku pirmajam dzirdes skrīningam tiek atzītas pirmās dzīves dienas un nedēļas. Eiropas Neonatālā dzirdes skrīninga asociācija par savu mērķi izvirzījusi ne tikai skrīningdiagnostiku riska grupās, bet arī visaptverošu skrīningprogrammu visiem zīdaiņiem (Campbell K. B., Bartoli E. A. 1986).

Pašreiz nav vispāratzītu ieteikumu dzirdes traucējumu agrīnas diagnostikas organizēšanai, un katrā valstī tas tiek organizēts citādi (Papousek M. 1989). Bet mūsu rīcībā neapšaubāmi ir metodes efektīvām skrīningprogrammām, droša diagnostika un iedarbīga terapija. Galvenais uzdevums šodien ir radīt nepieciešamos politiskos priekšnoteikumus un infrastruktūru, lai agrīno diagnostiku varētu plaši ieviest praksē (Ayres J. 1992).

Veicot bērnu audiometrisko izmeklēšanu, īpaša nozīme ir bērnu uzvedības izpratnei, respektīvi, zināšanām bērnu etoloģijā. Šīs zināšanas iespaido subjektīvo dzirdes izmeklējumu precizitāti, kā arī dzirdes problēmas konstatēšanas gadījumos palīdz sekmīgi veikt bērna attīstības rehabilitāciju (Cacace A. 1980). Tā kā bērnu etoloģisko problēmu apzināšana un bērnu attīstības rehabilitācija ir Sociālās pediatrijas centra pamatuzdevums, veiksmīgai bērnu audiometriskai izmeklēšanai, kā

arī diagnosticētās dzirdes problemātikas risināšanai ir lietderīgas sociālās pediatrijas metodes pielietojums (Claussen W. 1980).

Lai izvērtētu bērnu dzirdes funkciju, jāpatur prātā 3 aspekti:

- sadzirdēšana, īpaši pirmajos bērna dzīves gados, liecina par bērna attīstību;
- bērnu ar dzirdes traucējumiem nedrīkst uztvert kā miniatūru pieaugušo ar dzirdes traucējumiem;
- veiktajai bērnu audiometriskajai izmeklēšanai jāatbilst bērna vispārīgajai attīstībai.

Izšķir subjektīvās un objektīvās dzirdes pārbaudes metodes. Metodes subjektīvismu nosaka pacienta sadarbība ar izmeklētāju un šīs sadarbības rezultātu interpretējums (Klinks R. 1972). Izmeklētāja iespējas sadarboties ar jaundzimušiem, zīdaiņiem un bērniem, kā arī mentāli retardētu bērnu sadarbības ar izmeklētāju iespējas ir ierobežotas, kā rezultātā subjektīvās dzirdes traucējumu noteikšanas metodes ne vienmēr ir pietiekoši informatīvas, lai, precizējot saglabāto dzirdi, nodrošinātu bērnus ar atbilstošiem dzirdes aparātiem un uzsāktu atveseļošanu (Böhme G., Welzl M. 1993).

Iepējamās dzirdes diagnostikas metodes var iedalīt un to izvēli veikt

- pēc mērķa;
- pēc faktiskā kalendārā vecuma atbilstības bērna attīstības vecumam;
- pēc kairinātāju veida (skaņas audiometrija un vaļodas audiometrija);
- pēc kairinātāja stipruma attiecībā pret dzirdes sliekšni (dzirdes sliekšņa un virssliekšņa audiometrija);
- pēc bērna līdzdarbošanās nepieciešamības.

Pediatriskajā audiometrijā izšķir 2 līmeņus:

1. skrīningmetodes, kuru mērķis ir bināra diagnoze, respektīvi, varbūtēju dzirdes traucējumu konstatēšana; šī līmeņa galvenā nozīme ir agrīnā iespējamu dzirdes traucējumu diagnostikā;
2. apstiprinošās (diferencējošās) diagnostiskās metodes, kuru mērķis ir noteikt traucējumu pakāpi, vietu un veidu, noskaidrot etioloģiju, identificēt saglabāto funkciju apjomu, izvērtēt prognozi, terapijas indikācijas un iespējas.

Jau pēc bērna piedzimšanas praktiski ir iespējams individuāli lietot ehoskrīningaudiometriju, kā arī refleksaudiometriju, kuras pēc savas būtības ir skrīningizmeklējumi un var tikt veikti ārpus klīniskajiem centriem. Turpretī uzvedības audiometrija ir iespējama tikai no sešu mēnešu vecuma, bet spēļu audiometrija - tikai sākot ar 2 dzīvības gada beigām (Jewett D. C., Williston J. S. 1971).

Atkarībā no situācijas un izmeklēšanas apjoma diagnosticēšanu var veikt ambulatori vai stacionārā.

Ja bērna izmeklēšana ar izraudzīto metodi ir problemātiska, izmeklēšana jāatkārto, ja iespējams, ar metodi, kas domāta jaunāka vecuma bērniem. Ja izmeklēšanas rezultāts nepārprotami norāda uz dzirdes traucējumu esamību, tad jālieto objektīvās metodes (Mann K., Meyer-Wahl J. 1986).

#### **4.2.2. Subjektīvās izmeklēšanas metodes**

Par subjektīvām tiek uzskatītas dzirdes izmeklēšanas metodes, kurās pacientam aktīvi jāsarbojas ar audiometristu, to informējot par savām izjūtām. Šāda veida izmeklējumos pacientam ir iespēja zināmā mērā ietekmēt rezultātus vai pat manipulēt ar tiem. Grūtības pieaug, strādājot ar pacientiem, kuri nevēlas vai nespēj sadarboties, piemēram, jaundzimušajiem, zīdaiņiem, mazbērniem, garīgi atpalikušajiem un simulantiem, respektīvi, dissimulantiem (Sand T., Sulg I. 1984).

### 4.2.2.1. Refleksaudiometrija

Refleksaudiometrijas pamatā ir šādi jaundzimušo refleksi (Yamada O., Yagi T., Yamane H., Suzuki J. 1975), kurus izraisa akustiskie kairinātāji ar stiprumu virs 70 dB:

- Moro reflekss, kurš pazūd 3. mēneša beigās,
- auropalpebrālais reflekss, kurš nav atkarīgs no vecuma;
- elpošanas reflekss: novēro padziļinātu elpošanu ar elpas aizturi, citiem vārdiem – aizkavētu izelpu;
- pārsteiguma reflekss; izraisot akustisku pārsteiguma refleksu, var panākt, ka jaundzimušais vai zīdains pārstāj raudāt.

Izmeklējot brīvajā skaņas laukā ar 70–90 dB skaņas kairinājumiem, iespējams panākt reflektoru atbildes reakciju bērniem, kuriem nav dzirdes traucējumu. Jāņem vērā tas, ka zīdaiņa atbildes reakciju uz šādu izmeklēšanu ietekmē, vai bērns ir paēdis un možs (Wilson M., Dobie R. 1987). Vēlamais izmeklēšanas laiks ir pusstundu pēc ēšanas. Šajā laikā ir optimāla atbildes reakcija uz akustiskiem kairinājumiem. Nav ieteicama pārbaude izsalkušam vai miegainam bērnam, kā arī uzreiz pēc zīdīšanas vai raudāšanas. Lai interpretētu pārbaudes rezultātus, jāpārbauda vairāki refleksi. Par pozitīvu var izvērtēt atbildi, kurā nešaubīgi tiek konstatēti vairāki atbildes refleksi. Tā kā refleksi tiek izraisīti, ja skaņas amplitūda ir virs 70 dB, secinājumus ierobežo šis sliekšnis un iegūtie refleksi vēl nav pietiekams pierādījums, ka bērna dzirde atbilst normai (Stöhr M., Dichgans J., Diener H., Buettner U. 1989).

### 4.2.2.2. Uzvedības audiometrija

Ja bērns audiometriskajā izmeklēšanā nav gatavs aktīvai līdzdarbībai, tiek vērota bērna uzvedība akustisku kairinājumu laikā. Šī metode lietojama bērniem vecumā no 6 līdz 36 mēnešiem (Stockard J. J., Stockard J. E., Sharbrough F. W. 1980).

Veicot uzvedības audiometriju, jāņem vērā šādi aspekti, kuri ietekmē izmeklēšanas rezultātus:

- bērna attīstības vecums un funkcionālās iespējas pagriezt galvu;
- lokalizācijas problēmas;
- kairinātāja intensitāte un frekvence;
- auditīvais sāpju sliekšnis, kuru nedrīkst pārsniegt; bērniem ar dzirdes traucējumiem auditīvais sāpju sliekšnis var būt pazemināts;
- izmeklēšanas laiks, kurš ir ierobežots, jo zīdaiņu un mazu bērnu uzmanības koncentrēšanas iespējas ir ierobežotas; atkārtotot izmeklēšanu, liela nozīme ir bērna uzvedības īpatnībām;
- sedatīvo līdzekļu un antikonvulsantu lietošana ietekmē izmeklēšanas rezultātus un var radīt kļūdainus secinājumus;
- izmeklējuma kairinājums korelē ar traucējošu cita rakstura kairinājumu;
- telpai, kurā notiek izmeklēšana, jābūt klusai un bez vizuāliem, vibrācijas un kustību kairinātājiem bērna redzes laukā; lai veiktu precīzus izmeklējumus brīvā skaņas laukā, pieļaujamā trokšņu amplitūda nedrīkst pārsniegt 30 dB;
- pavadošajai personai jābūt informētai par prasībām pret audiometrisko izmeklēšanu bērniem (pacietību un nereaģēšanu uz akustiskajiem signāliem).

#### **4.2.2.3. Brīvā lauka audiometrija (uzvedības audiometrija ar vizuālo pastiprinājumu)**

Šī metodika izmantojama 4 līdz 36 mēnešus veciem bērniem.

Būtiskākais aspekts, kas raksturo šo izmeklēšanas metodi, ir tas, ka akustiskā kairinātāja izraisītu atbildes reakciju, piemēram, galvas kustību kairinātāja virzienā, pastiprina tam sekojošs no tās pašas puses nākošs optisks kairinātājs, kurš attiecīgā vecuma bērniem ir stiprāks par dzirdes kairinātāju (Starr A., Ainslie R., Martin W., Sanders S. 1977).

Vieglas un vidēji smagas pakāpes dzirdes traucējumu gadījumā ar vizuālo pastiprinājumu var panākt kvantitatīvi labāku dzirdes traucējumu noteikšanu (Robinson K., Rudge P. 1981).

Šī testa metodika ir šāda: bērns un persona, kas viņu pavada, apsēžas pret audiometra vidū. Bērnu jāapsēdina uz augumam atbilstoša krēsla pie atbilstoša galda. Labajā un kreisajā pusē no bērna acu augstumā, izvietoti skaļruņi un gaismas signāls (spuldzīte vai ekrāns). Uzsākot izmeklēšanu, bērna uzmanību mobilizē ar 5–6 virssliekšņa kairinātājiem, kuri par 30–40 dB pārsniedz sagaidāmo dzirdes sliekšni. Vienu sekundi pēc katra toņa seko dažu sekundes ilgs optisks kairinājums tanī pašā pusē, kur akustiskais kairinātājs, piemēram, bērna vecumam atbilstošs attēls. Bērns ievēro, ka tonis „piesaka” attēlu un tiklīdz izdzird akustisko kairinātāju, atbilstošajā pusē meklē attēla parādīšanos. Samazinot skaņas stiprumu, tiek pārbaudīta bērna reakcija uz vairākām frekvencēm (0,5; 1; 2 un 4 kHz) un tiek noteikts dzirdes sliekšnis. Asimetrisku dzirdes traucējumu gadījumā iegūtos rezultātus tomēr nevar precīzi interpretēt (Pratt H., Ben-David Y., Peled R., Podoshin L., Scharf B. 1981).

#### 4.2.2.4. Spēļu audiometrija

Šinī metodē dzirdes sliekšņa noteikšanai tiek izmantoti spēles elementi. Dzirde tiek noteikta, izmantojot austiņas un nosakot katrai ausij skaņas gaisa vadāmību un kaulvadāmību (Chu N. 1985).

Šai gadījumā metodes pamatprincips saistīts ar bērna iesaistīšanu rotaļā. Bērniem bez mentālās attīstības aiztures spēļu audiometriju lietderīgi izmantot, sākot ar otrā dzīvības gada beigām. Priekšnoteikums sekmīgai metodes lietošanai ir bērna vecumam atbilstošas spēles izvēle – piemēram, klucīši, statīvs ar atbilstošiem cilindriem u.c.

Spēļu audiometrija iespējama tikai gadījumos, ja sagaidāma bērna aktīva sadarbība ar audiometristu. Strādājot ar mentāli retardētiem bērniem, nepieciešama attīstības vecuma noteikšana. Bieži nepieciešama atkārtota izmeklēšana, kuras veikšanai nereti ir lietderīga bērnu un vecāku stacionēšana.

Bērns tiek trenēts uz akustisko kairinājumu atbildēt ar aktīvu spēles darbību. Izmeklējumu kvalitāti nosaka bērna motivētība audiometrista piedāvātajai spēlei un paša audiometrista spēja interpretēt iegūtos rezultātus.

Metodiskā puse ietver aktīvu bērna iesaisti spēlē. Bērnam tiek dots akustisks kairinājums, izmantojot ausiņas un nosakot dzirdes sliekšni ar skaņas gaisvadāmības un kaulvadāmību palīdzību. Ikreiz, kad bērns izdzird akustisko signālu, viņš veic noteiktu spēles elementu. Izmeklēšanas gaitā bērns soli pa solim īsteno spēlē ietvertu saturu, kas ir papildu motivējošais faktors (Douek E., Gibson W., Humphreis K. 1973, Frank E. 1986).

Izšķir 3 bērna iesaisti spēļu audiometrijas veikšanā variantus:

1. Tiklīdz bērns izdzird skaņu, viņš to apliecina, veicot noteiktu spēles kustību. Šis paņēmieni ieteicams strādājot ar 3–5 gadus veciem bērniem, kam ir vieglas pakāpes dzirdes traucējumi ar vecumam atbilstošu intelektu.
- Tiklīdz bērns vairs nedzird akustisko kairinātāju, viņš to apliecina, veicot noteiktu spēles kustību. Arī šī metode iesakāma strādājot ar 3–5 gadus veciem bērniem ar vieglas pakāpes dzirdes traucējumiem, īpaši gadījumos, kad, strādājot ar pirmo iesaistes variantu, bērns demonstrē nepārliciecināmas atbildes reakcijas, jo šis variants nodrošina labākas kontroles iespējas.
- Bērns izdzirdot skaņu, rotaļlietu paceļ, bet, skaņu vairs nesaklausot, noliek. Šādi izmeklējot, tiek iegūta papildu informācija. Šo variantu iesaka izmantot, strādājot ar bērniem, kuriem ir vidējas un smagas pakāpes vājdzirdība.

Strādājot ar spēļu audiometrijas metodi, jāņem vērā šādi papildus nosacījumi, kas būtiski iespaido iegūtos rezultātus:

- spēle risinās precīzi definētu soļu (secīgu gājieni vai darbību) veidā;
- bērns nedrīkst ar spēli tā aizrauties, ka nedzird saņemtos akustiskos kairinājumus (vai aizmirst par tiem);
- bērns jānorobežo no traucējošiem kairinātājiem izmeklēšanas telpā.



#### 4.2.2.5. Toņaudiometrija

Tā ir bērna dzirdes pārbaude bez spēles lietošanas, izmantojot ausiņas un pārbaudot gaisvadāmību un kaulvadāmību. Šī metode kas ir iespējama aptuveni 4. dzīves gada beigās bērniem ar vecumam atbilstoši attīstītu intelektu un komunikācijas spējām. Šī metode lietojama arī vecākiem bērniem ar dzirdes traucējumiem, kas kombinējas ar citiem nevērības vai nespējas veidiem (ja vien šie bērni vispār akceptē izmeklēšanas metodiku), lai precizētu diagnozi, atveseļošanas prognozi un taktiku (Krumholz A., Felix J., Goldstein P., McKenzie 1985).

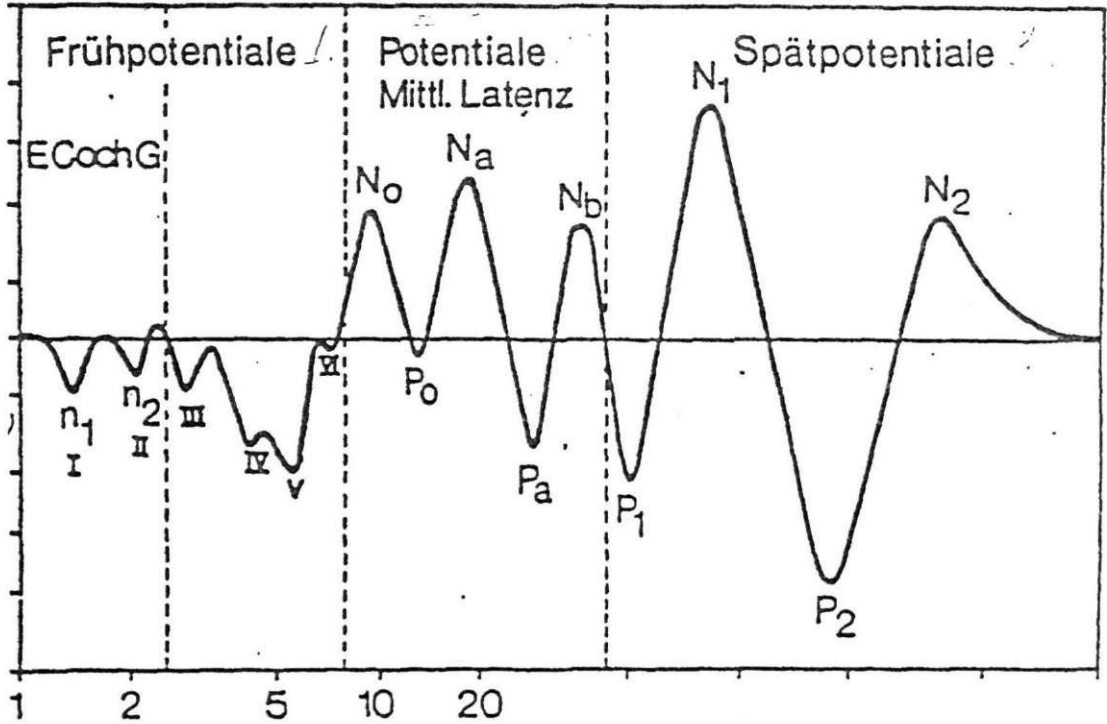
### 4.2.3. Objektīvās izmeklēšanas metodes

Veicot objektīvās dzirdes izmeklēšanas metodes, nav nepieciešama tieša pacienta līdzdarbība. Nepieciešams saņemt izmeklējamās personas vai par izmeklēšanu atbildīgās personas atļauju izmeklēšanas veikšanai, kā arī sedatīvo līdzekļu, miegazāļu un narkotisko vielu lietošanai, miera stāvokļa saglabāšanai uz ilgāku laiku, ausiņu un elektrodu izmantošanai u.c. (Maurer K., Leitner H., Schäfer E., Aziz A. 1979).

#### 4.2.3.1. Akustiski ierosinātie smadzeņu potenciāli (AEP), to klasifikācija, definīcija un lietojuma sfēra

Ar akustiski ierosinātiem smadzeņu potenciāliem tiek saprasts elektriskais fenomens, ko varam reģistrēt. 1890. gadā C.Beks un D.Fleišls ar galvanometra palīdzību atsegtās smadzenēs atklāja stingri sakārtotus 0,1 mV potenciālus, kas rodas akustiska kairinājuma rezultātā. Neilgi pēc E.Bergera atklātās encefalogrāfijas metodikas 1929.-1930.gadā F.Kornmillers (1933), P. A. Deiviss (1939) un H. Deiviss (1939) aprakstīja cilvēka ādas potenciālus, kuri radās pēc skaņas

kairinājuma. Izmantojot tehnikas sasniegumus, G. Davsonam (1951, 1954) izdevās šos potenciālus izpētīt detalizētāk. Turpmāko stimulu pētījumiem šajā virzienā deva skaitļošanas tehnikas tālākā attīstība. 1978. gadā A.Piktons un B.Smits klasificēja akustiski ierosinātos potenciālus agrīnā, vidēja kavējuma un vēlā kavējuma atbildē un attēloja grafiski logaritmskajā laika mērogā (sk. 7. attēlu).



7. attēls. Akustiski ierosinātā potenciāla diagramma (pēc A.Piktona, 1974)

Vienlaikus tālāk attīstījās aparatūra un skaitļošanas tehnika un tika izstrādāta jaudīga aparatūra akustiski ierosināto potenciālu mērīšanai ar plašām lietošanas iespējām.

AEP noteikšana ietver izmeklēšanas tehniku, kas bāzējas uz akustiski ierosinātu elektrisko fenomenu registrāciju. AEP ir tikai viena daļa no plašāka jēdziena "ierosinātie potenciāli" (Maurer K., Leitner H., Schäfer E., Aziz A. 1979).

Atkarībā no stimula laika starp kairinājuma sākumu un atbildes saņemšanu (latences) AEP iedalāmi 3 grupās:

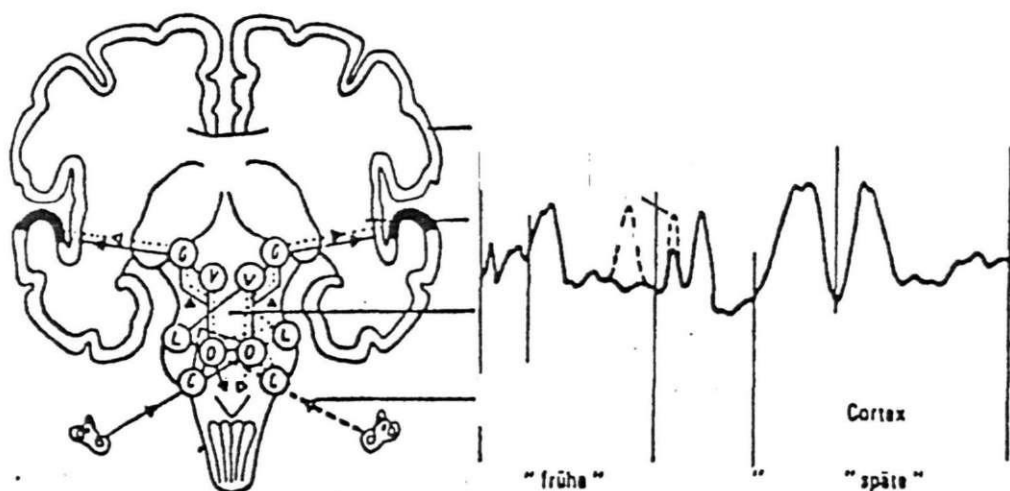
1. agrīni akustiski ierosinātie potenciāli - FAEP (sinonīms - akustiski ierosinātie smadzeņu stumbra potenciāli - AEHP);
2. akustiski ierosinātie potenciāli ar vidēju kavējumu;

3. akustiski ierosinātie potenciāli ar vēlīnu kavējumu.

#### 4.2.3.1.1. Agrīni akustiski ierosinātie potenciāli

Agrīni akustiski ierosinātie potenciāli sniedz datus par dzirdes ceļu no I. neirona līdz primārajai dzirdes garozai (Benninghoff A. 1994). Izvadi sākas ar plakanajiem elektrodiem galvvidū un deniņu apvidū, zemējošie elektrodi novietoti uz pieres. Lai iegūtu galvvidus pozitīvo smadzeņu stumbra atbildi, savienojam galvvidus elektrodu ar pastiprinātāja pozitīvo ieeju un deniņu elektrodu ar pastiprinātāja negatīvo ieeju. Ieraksts tiek veikts laika sprīdī no 10 līdz 20 ms. Par ierosinātāju tiek izmantots klikšķis. Pastiprinātāja filtrs ir jāieregulē uz 150 Hz (augsto frekvenču filtrs) un 3000 Hz (zemo frekvenču filtrs). Kairinātāju secīguma frekvence standartmērījumu robežās ir 10-20 klikšķi, taču, ja ir speciāla jautājuma nostādne, tad to var grozīt. Ja ieejas signāls ir zems un sagaidāmā atbilde atšķiras no EEG, nepieciešami vidēji 2000 stimuli (Boothroyd A. 1995).

10 ms laika sprīdī iegūstam 7 tipiskas viļņu konfigurācijas, kuras saskaņā ar Stokardu (1977) hipotētiski varam iedalīt šādos dzirdes ceļa iecirkņos (8. attēls), I - *nervus cochlearis*; II - *nucleus cochlearis*; III - *nucleus olivaris*; IV - *nucleus lemniscus lateralis*; V - *colliculus inferior*; VI - *corpus geniculatum mediale*; VII - tālām kortikālais dzirdes starojums (Gregory S., Mogford K. 1994) I.



8. attēls. Akustiski ierosinātie smadzeņu potenciāli

Atsevišķu viļņu raksturs, forma, kavējums un amplitūda ir atkarīga no dažādiem faktoriem:

- no pacienta vecuma;
- no kairinājumu intensitātes;
- no tehniskajiem nosacījumiem, aparatūras īpašībām, piemēram, pastiprinātāja, filtriem u.c.

Pēc elektrodu piestiprināšanas jāseko, lai elektrodu pilnā pretestība atbilstu 10 kiloomiem. Spontānais vai medikamentu izraisītais miegs neietekmē FAEP. Sliedzņa noteikšanai zīdaiņiem vai maziem bērniem nav nepieciešama narkoze, taču miera stāvoklis, respektīvi, izmeklēšana miegā bieži ir vēlama, jo iegūstam no uzvedības neatkarīgus rezultātus un netiek ierobežots izmeklēšanas ilgums nemierīgiem bērniem, kad potenciālu ierakstīšanai jānotiek stingri noteiktā piespiedu stāvoklī. Lai veiktu neirootoloģisko diagnosticēšanu, jāpanāk pacienta atbrīvošanās no sasprindzinājuma. Lai izvairītos no muskuļu darbības ietekmes, nemierīgiem pacientam ir jāievada nomierinoši līdzekļi (Kretschmann H. 1991).

FAEP izmantojama dzirdes sliedzņa noteikšanai pacientiem, kuri nevar vai negrib sadarboties, piemēram, jaundzimušajiem, zīdaiņiem, mazbērniem un pacientiem alkohola reibumā, kā arī sensoneirālo dzirdes traucējumu diferenciāldiagnosticēšanai CNS patoloģijas dēļ (Picton T., Hillyard S. 1974).

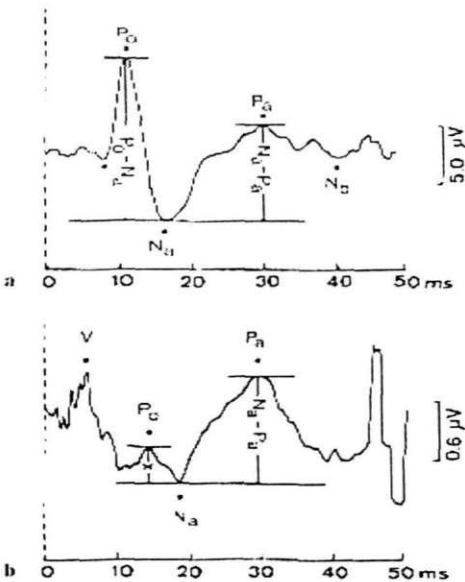
FAEP noteikšana pieaugušajiem parasti iespējama bez nomierinošu līdzekļu lietošanas, taču nemierīgiem pacientiem jāievada preparāti muskuļu potenciāla un stāvokļa ietekmes atslēgšanai. Bērniem FAEP mērījumi daļēji izdodas bez preparātu lietošanas, šeit nepieciešama labi sastrādājusies izmeklēšanas brigāde un personāla sadarbība. Pieredze liecina, ka bieži pietiek ar spontāno miegu, piemēram, bieži vien tas novērojams zīdaiņiem, taču miega dziļums mēdz būt dažāds un daudzi bērni pamostas, kad viņiem uzliek elektrodus vai austiņas. Nomierinošās iedarbības saglabāšanās līdz izmeklēšanas beigām ir nepieciešams un vajadzīgs priekšnoteikums drošu izmeklēšanas rezultātu iegūšanai (Rosenhall U., Björkman G., Pedersen K., Kall A. 1985). Vidēja kavējuma potenciālu noteikšanai jāievēro līdzīgi priekšnoteikumi.

Bērniem izrādījās pietiekošs Rectiolen ar diazepāmu, kas deva labu nomierinošu efektu. Zīdaiņu un mazbērnu (līdz divu gadu vecumam) iemidzināšanai var izmantot Chloralhydrat-Rectiolen<sup>R</sup> (Uttenweiler V. 1982), turklāt miegs ilgst apmēram 45-60 minūtes. Nepieciešamo devu tabula injekcijām muskulī atrodama K.Bašeka un G.Šteinerta grāmatā (1984).

#### 4.2.3.1.2. Akustiski ierosinātie potenciāli ar vidēju kavējumu

Pēc akustiskās stimulācijas 8-60 ms ilgā laika sprīdī novēro izraisītos potenciālus ar vidēju kavējumu (*middle latency potentials* - MLP, *middle latency responses* - MLR). Tie veidojas no miogenās reflektorās atbildes (postaurikulārais reflekss, temporālais reflekss) un neirogēnās atbildes (krustotā akustiskā atbilde – CAR) (Stockard J. J., Stockard J. E., Sharbrough F. W. 1978).

Varam iegūt šādu raksturīgu viļņu formu attēlojumu (9. att.):  $N_0$  pie apm. 3-10 ms;  $P_0$  pie apm. 14-22 ms;  $N_a$  pie apm. 16-26 ms;  $P_a$  pie apm. 30-42 ms;  $N_b$  pie apm. 40-55 ms.



9. attēls Postaurikulārā refleksa variablā izpausme:

- a - stiprās refleksa atbildes  $P_0/N_a$ ;
- b - vājās refleksa atbildes  $P_0/N_a$

MLP metode izmantojama audiometrijā dzirdes sliekšņa noteikšanai, ja reflekss atrodas tuvu psihoakustiskajam sliekšnim, diferenciālā diagnostikā, noskaidrojot skaņas vadāmības un iekšējās auss traucējumus, kā arī smadzeņu

stumbra bojājumu neirootoloģiskajā diagnosticēšanā, piemēram, demielinizējošo nervu sistēmas slimību gadījumos (Boothroyd A. 1985).

#### 4.2.3.1.3. Akustiski ierosinātie potenciāli ar vēlīnu kavējumu

Par AEP ar vēlīnu kavējumu (vai garozas lēno atbildi, smadzeņu garozas potenciāliem) tiek dēvēti potenciāli ar ilgumu virs 50 ms (Eggermont J., Don M. 1986).

Akustiski ierosinātie potenciāli ar vēlīnu kavējumu ir ļoti mainīgi pēc rakstura un formas. Tie lietojami sliekšņa noteikšanai pacientiem, kuri nevar vai nevēlas sadarboties, piemēram, bērniem ar psihogēniem dzirdes traucējumiem (Odreitz H. 1988).

Īpaša šo potenciālu forma ir tā saucamie kognitīvie ierosinātie potenciāli. Pacients dzird 2 fiksētus toņus ar dažādu frekvenci, turklāt viens kairinājums ir biežāks citi retāk, (t.i., negaidīti). Izmeklēšanai nepieciešama divkanālu aparatūra. Vienā kanālā tiek reģistrētas biežās, bet otrā kanālā - retās atbildes, turklāt raksturīgais potenciāls  $P_3$  tiek iegūts 300-400 ms pēc stimulēšanas. Šā potenciāla kavējums un amplitūda ir atkarīga no cerebrālā novecošanas procesa. AEP ar vēlīnu kavējumu var noteikt tikai pacientam, kas ir nomodā, jo dažādas miega stadijas jūtami ietekmē rezultātus, kurus pēc tam nepieciešams interpretācijas gaitā salīdzināt ar normālajām vērtībām. Vislabākie rezultāti iegūstami gadījumā, kad pacients aktīvi klausās un skaita līdzī (Prekop J., Schweitzer Ch. 1993).

Kognitīvie ierosinātie potenciāli izmantojami diferenciāldiagnozei un bojājuma lokalizēšanai dzirdes ceļu ievainojuma gadījumā, kā arī kognitīvās sistēmas bojājumu noskaidrošanai (Olphen A., van Rodenburg M., Verwey C. 1978).

Pacientu sagatavošana testu veikšanai ietver vairākas darbības. Dažu testu realizācijai nepieciešams, lai pacients nekustētos. Transtimpanālajai elektrokohleogrāfijai gandrīz vienmēr nepieciešama narkoze. Transmeatāla ECochG pieaugušajiem izdodas bez nomierinošo preparātu lietošanas, bet bērnu izmeklēšana

jāveic fizioloģiska vai farmakoloģiski ierosināta miega apstākļos (Pikton T., Hillyard S., Krausz H., Galambos R. 1974).

Reģistrēšana notiek vienā vai divos kanālos atkarībā no aparatūras, kanālu tehniskā iekārtojuma un atmiņas apjoma. Potenciāls ir jāizvada tiklab ipsilaterāli, t.i., akustiski kairinātās auss pusē, kā arī kontralaterāli, t.i., akustiski kairinātajai ausij pretējā pusē. Pēdējā gadījumā visi viļņi parādās ar reducētu amplitūdu, kas ir nedaudz nobīdīta kavējuma dēļ. Šo fenomenu, kuram ir nozīme arī smadzeņu stumbra procesu diferencāldiagnostikā, vislabāk reģistrēt divos kanālos. Šādā gadījumā pirmais kanāls fiksē ipsilaterālo signālu, bet otrais kanāls - kontralaterālo signālu (Schmid-Giovannini S. 1985).

### 1. Agrīni akustiski ierosinātie potenciāli

Dzirdes viļņu noteikšana: izmeklēšanu iesāk ar skaņas intensitāti 70 dB, normālā gadījumā uz to gaidāma nepārprotama atbilde. Atkarībā no reakcijas rezultāta mērījumu atkārto vai arī samazina intensitāti par 10-20 dB. Kā jau iepriekš aprakstīts, atsevišķu viļņu līniju parādīšanās (I-V) ir atkarīga no skaņas intensitātes. Vāja kairinājuma gadījumā ir garantēta tikai V viļņa iegūšana. Intensitāte jāreducē tik ilgi, kamēr V vilnis vairs neparādās. Slietšķņa tuvumā amplitūdas vēl ir tik niecīgas, ka nepieciešami atkārtoti mērījumi ar pietiekošu intensitāti. Ja pēc atkārtotiem mērījumiem ar 70 dB intensitāti atbilde joprojām ir negatīva, jāpaaugstina skaņas intensitāte. Tas jāveic 10 decibelu soļos, kamēr tiek iegūta tipiska atbilde un jāturpina līdz maksimālajai intensitātei (atkarībā no aparatūras 100-105 dB HL). Arī šeit nepieciešami atkārtoti mērījumi, līdz tiek iegūts identisks rezultāts. Pretējā gadījumā pastāv iespēja identificēt ķermeņa stāvokļa ietekmi kā dzirdes reakciju. Novērtējums: kavējuma laiku no V viļņa izmēra un ieraksta tabulā. Katrai skaņas intensitātes. Grafiskam attēlojumam piemērota reģistrēšana kādā shēmā.

Neurootoloģiskā diagnostikai: diferencāldiagnostikai un topodiagnostikai sensorneirālo dzirdes traucējumu gadījumā un smadzeņu stumbra procesu noskaidrošanai izmantojama ipsi-laterālie un kontralaterālie FAEP ieraksti. Skaņas intensitāte - 60 dB. Uz šādu intensitāti norāda lielākā daļa datu, ko atspoguļo

redzami I-V viļņos. Arī šeit jāveic atkārtoti pētījumi, īpaši gadījumos, kad parādās lielas atšķirības salīdzinājumā ar gaidīto signālu. Novērtējums: līkne jāattēlo iespējami lielākā mērogā, lai kļūtu skaidri redzama I-V viļņu konfigurācija. Pēc tam iespējams identificēt atsevišķus viļņus un pēc tiem noteikt kavējuma ilgumu un amplitūdu. Mērījumu rezultātu izrakstīšana tabulā atsevišķi labajai un kreisajai ausij atvieglo salīdzināšanu starp abām pusēm un kavējumu iekšējo smaiļu noteikšanu I-III, I-V un III-V intervālā.

## 2. Akustiski ierosinātie potenciāli ar vidēju kavējumu.

Kā jau iepriekš aprakstīts, potenciāli ar vidēju kavējumu izmantojami dzirdes sliedzīgas noteikšanai. Šīs frekvences specifiskums ir tas, ka ar tiem var veikt izmeklēšanu zemo toņu spektrā, kur neder FAEP. Viļņu noteikšana tiek uzsākta līdzīgi kā I. punktā aprakstīts. Sensorneirālo dzirdes traucējumu un smadzeņu stumbra procesu diferenciāldiagnostikai izmantojami 60 dB skaņas kairinājumi. Novērtējums: iespējams novērtēt atsevišķu viļņu konfigurāciju ( $N_0, P_0, N_a, P_a, P_b$ ) un to kavējumu, respektīvi, arī amplitūdas.

## 3. Akustiski ierosinātie potenciāli ar vēlīnu kavējumu

Sliedzīga noteikšanai ievada skaņas signālu pārbaudāmajā frekvenču spektrā, sākot ar virssliedzīga intensitāti un samazinot to katru reizi par 10-20 dB, līdz tiek sasniegts dzirdes sliedzīgums. Dzirdes sliedzīga apvidū ir neapšaubāms atsevišķu viļņu kavējumu pagarinājums. Attiecībā uz klikšķa izmantošanu nav iespējams apgalvot, ka pastāv kāds pārbaudīts frekvenču apgabals. Novērtējums: identificēšana ar gaidāmo viļņu konfigurāciju ( $P_1, N_1, P_2, N_2, P_3$ ) un kavējuma laika un amplitūdas mērīšana.

## Kļūdas iespējamība.

AEP izmeklēšana nozīmē augstas prasības tehniskajam (elektroniskajam) nodrošinājumam un pētnieka kvalifikācijai, ilgu izmeklēšanu un pieredzi rezultātu novērtēšanā. Tomēr pastāv iespēja, ka, neraugoties uz nevainojamu mēraparatūru, tiek pieļauta kļūda.

Cēloņi, kas atkarīgi no aparatūras.

### 1. Nepareiza ieregulēšana.



Kā iepriekš norādīts, gaidāmo AEP signālu ietekmē pastiprinātājs, kā arī kairinātāja un kairinātāja secīguma frekvence. Pārregulēšana ilgāka mērījumu gaitā nedod salīdzināmus rezultātus.

2. Nejauša datu izdzišana.

3. Nevērīgs pieraksts, respektīvi, dokumentācija nav pietiekami identificēta; īpaši tas attiecas uz manuālo pierakstu, jo vēlāk nav iespējams to atkal sakārtot.

No pacienta atkarīgie cēloņi.

1. Nemierīgums un ar to saistītā stāvokļa maiņa, kas dod salīdzināšanai slikti izmantojamu līkni.

2. Kļūdains vai paviršs elektrodu novietojums.

3. Galvas austiņu neizdevīga novietojuma vai to stāvokļa izmaiņas akustiskais kairinājums var nerasniegt ausi ar ieregulēto intensitāti.

Novērtējuma izraisītās kļūdas.

1. Kļūdaina viļņu identificēšana, ko izraisījusi signāla nenoteiktība. Mērījumi jāatkārto, veicot tos ar augstāku kairinājuma intensitāti.

2. Stāvokļa ietekme tiek uzskatīta par pozitīvu reakciju.

3. Kļūdainas skalas iedalījums, tādējādi tiek rezultāti sakārtoti nepareizā kavējumu diapazonā (veicot manuālu aparatūras ieregulēšanu).

Novērtēšanas gaitā jāprot novērtēt atšķirība starp smadzeņu stumbra viļņiem un muskuļu potenciāliem (piemēram, sejas nerva kairinājums). Viļņi ar kavējumu virs 6 ms droši vien ir muskuļu potenciāli.

Saistība ar parastajām izmeklēšanas metodēm (E-BERA) ir ieteicams diagnostikas palīg līdzeklis dzirdes ceļu novērtēšanai dažādu dzirdes traucējumu gadījumā.

### 4.3. Dzirdes traucējumu agrīnas diagnostikas nozīme bērnu attīstības un sociālajā rehabilitācijā

Kopš pēdējo desmit gadu laikā rūpes par bērnu veselību, kā arī slimību profilakse ieņēmušas centrālo vietu bērnu aprūpē, sociālā pediatrija ietver 3 pamatsfēras (Sarimski K. 1986, Seifert K. 1982, Ahrbeck B. 1992).

1. Primārā slimības profilakse. Tie visi ir profilaktiskie pasākumi (profilaktiskā imunizācija, higiēnisko iemaņu ieaudzinašana bērnudārzos, skolās, bērnunamos).
2. Sekundārā profilakse. Ar to jāsaprot agrīna slēptu vai acīmredzamu patoloģiju atklāšana skrīninga testos, profilaktiskajās apskatēs u.c.
3. Terciārā profilakse. Tā ir attīstības rehabilitācija, lai novērstu iedzimtus vai agrīni iegūtus attīstības traucējumus ar agrīnas ārstēšanas metodēm, kā arī lai mazinātu terapeitiskās un psihosociālās problēmas.

#### 4.3.1. Attīstības rehabilitācija

Lai precīzāk formulētu šo jēdzienu, “attīstības rehabilitācijas” vietā būtu lietojams termins “attīstības nostiprināšana”, jo agrīnā bērnu vecumā visas funkcionālās sistēmas (tās, kas pieaugušajiem jau prasa atjaunošanu) tikai sāk attīstīties. Taču, neraugoties uz šiem iebildumiem, minētais jēdziens tiek lietots apzināti, jo rehabilitācija - tas ir starptautisks jēdziens, kas ietver garantētu palīdzību. Un, savienojot divus šādus tipiski bioloģiskus fenomenus kā “attīstība” un “rehabilitācija”, tiek radīta jauna metode, kā sniegt palīdzību bērnu vecumā (Castillo-Morales R. 1978; Papousek M., Hofacker N. 1994).

Saskaņā ar formulējumu, attīstības rehabilitācijā tiek izmantotas bērna augstās adaptācijas spējas dažādos agrīnās attīstības posmos, lai bērni ar iedzimtiem vai agrīni iegūtiem traucējumiem vai patoloģijām nākotnē iespēju robežās nekļūtu invalīdi (lai patoloģija neradītu nevarību vai invaliditāti) (Ayres J. 1979; Böhler D. 1992).

### 4.3.2. Socioze kā sociāla slimība un vecāku loma tās profilaksē

Sociozes galvenie simptomi ir agresija, provokācijas apātija un sociālā deprivācija. Sociozes pirmstadiju savukārt raksturo neadekvāts bailīgums un patoloģisks distances trūkums (Claussen W. 1989). Centrālais punkts sociālpediatrijas attīstības rehabilitācijā ir bērna vecāki (Erulkar S. 1975; Gschwend G. 1988).

Galvenā loma agrīnas palīdzības nodrošināšanā attīstības rehabilitācijas procesā atvēlēta vecākiem (Vojta V. 1984). Pediatri, bērnu psihologi, logopēdi, ārstnieciskās fizikultūras instruktori, defektologi u.c. veic sīku daudzprofilu diagnostiku ārstējošā ārsta vadībā, kā arī sastāda vienkāršu terapijas programmu, kuru iemāca vecākiem un kuru pēc tam viņi izpilda mājās (Lucas-Arwood E. 1980; Kratzmeier H. 1990). Ja nav neviena, kas rūpētos par bērnu, nepieciešams atrast aizbildņus, jo nav tādas organizācijas, kas spētu kaut uz laiku nodrošināt tādu palīdzību kā ģimenē, bet īpaši, kādu spēj sniegt māte (Papousek M. 1994).

Attīstības rehabilitācija noteikti jāveic ambulatoros apstākļos. Ja vecākiem ir grūtības izprast vai pareizi tiek izpildīta piedāvātā programma, bērnu un vecākus var ievietot stacionārā, lai mierīgos apstākļos apgūtu programmu. Galvenā attīstības rehabilitācijas rūpe ir, lai bērnu ārsti, psihologi, defektologi, logopēdi un internisti strādātu vienoti (Masur R., Tiesler J., Schiel W. 1982; Köhler G., Egelkraut H. 1984).

Nav pieļaujams, ka vecāki meklē ārstus dažādās vietās un instancēs, lai uzzinātu, ko iesākt ar bērnu. Tas tikai noved pie sajukuma un dažādu koncepciju pretrunām. Izšķirošā loma ir ārstējošam ārstam, kurš koordinē attīstības rehabilitācijas darbu (Pechstein J. 1974; Varadarajan V., Anderlik L. 1995).

### 4.3.3. Sociālās attīstības bāze - etoloģiskā pediatrija

Bērna attīstības rehabilitācijas diagnostikas un ārstēšanas principi mazāk balstīti uz klasiskās medicīnas pamatiem (morfoloģiju un fizioloģiju), salīdzinoši lielāku vietu ieņem etoloģiskais princips. Agrīnas diagnostikas, agrīnas ārstēšanas un agrīnas integrācijas procesā tiek izmānīti galvenokārt uzvedības kritēriji. Tādējādi attīstības rehabilitācija pirmkārt proponē sociālo attīstību, kā rezultātā tiek attīstīts patstāvīgums un spēja kontaktēties ar apkārtējo sabiedrību. Šo atziņu pamatā ir Helbrīges (1966. g.) un Pehšteina (1974. g.) zinātniskie pētījumi par deprivāciju, saskaņā ar kuriem veseliem jaundzimušajiem, kas uzauguši patversmes apstākļos, salīdzinājuma ar parastiem bērniem viņu vecumā tika novērota aizture runas attīstībā, kā arī sociālajā sfērā (American Academy of Pediatrics 1995). Tādējādi rehabilitācijas attīstībā galvenā vieta atvēlēta audzināšanai ģimenē vai, ja tādas nav, aizbildņa vai audžu vecāku ģimenē (Hellbrügge Th. 1978).

### 4.3.4. Bērnu profilaktiskās apskates

Bērnu profilaktiskās apskates principiāli ir iedibinātas kā skrīningmetodes. Tādējādi, piem., dažu vielmaiņas traucējumu diagnostika jaundzimušajam nesagādā lielas problēmas. Taču psihomotorikas traucējumu, kā arī redzes un dzirdes traucējumu diagnostika joprojām ir nepilnīga (Castillo-Morales R. 1991). Tas lielā mērā saistīts ar savstarpējas saiknes trūkumu skrīningdiagnostikas rādītājos, piem., jaundzimušo dzirdes skrīningtestā, ar psihomotorās attīstības skrīningmetožu trūkumu utt.. Šīm metodēm vēl aizvien nav stingra zinātniska pamatojuma. Tā, piemēram, pediatriskajā praksē pazīstamais Denvera tests nav īsti piemērots skrīningdiagnostikai, jo tajā nav ņemti vērā neiromotorie traucējumi (Hellbrügge Th. 1973; Hodson B., Paden E. 1991).

#### 4.3.5. Agrīnas patoloģijas atklāšana ar bērnu vecāku palīdzību

Agrīnu attīstības traucējumu diagnostikā bērniem būtiska nozīme ir pašu vecāku novērojumiem. Viena no Minhenes pediatru ilggadējā pētījuma “Pirmās 365 dienas bērna dzīvē” (Helbruge, fon Vimppfens, 1978) nodaļām veltīta vecāku novērojumiem. Secināts, ka vecāki agrīnāk un labāk par jebkuru speciālistu atpazīst sava bērna attīstības aizkavēšanos. Sakarā ar to uz Minhenes funkcionālās attīstības diagnostikas testa bāzes tika uzrakstīta, iepriekš minētā, grāmata. Te atbilstoši katram bērna dzīves mēnesim ar raksturīgām ilustrācijām attēlotas visas viņa funkcijas: rāpošana, sēdēšana, staigāšana, tveršana, percepcija, runa un sociālā attīstība. Tādējādi vecākiem ir iespējams salīdzināt bērna attīstību pa mēnešiem ar to, kas ilustratīvā veidā atzīts par normu (Masur R., Tiesler J., Schiel W. 1982, Papousek M. 1989).

Grāmata tulkota 25 valodās. Tās starptautiskā atzišana pierādīja, ka bērna agrīnā attīstība visām rasēm un nācijām ir praktiski identiska.

Lai gan svarīgākie jaundzimušā psihomotorās attīstības agrīnās diagnostikas kritēriji iegūti ar vecāku palīdzību, daudzi kritiķi apgalvo, ka inter- un intra-individuālās atšķirības atsevišķu bērnu attīstībā ir pārāk lielas.

## 5. MATERIĀLS UN METODE

### 5.1. Pacienti

Kopumā tika apsekoti un izmeklēti 216 bērni, bet rezultātu analīzei izmantoti dati par 136 bērniem vecumā no 2 līdz 168 mēnešiem. Pārējo 80 bērnu apsekojuma datus nevarēja izmantot tālākai analīzei dažādu apsvērumu dēļ (tehniskas kļūmes, nepietiekama sedācija, vecāku nevēlēšanās turpināt pētījumu). Visi izmeklējumi tika veikti medikamentu provocētā miegā ( p/o Tab. Dormicum 7,5 mg, slāpekļa oksidula inhalācijas narkoze). Pēc vecuma pacienti tika grupēti 9 grupās:

- 1) 2–6 mēneši (līdz 0,5 gadiem),
- 2) 7–12 mēneši (līdz 1,0 gadiem),
- 3) 13–24 mēneši (līdz 2,0 gadiem),
- 4) 25–36 mēneši (līdz 3,0 gadiem),
- 5) 37–48 mēneši (līdz 4,0 gadiem),
- 6) 49–60 mēneši (līdz 5,0 gadiem),
- 7) 61–72 mēneši (līdz 6,0 gadiem),
- 8) 73–96 mēneši (līdz 8,0 gadiem),
- 9) 97–168 mēneši (līdz 14 gadiem).

### 5.2. Akustisko kairinājumu izraisīto smadzeņu stumbra atbilžu pierakstīšanas princips

Akustiski ierosināto smadzeņu stumbra atbilžu pierakstīšanas princips balstās uz tūkstošiem dažādu īsu akustisko kairinājumu izraisīšanu un to radīto elektrisko potenciālu summēšanu 0 līdz 12,5 ms intervālā.

Ar šo metodi iespējams reģistrēt ļoti mazus elektriskos potenciālus, kā arī filtrēt smadzeņu stumbra atbildes uz relatīvi lieliem elektriskajiem potenciāliem, kuri vienlaicīgi ar EEG aktivitātēm, muskuļu potenciāliem utt. tiek radīti pie elektrodiem.

### ***5.3. Izmantotā aparatūra un tās darbības princips***

Akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu mērījumi tika veikti ar smadzeņu stumbra audiometru BERA SH 221, kas sastāv no kairinājumu ģeneratora, kas rada īsus akustiskos kairinājumus klikšķa impulsu veidā, skaitļotāju, kuram jānodrošina ātra smadzeņu stumbra atbilžu summēšana, un procesora kairinājuma un mērīšanas periodu sinhronizēšanai.

Izmeklēšanā tika izmantoti apmēram 40 kairinājumi sekundē ar intervālu 27,5 ms. Tādējādi tīrais izmeklēšanas laiks vienai līknei, summējot 2000 kairinājumus, sasniedza 50 s.

Praktiski izmeklēšanas laiks bija nedaudz lielāks, jo skaitļotājs veica katras signālu summas pārbaudi, vai tā ļoti stipri neatšķiras no gaidītā rezultāta. Gadījās arī kļūdas, piemēram, mākslīgi traucējumi, kuru gadījumā atbilde ir nepareiza; tādā gadījumā kairinājums tika atkārtots.

Kompleksā izmeklēšana sastāvēja no vairāku līkņu uzņemšanas. Nosakot dzirdes sliekšni, kairinājuma stipruma secīgā samazināšana tika veikta par 10 dB, tādējādi uzņemot līdz 8 līknēm katrai ausij. Izmeklēšanu sāka ar 70 dB stipru skaņu.

#### **5.3.1. Elektrodu lietošana**

Rūpīgi elektrodu lietošanai ir sevišķa nozīme smadzeņu stumbra potenciālu pārvadīšanā. Elektrodu daļas, kas saskaras ar ādu, tika rūpīgi attaukotas ar speciālu tīrīšanas šķīdumu. Elektrodi tika pievienoti galvvidum un izmeklējamās puses deniņiem. Neitrālais elektrods tika pievienots pie pretējās auss deniņiem. Mainot izmeklēšanas pusi, atlika vienīgi atbilstoši mainīt vietām deniņu neitrālā elektroda spraudņus.

### 5.3.2. Vienreizējie elektrodi

Tika lietoti vienreizējas lietošanas Ag-AgCl (sudraba - sudraba hlorīda) elektrodi. Pirms elektrodu pievienošanas āda tika viegli noberzēta ar elektrodu aizsargslāņa puses rievoto plakni ādai. Pēc tam elektrodiem tika noņemts aizsargslānis un tie tika pielipināti. Galvvidus elektrods bieža apmatojuma gadījumā tika nodrošināts ar galvas stīpu vai līmlentu.

### 5.3.3. Elektrodu pilnās pretestības mērīšana

Pirms izmeklējumu uzsākšanas tika veikta elektrodu pilnās pretestības mērīšana. Nospiežot uz priekšpastiprinātāja korpusa novieto slēdzi, elektrodiem tiek pievadīts mērspriegums. Jo zemāka bija pretestība starp elektrodiem, jo augstāku strāvu uzrādīja abi priekšpastiprinātājā ievietotie mērinstrumenti. Kreisais instruments rādīja pretestību posmā starp galvvidu un neitrālo elektrodu, bet labais instruments pretestību posmā starp deniņiem un neitrālo elektrodu.

Lai veiktu izmeklēšanu, mazākajam rādītājam bija jāatbilst 10 kiloomu pretestībai. Ja šāds rādījums netika sasniegts uzreiz, tika atkārtota ādas tīrīšana un norīvēšana.

Ilgas izmeklēšanas laikā vai gadījumos, kad tika iegūti neapmierinoši rezultāti tika atkārtoti elektrodu pilnās pretestības mērījumi.

### 5.3.4. Pastiprinātāja automātiska regulēšana

BERA SH 221 ir apgādāts ar pastiprinājuma automātisku regulēšanu (AGC). Kakla graduēta ar cipariem no 0 līdz 9.

Mazākie cipari (no 0 līdz 4) rāda, ka signāls ir par lielu un pastiprinājums ir par mazu. Visbiežāk tas notiek augstas pilnās pretestības (10 kiloomi pie priekšpastiprinātāja) un/vai mākslīgu traucējumu gadījumā.

Vislabvēlīgākie apstākļi tiek nodrošināti gadījumā, ja pastiprinājums ir robežās starp 5 un 9, turklāt rādītāja pastāvīga atrašanās uz cipara 9 nozīmē, ka signāls ir vājš, taču tā reģistrēšana nerada nekādus mākslīgus traucējumus.

Izmeklēšana tika veikta ar pastiprinājumu robežās no 5 līdz 9.

Lai varētu noteikt amplitūdu, līknes pieraksta beigās tiek automātiski novilkta vertikāla svītra, kuras augstums atbilst vidēja 100 nV etalonsignāla augstumam.



### 5.3.5. Izmeklējumos lietotā akustiskā kairinātāja veids

Izmeklējumos kā akustiskā kairinātāja veids tika lietots klikšķis, kas smadzeņu stumbra potenciālu ievirzīšanai tiek izmantots visbiežāk. Tas tiek raidīts kā taisnstūrveida impulss ar mainīgu polaritāti 0,5 ms intervālā. Tas ir atkarīgs no pārveidotāja mehāniskajām īpašībām, darbojoties frekvenču spektrā no 1 līdz 3,5 kHz. Atbilstoši tam maskējošais troksnis tiek automātiski raidīts pretējai ausij plašā diapazonā (līdz 4 kHz).

Klikšķi tika raidīti ar brīvi izraudzītu intervālu robežās no 22,5 līdz 27,5 m. Tādējādi klikšķi atkārtojās vidēji 40 reizes minūtē.

### 5.3.6. Austiņas skaņas gaisvadāmībai

Pētījumiem tika izmantotas austiņas skaņas gaisvadāmībai, kuru stīpa vienlaikus spieda uz galvvidus elektrodu, tādējādi papildus fiksējot to. Tā kā kontralaterālo maskēšanu automātiski rada un ieslēdz aparāts, gadījumos, kad tas nav vēlams, piem., pirms iemigšanas, austiņas skaņas gaisvadāmībai var noņemt.

### 5.3.7. Skaņas stipruma regulēšana

Ar taustiņu amplitūdas regulēšanai tika paaugstināts vai pazemināts skaņas stiprums.

Parasti sākumā kairinājuma stiprums tika iestādīts uz 70 decibelu robežas, pēc tam skaņa pēc vajadzības tika pakāpeniski pavājināta (ik pa 10 dB), kamēr vien tika saņemtas izvērtējamās smadzeņu stumbra atbildes.

Kā normāla dzirde tika izvērtēta atrade, kad, izmantojot skaņu ar vismazāko, stiprumu (20 dB, atsevišķos gadījumos 10 dB) tika reģistrēts V vilnis.

### 5.3.8. Summēšana

Uzsākot mērījumu ciklu tika nospiests starta taustiņš, kurš automātiski izslēdzās pēc 2000 kairinājumiem. Reģistrētā līkne nepārtraukti tika novērota uz ekrāna. Ja bija nepieciešams pārtraukt mērījumus vai iegūt EEG attēlojumu, tika nospiests summēšanas taustiņš. Lai turpinātu mērījumus, vēlreiz tika nospiests summēšanas taustiņš.

Ja pēc 2000 kairinājumiem summēšanas potenciāls tomēr vēl bija par mazu vai par maz diferencēts, lai to izvērtētu, tika vēlreiz nospiests summēšanas taustiņš, lai ciklu atkārtotu.

### 5.3.9. Mērījumu pierakstīšana

Pēc mērīšanas procesa pabeigšanas summārā līkne tika pierakstīta sagrafētā mērījumu protokolā.

Nospiežot vienādojuma taustiņu, tika veikts summēto potenciālu pieraksts. Vienlaikus automātiski tika marķēts salīdzinošais signāls (100 nV) un V kavējums.

## 5.4. Pacientu izmeklēšana

Pacienta novietojums var būtiski ietekmēt mērījumu rezultātus. Pacienti tika parocīgi novietoti uz kušetes ar galvas paaugstinājumu, lai varētu veikt mērījumus, izvairoties no dažādiem mākslīgiem traucējumiem.

Tā kā pacienti tika izmeklēti medikamentozī provocētā miegā, to acis bija aizvērtas un tika panākta pilnībā atslābināta galvas, skausta un orofaciālās muskulatūras stāvoklis, jo arī sasprindzināti acu un žokļu muskuļi bieži vien izraisa mākslīgus traucējumus.

Pacientu izmeklēšanas secība:

- a) pacientu ērti novieto un iemidzina;
- b) pievieno elektrodus;
- c) izmēra elektrodu pilno pretestību;
- d) uzliek ausiņas;
- e) izvēlas izmeklēšanas puses;
- f) izvēlas kairinātāju (klikšķa signālu);
- g) izvēlas skaņas stiprumu (parasti 70 dB);
- h) nospiež summēšanas taustiņu;
- i) pieraksta līkni;
- j) mērījumus atkārtu, mainot skaņas stiprumu.

### **5.5. Iespējamo mākslīgo traucējumu izvērtējums**

Līknes deformācijas traucējumu rezultātā, tika novērota šādu cēloņu dēļ:

- neprecīzi novietoti vai nepietiekami fiksēti elektrodi, ko varēja konstatēt, izmērot pilno pretestību, kas nerasniedza 10 kiloomu;
- nepietiekami attīrīta (attaukota) āda;
- bojāti elektrodi;
- stipra fona ietekme - stipras strāvas avots nelielā attālumā, elektriskā aparāta defekts ar dzirksteļošanu, diatermija;
- elektrisko impulsu pārklāšanās - (gremošanas vai pakauša) muskuļu mākslīgais traucējums, mirkšķināšana, citi muskuļu sasprindzinājumi utt.;
- tehnisks defekts - darba elektrodu īsslēgums.

## 6. DATU STATISTISKĀ APSTRĀDE UN REZULTĀTI

### 6.1. *Statistiskā apstrāde*

Ar objektīvās un subjektīvās audiometrijas izmeklēšanas (attiecīgi OAI un SAI) metodēm iegūtie dati tika izkārtoti pa vecumgrupām (2-6 mēneši, 7-12 mēneši, 2 gadi, 3 gadi, 4 gadi, 5 gadi, 6 gadi, 7-8 gadi, 9-14 gadi) atbilstoši labajai un kreisajai pusei un katrai no tām tika aprēķināta vidējā vērtība un standartklūda.

Lai noteiktu atšķirības starp OAI un SAI (precizitāte, jutīgums utt.), tika aprēķināta dzirdes sliekšņa starpība, nosakot to ar OAI un SAI katrā pusē: Rezultāti tika izteikti procentos, pieņemot SAI datus par 100%. Tika noteikta asimetrija starp labo un kreiso pusi ar OAI un SAI. Lai noteiktu labās un kreisās puses dzirdes sliekšņa spektrālo sadalījumu, tika izmantota kontūrgrafiskā metode.

Rezultātu statistiskā ticamība tika noteikta, izmantojot parametriskos kritērijus, Stjūdenta ttestu sapārotiem un nesapārotiem lielumiem.

### 6.2. *Rezultāti*

Tika salīdzināti rezultāti, kas iegūti, izmeklējot pacientus ar akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu metodi, ar rezultātiem, kas iegūti, šos pašus pacientus izmeklējot ar subjektīvajām izmeklēšanas metodēm (refleksaudiometriju, uzvedības audiometriju ar vizuālo pastiprinājumu, spēļu audiometriju, toņaudiometriju).

Dzirdes objektīvās pārbaudes uzdevums bija noteikt pacienta smadzeņu atbildes reakciju uz akustisko kairinājumu agrīni ierosināta potenciāla veidā.

Nosakot dzirdes sliekšni, smadzeņu stumbra reakcijas nolasišanai izmantojām galvas ādai piestiprinātus virsmas elektrodus, kas ir neinvazīvi un parocīgi, tomēr, pārbaudot dzirdes ceļu līdz smadzeņu stumbram, mēs nepretendējām uz akustisko kairinājumu apzinīgās uztveres precizēšanu.

Agrīni akustiski ierosinātā smadzeņu stumbra potenciāla lielākās amplitūdas komponentes (V viļņa) kavējums ir atkarīgs no kairinājuma stipruma; klikšķa

kairinājumam tas atrodas robežās no 6 ms (80 dB) līdz 9 ms (dzirdes sliekšnis). Skaņas pārvadīšanas traucējumu rezultātā samazinās uz *cochlea* novadīto kairinājumu intensitāte, tādējādi smadzeņu stumbra reakcija salīdzinājumā ar normālo diapazonu ir ar pagarinātu kavējumu.

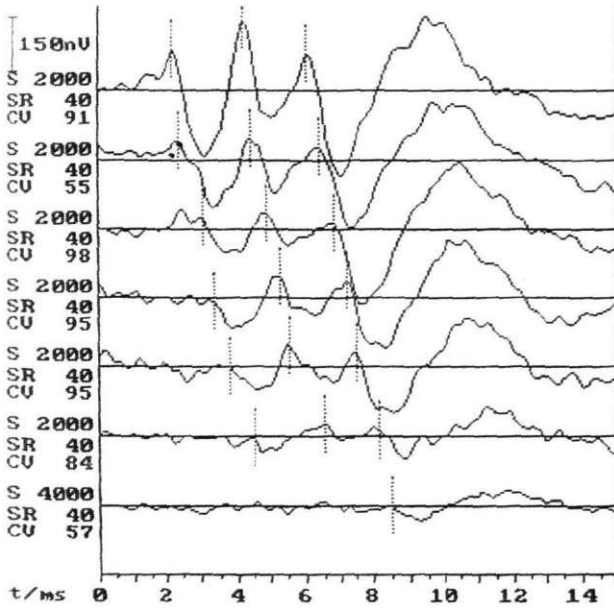
Salīdzinot iegūto atbildi ar normālā diapazona kavējumu, iespējams noteikt skaņas pārvadīšanas traucējumu kopumu, kas nebija mūsu pētījuma mērķis.

Veiktā pētījuma rezultāti, kas atspoguļoti 1. tabulā, liecina par to, ka objektīvo audiometrisko izmeklējumu dati atšķiras no subjektīvi iegūtās atrades (skat. 13.-21. attēlu). Būtiskas, statistiski ticamas ( $p < 0,05$ ) atšķirības tika novērotas šādās vecumgrupās: 2 līdz 6 mēneši, 7 līdz 12 mēneši, 8 līdz 12 mēneši un 13 līdz 24 mēneši, ko uzskatāmi atspoguļo 22. un 23. attēlā grafiski attēlots vidējais minimālais skaņas stiprums decibelos, uz ko reaģēja dažādu vecumgrupu bērni. Dzirdes sliekšņa asimetriju katrā no izmeklētajām grupām izdevās noteikt tikai objektīvos dzirdes izmeklējumos (13.-21. attēls). Ar akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu metodi izmeklētajiem bērniem noteiktais asimetriskais dzirdes sliekšnis bija šāds : zīdaiņu vecuma grupās ( 2-6 mēneši un 7-12 mēneši) un pirmsskolas vecuma bērniem (2, 3, 4, 5 un 6 gadi) tika novērota līdzīga asimetriskā atrade - HL+ bija 13-40% (vidēji 27%), HL- bija 15-42% (vidēji 24%) (26.-32. attēls), bet skolas vecuma bērniem (7-8 gadi un 9-14 gadi) izteikti dominēja labās puses dzirdes sliekšņa pazeminājums – HL- bija 50-74% (vidēji 62%), savukārt HL+ bija 13-17 % (vidēji 15%), kā arī asimetrijas pieaugums starp labās un kreisās puses HL (33.-34. attēls).

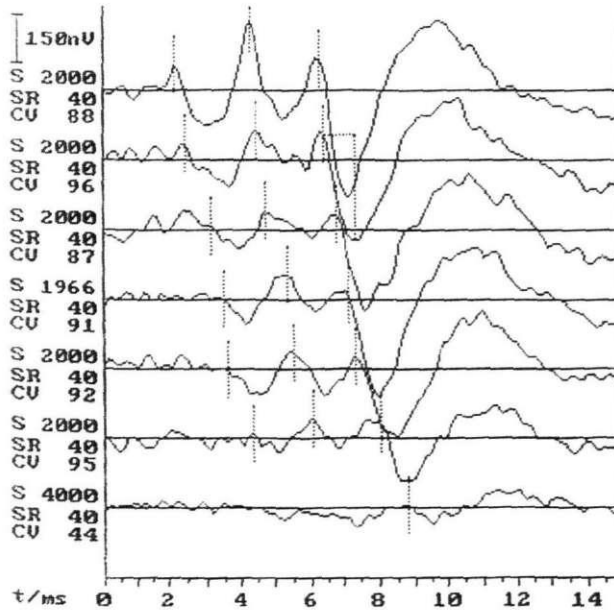
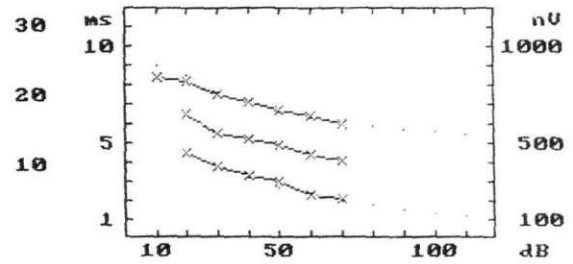
Iegūto datu kontūrgrafiskā analīze atspoguļo HL spektrālo sadalījumu visās pētījumu grupās un uzskatāmi parāda objektīvās metodes priekšrocības attiecībā pret subjektīvo metodi: iespēju precīzi noteikt dzirdes sliekšni - 62% gadījumu pazeminātu HL - un atklāt dzirdes sliekšņa asimetriju (HL-62%, HL+ 28% ) (24. un 25. attēls).

Iegūtie dati un rezultāti atspoguļoti 1 tabulā un 23 attēlos.

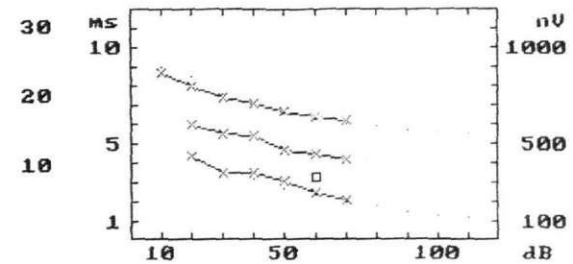
name Kuncевичs firstn Igors  
rem.

 [M] F born 16.07.1992 - 16  
date 30.10.1997


Right					
dB	I	III	U	I-U	III-U
70	2.1	4.1	6.0	3.9	1.9
60	2.3	4.3	6.3	4.0	2.0
50	3.0	4.8	6.7	3.7	1.9
40	3.3	5.2	7.1	3.8	1.9
30	3.7	5.5	7.4	3.7	1.9
20	4.4	6.4	8.1	3.7	1.7
10			8.4		



Left					
dB	I	III	U	I-U	III-U
70	2.1	4.2	6.2	4.1	2.0
60	2.4	4.4	6.3	3.9	1.9
50	3.1	4.7	6.7	3.6	2.0
40	3.4	5.3	7.1	3.7	1.8
30	3.5	5.5	7.3	3.8	1.8
20	4.3	6.0	8.0	3.7	2.0
10			8.7		

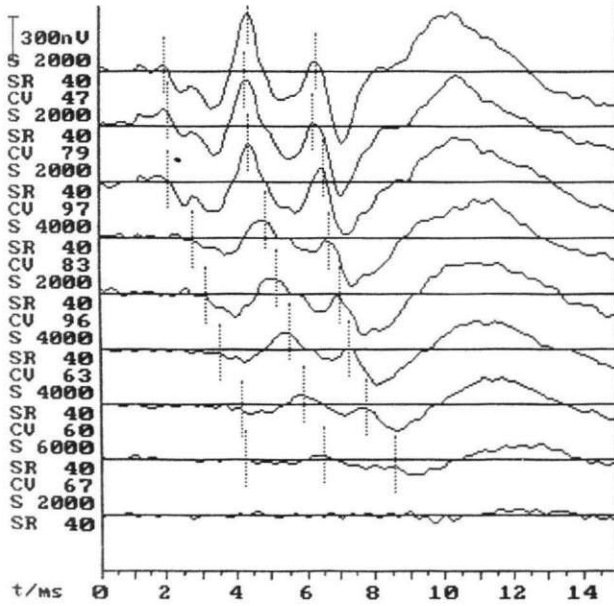


10. attēls. Akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu mērījums

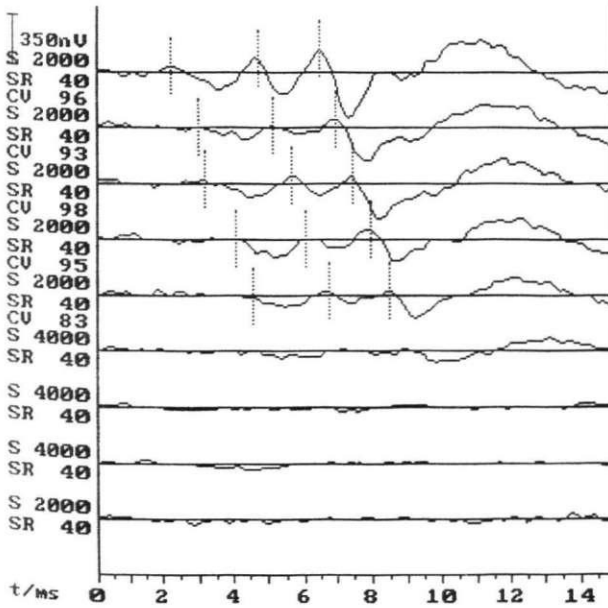
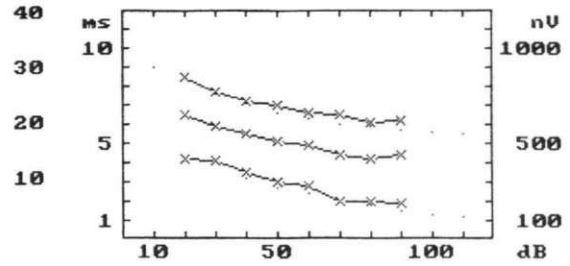
Atrāde: HL abpusēji atbilst normai

name Balodis  
 rem.

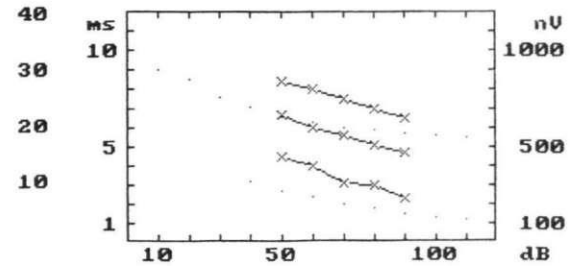
firstn Elvijs

 M F born 24.10.1994  
 date 20.11.1997


Right					
dB	I	III	U	I-U	III-U
90	1.9	4.3	6.2	4.3	1.9
80	2.0	4.2	6.1	4.1	1.9
70	2.0	4.3	6.4	4.4	2.1
60	2.7	4.8	6.6	3.9	1.8
50	3.0	5.1	6.9	3.9	1.8
40	3.4	5.4	7.2	3.8	1.8
30	4.1	5.8	7.7	3.6	1.9
20	4.2	6.4	8.5	4.3	2.1
10					
50					



Left					
dB	I	III	U	I-U	III-U
90	2.2	4.7	6.4	4.2	1.7
80	2.9	5.1	6.9	4.0	1.8
70	3.1	5.6	7.4	4.3	1.8
60	4.0	6.0	7.9	3.9	1.9
50	4.5	6.7	8.4	3.9	1.7
40					
30					
20					
10					
50					



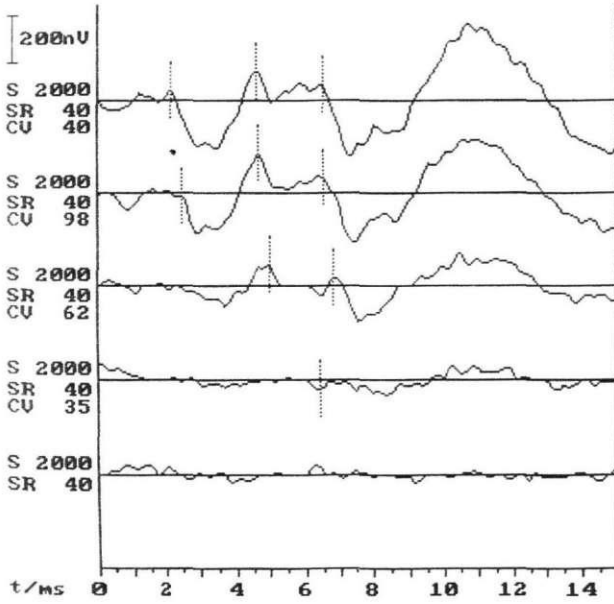
11. attēls. Akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu izmeklējums

Atrade: HL asimetrisks labajā pusē HL atbilst normai, kreisajā pusē HL=40- 50 dB

name Fedosovs  
 rem.

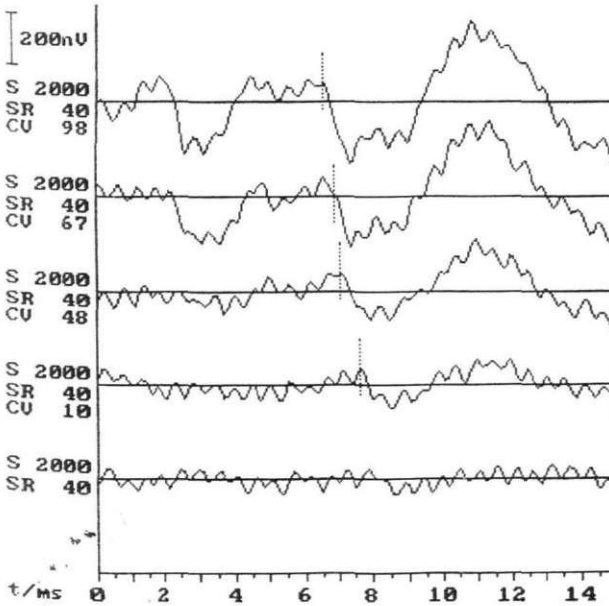
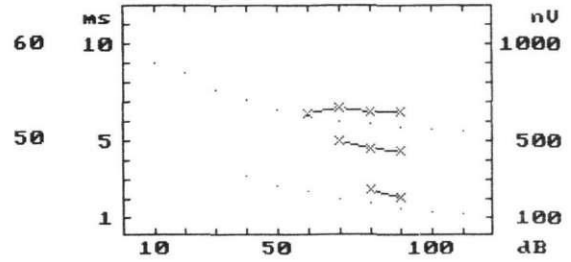
firstn Andrejs

M  F born 07.05.1993  
 date 17.09.1997



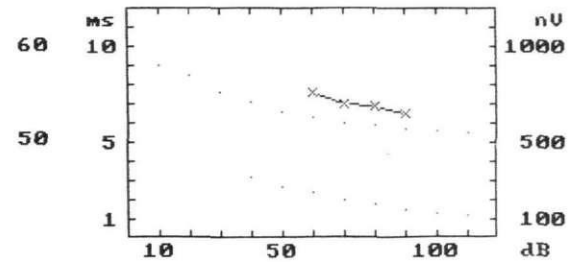
Right

	dB	I	III	U	I-U	III-U
90	90	2.1	4.5	6.4	4.3	1.9
80	80	2.4	4.6	6.4	4.0	1.8
70	70		4.9	6.7		1.8
60	60			6.3		
50	50					
80						
70						



Left

	dB	I	III	U	I-U	III-U
90	90			6.5		
80	80			6.8		
70	70			7.0		
60	60			7.6		
50	50					
80						
70						



12. attēls. Akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu izmeklējums

Atrade: abpusēji asimetriski paaugstināts dzirdes sliekšnis; labajā pusē HL=60-70 dB, kreisajā pusē HL=50-60 dB



1. tabula. Pētījumu dati un aprēķini

Pacientu grupa	Vecums, mēneši	Objektīvā audiometriskā izmeklēšana (OAI)		Subjektīvā audiometriskā izmeklēšana (SAI)		OAI/SAI		OAI	SAI	Starpība OAI-SAI		Starpība OAI-SAI		
		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	Asimetrija		dB				
								dx-sin	dx-sin	labā puse	kreisā puse			
2-6 mēn.	2	80	80	100	100	-20	-20	0	0	-20	-20			
	2	40	40	70	70	-43	-43	0	0	-30	-30			
	2	70	60	75	75	-7	-20	10	0	-5	-15			
	4	60	60	80	80	-25	-25	0	0	-20	-20			
	4	50	60	70	70	-29	-14	-10	0	-20	-10			
	4	60	80	70	70	-14	14	-20	0	-10	10			
	6	40	40	50	50	-20	-20	0	0	-10	-10			
	6	80	60	80	75	0	-20	20	5	0	-15			
	6	50	50	40	40	25	25	0	0	10	10			
	6	20	30	40	40	-50	-25	-10	0	-20	-10			
	6	50	60	55	60	-9	0	-10	-5	-5	0			
	<b>Vidējais lielums</b>	<b>4,4</b>	<b>54,5</b>	<b>56,4</b>	<b>66,4</b>	<b>66,4</b>	<b>-17,4</b>	<b>-13,4</b>						
	<b>Standartkļūda</b>	<b>0,5</b>	<b>5,5</b>	<b>4,7</b>	<b>5,6</b>	<b>5,4</b>	<b>6,2</b>	<b>5,8</b>						
	<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,007</b>	<b>0,02</b>										

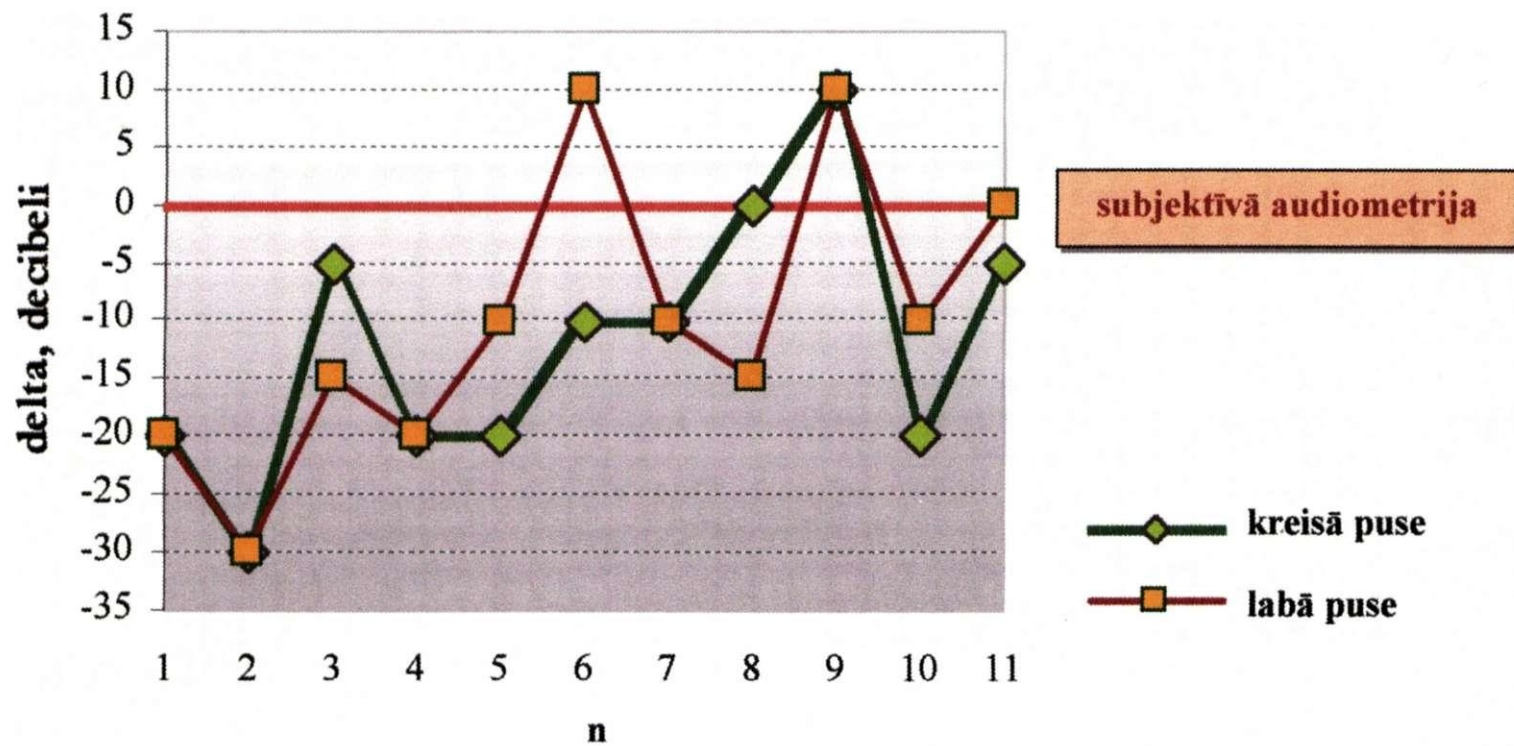
Pacientu grupa	Vecums, mēneši	Objektīva audiometriskā izmeklēšana (OAI)		Subjektīva audiometriskā izmeklēšana (SAI)		OAI/SAI	OAI/SAI	OAI	SAI	Starpība OAI-SAI	Starpība OAI-SAI
		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	Asimetrija		dB	
								dx-sin	dx-sin	labā puse	kreisā puse
<b>7-12 mēn.</b>	7	45	45	55	55	-18	-18	0	0	-10	-10
	7	70	80	80	80	-13	0	-10	0	-10	0
	7	65	55	80	80	-19	-31	10	0	-15	-25
	7	75	90	90	90	-17	0	-15	0	-15	0
	7	30	30	35	35	-14	-14	0	0	-5	-5
	8	85	90	75	75	13	20	-5	0	10	15
	8	55	65	70	70	-21	-7	-10	0	-15	-5
	8	70	70	60	60	17	17	0	0	10	10
	8	95	95	80	80	19	19	0	0	15	15
	8	60	50	60	60	0	-17	10	0	0	-10
	8	50	30	50	50	0	-40	20	0	0	-20
	8	95	95	100	100	-5	-5	0	0	-5	-5
	8	80	60	100	100	-20	-40	20	0	-20	-40
	8	90	90	100	100	-10	-10	0	0	-10	-10
	8	40	20	60	60	-33	-67	20	0	-20	-40
	12	95	90	80	80	19	13	5	0	15	10
	12	80	95	75	75	7	27	-15	0	5	20
	12	80	80	90	90	-11	-11	0	0	-10	-10
	12	80	70	90	90	-11	-22	10	0	-10	-20
	12	90	80	90	90	0	-11	10	0	0	-10
12	95	95	80	80	19	19	0	0	15	15	
12	40	60	70	70	-43	-14	-20	0	-30	-10	
12	60	70	80	80	-25	-13	-10	0	-20	-10	
12	70	60	90	90	-22	-33	10	0	-20	-30	
12	65	60	85	85	-24	-29	5	0	-20	-25	
12	80	60	90	90	-11	-33	20	0	-10	-30	
<b>Vidējais lielums</b>	<b>9,5</b>	<b>70,8</b>	<b>68,7</b>	<b>77,5</b>	<b>77,5</b>	<b>-8,6</b>	<b>-11,7</b>				
<b>Standartklūda</b>	<b>0,4</b>	<b>3,7</b>	<b>4,3</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>	<b>4,4</b>				
<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,01</b>	<b>0,01</b>								

Pacientu grupa	Vecums, mēneši	Objektīvā audiometriskā izmeklēšana (OAI)		Subjektīvā audiometriskā izmeklēšana (SAI)		OAI/SAI	OAI/SAI	OAI	SAI	Starpība OAI-SAI	Starpība OAI-SAI
		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	Asimetrija		dB	
								dx-sin	dx-sin	labā puse	kreisā puse
<b>2 gadi</b>	13	30	40	50	50	-40	-20	-10	0	-20	-10
	13	90	95	100	100	-10	-5	-5	0	-10	-5
	13	80	80	90	90	-11	-11	0	0	-10	-10
	14	80	70	90	90	-11	-22	10	0	-10	-20
	14	80	80	90	90	-11	-11	0	0	-10	-10
	17	20	20	40	40	-50	-50	0	0	-20	-20
	18	90	90	90	90	0	0	0	0	0	0
	19	95	95	110	110	-14	-14	0	0	-15	-15
	20	45	45	70	70	-36	-36	0	0	-25	-25
	22	90	90	90	90	0	0	0	0	0	0
	23	20	20	35	35	-43	-43	0	0	-15	-15
	23	80	70	90	90	-11	-22	10	0	-10	-20
	24	60	60	80	80	-25	-25	0	0	-20	-20
	24	70	70	70	70	0	0	0	0	0	0
	24	60	70	80	80	-25	-13	-10	0	-20	-10
	24	70	60	80	80	-13	-25	10	0	-10	-20
	24	80	70	70	70	14	0	10	0	10	0
	24	90	90	105	105	-14	-14	0	0	-15	-15
	24	20	20	50	50	-60	-60	0	0	-30	-30
	24	70	80	90	90	-22	-11	-10	0	-20	-10
	24	20	20	50	50	-60	-60	0	0	-30	-30
	24	20	20	40	40	-50	-50	0	0	-20	-20
	24	80	80	90	90	-11	-11	0	0	-10	-10
	24	80	80	90	90	-11	-11	0	0	-10	-10
24	95	95	100	100	-5	-5	0	0	-5	-5	
24	95	95	110	110	-14	-14	0	0	-15	-15	
<b>Vidējais lielums</b>	<b>21,0</b>	<b>65,8</b>	<b>65,6</b>	<b>74,2</b>	<b>73,3</b>	<b>-22,6</b>	<b>-22,3</b>				
<b>Standartkļūda</b>	<b>0,8</b>	<b>5,3</b>	<b>5,2</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>5,1</b>	<b>4,7</b>				
<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,0000002</b>	<b>0,0000004</b>								

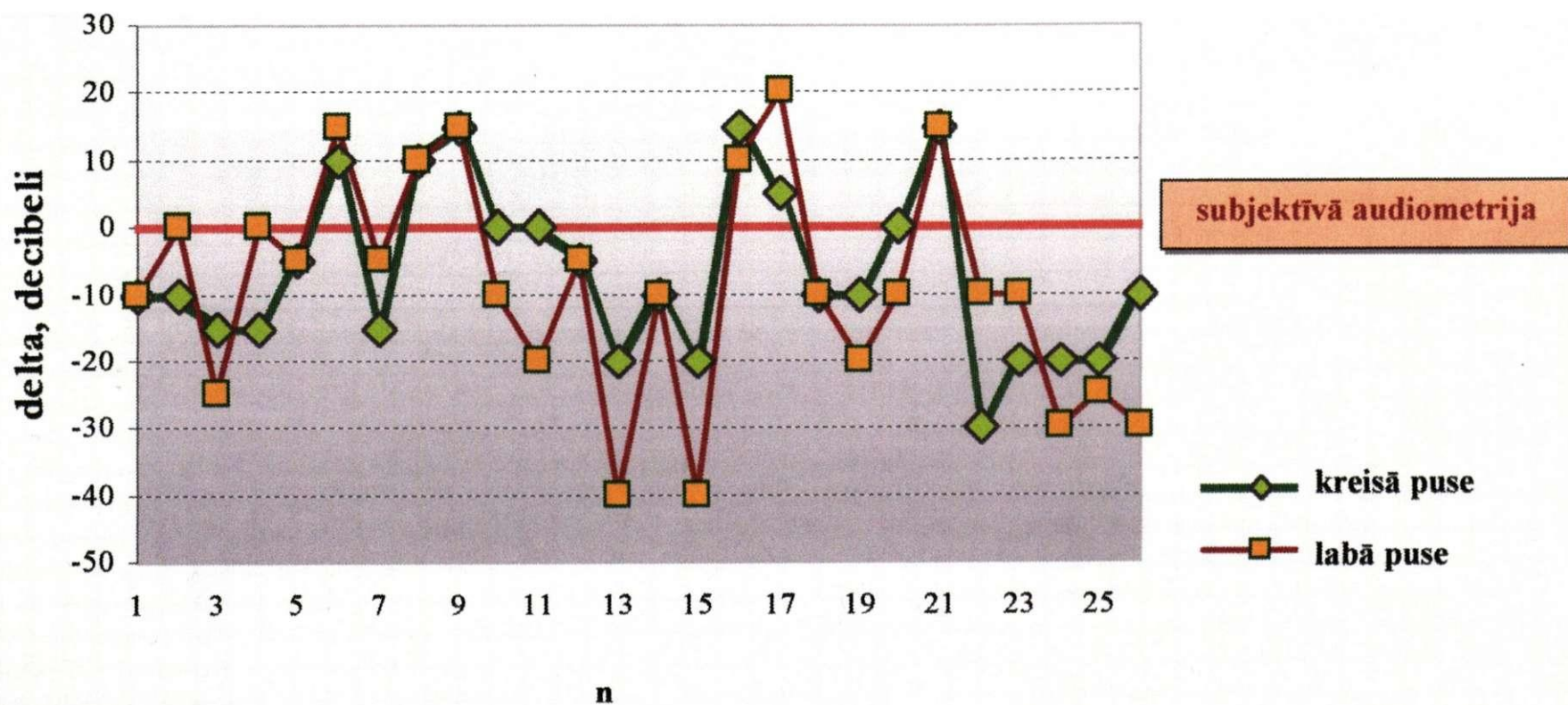
Pacientu grupa	Vecums, mēneši	Objektīvā audiometriskā izmeklēšana (OAI)		Subjektīvā audiometriskā izmeklēšana (SAI)		OAI/SAI	OAI/SAI	OAI	SAI	Starpība OAI-SAI	Starpība OAI-SAI
		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	Asimetrija		dB	
3 gadi		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	dx-sin	dx-sin	labā puse	kreisā puse
	25	95	95					0	0		
	26	65	65	90	90	-28	-28	0	0	-25	-25
	28	95	90	90	90	6	0	5	0	5	0
	28	80	90	75	75	7	20	-10	0	5	15
	28	95	90	90	90	6	0	5	0	5	0
	30	40	50	60	60	-33	-17	-10	0	-20	-10
	31	40	30	40	40	0	-25	10	0	0	-10
	33	90	90	80	80	13	13	0	0	10	10
	36	95	90	90	90	6	0	5	0	5	0
	36	90	90	120	120	-25	-25	0	0	-30	-30
	36	60	60	95	95	-37	-37	0	0	-35	-35
	36	70	70	60	60	17	17	0	0	10	10
	36	20	20	30	30	-33	-33	0	0	-10	-10
	36	70	70	85	75	-18	-7	0	10	-15	-5
	36	90	80	90	90	0	-11	10	0	0	-10
	36	95	95	90	90	6	6	0	0	5	5
	36	70	60	60	60	17	0	10	0	10	0
	36	55	55	90	90	-39	-39	0	0	-35	-35
	36	95	95	80	80	19	19	0	0	15	15
	36	70	60	40	40	75	50	10	0	30	20
	36	70	70	70	70	0	0	0	0	0	0
	36	90	95					-5			
	36	20	20					0			
<b>Vidējais lielums</b>	<b>33,4</b>	<b>72,2</b>	<b>70,9</b>	<b>76,3</b>	<b>75,8</b>	<b>-2,2</b>	<b>-4,9</b>				
<b>Standartkļūda</b>	<b>0,8</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>6,0</b>	<b>5,0</b>				
<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,4</b>	<b>0,2</b>								

Pacientu grupa	Vecums, mēneši	Objektīvā audiometriskā izmeklēšana (OAI)		Subjektīvā audiometriskā izmeklēšana (SAI)		OAI/SAI	OAI/SAI	OAI	SAI	Starpība OAI-SAI	Starpība OAI-SAI
		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	Asimetrija		dB	
4 gadi		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	dx-sin	dx-sin	labā puse	kreisā puse
	44	60	60	70	70	-14	-14	0	0	-10	-10
	44	20	20	55	55	-64	-64	0	0	-35	-35
	48	60	80	50	50	20	60	-20	0	10	30
	48	95	80	100	90	-5	-11	15	10	-5	-10
	48	90	90	110	110	-18	-18	0	0	-20	-20
	48	95	80	70	70	36	14	15	0	25	10
	48	50	60	50	60	0	0	-10	-10	0	0
	48	40	60	70	70	-43	-14	-20	0	-30	-10
	48	60	60	55	55	9	9	0	0	5	5
	48	70	70	70	70	0	0	0	0	0	0
	48	60	80	80	80	-25	0	-20	0	-20	0
	48	40	60	50	50	-20	20	-20	0	-10	10
	48	50	40	70	70	-29	-43	10	0	-20	-30
	48	60	80					-20			
<b>Vidējais lielums</b>	<b>47,4</b>	<b>60,7</b>	<b>65,7</b>	<b>70,5</b>	<b>70,5</b>	<b>-12,1</b>	<b>-2,5</b>				
<b>Standartkļūda</b>	<b>0,4</b>	<b>5,6</b>	<b>4,8</b>	<b>6,0</b>	<b>5,4</b>	<b>8,3</b>	<b>9,1</b>				
<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,1</b>	<b>0,4</b>								
<b>5 gadi</b>											
	49	70	70	80	80	-13	-13	0	0	-10	-10
	58	95	95	75	75	27	27	0	0	20	20
	60	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0
	60	95	90	90	90	6	0	5	0	5	0
	60	20	40	70	70	-71	-43	-20	0	-50	-30
	60	90	90	80	80	13	13	0	0	10	10
	60	50	60	60	60	-17	0	-10	0	-10	0
	60	70	80	90	90	-22	-11	-10	0	-20	-10
	60	30	30	20	20	50	50	0	0	10	10
	60	20	20	40	50	-50	-60	0	-10	-20	-30
	60	70	50	80	80	-13	-38	20	0	-10	-30
	60	40	60	40	40	0	50	-20	0	0	20
<b>Vidējais lielums</b>	<b>58,9</b>	<b>59,2</b>	<b>62,1</b>	<b>65,4</b>	<b>66,3</b>	<b>-7,5</b>	<b>-2,1</b>				
<b>Standarta kļūda</b>	<b>0,9</b>	<b>7,9</b>	<b>7,0</b>	<b>6,4</b>	<b>6,1</b>	<b>9,3</b>	<b>9,9</b>				
<b>p&lt;0.05, t-tests, OAI vs SAI</b>		<b>0,3</b>	<b>0,4</b>								

Pacientu grupa	Vecums, mēneši	Objektīvā audiometriskā izmeklēšana (OAI)		Subjektīvā audiometriskā izmeklēšana (SAI)		OAI/SAI		OAI	SAI	Starpība OAI-SAI		
		dx	sin	dx	sin	dx%	sin%	dx-sin	dx-sin	labā puse	kreisā puse	
<b>6 gadi</b>								<b>Asimetrija</b>		<b>dB</b>		
		72	95	20	100	35	-5	-43	75	65	-5	-15
		72	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0
		72	30	40	40	40	-25	0	-10	0	-10	0
		72	90	90	80	80	13	13	0	0	10	10
		72	95	70	110	110	-14	-36	25	0	-15	-40
		72	90	90	95	90	-5	0	0	5	-5	0
		72	60	70	50	50	20	40	-10	0	10	20
		72	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0
<b>Vidējais lielums</b>	<b>72,0</b>	<b>72,5</b>	<b>62,5</b>	<b>74,4</b>	<b>65,6</b>	<b>-2,0</b>	<b>-3,3</b>					
<b>Standartkļūda</b>	<b>0,0</b>	<b>8,3</b>	<b>8,4</b>	<b>9,0</b>	<b>9,1</b>	<b>5,0</b>	<b>9,3</b>					
<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,6</b>	<b>0,6</b>									
<b>7-8gadi</b>												
		74	95	90	100	100	-5	-10	5	0	-5	-10
		84	70	80	60	60	17	33	-10	0	10	20
		84	50	60	60	60	-17	0	-10	0	-10	0
		84	40	50	55	65	-27	-23	-10	-10	-15	-15
		84	60	60	80	80	-25	-25	0	0	-20	-20
		84	60	95	90	90	-33	6	-35	0	-30	5
		86	80	95	100	100	-20	-5	-15	0	-20	-5
		96	60	70	80	80	-25	-13	-10	0	-20	-10
<b>Vidējais lielums</b>	<b>84,5</b>	<b>64,4</b>	<b>75,0</b>	<b>78,1</b>	<b>79,4</b>	<b>-17,0</b>	<b>-4,6</b>					
<b>Standartkļūda</b>	<b>2,1</b>	<b>6,1</b>	<b>6,2</b>	<b>6,4</b>	<b>5,9</b>	<b>5,6</b>	<b>6,6</b>					
<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,1</b>	<b>0,4</b>									
<b>9-14 gadi</b>												
		108	40	60	85	85	-53	-29	-20	0	-45	-25
		108	90	95	100	100	-10	-5	-5	0	-10	-5
		120	90	90	80	80	13	13	0	0	10	10
		132	95	95	90	90	6	6	0	0	5	5
		134	95	40	90	80	6	-50	55	10	5	-40
		168	70	95	85	95	-18	0	-25	-10	-15	0
<b>Vidējais lielums</b>	<b>128,3</b>	<b>80,0</b>	<b>79,2</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>	<b>-9,5</b>	<b>-11,1</b>					
<b>Standartkļūda</b>	<b>9,2</b>	<b>8,9</b>	<b>9,6</b>	<b>2,8</b>	<b>3,3</b>	<b>9,8</b>	<b>9,7</b>					
<b>p&lt;0,05, t tests, OAI vs. SAI</b>		<b>0,4</b>	<b>0,3</b>									

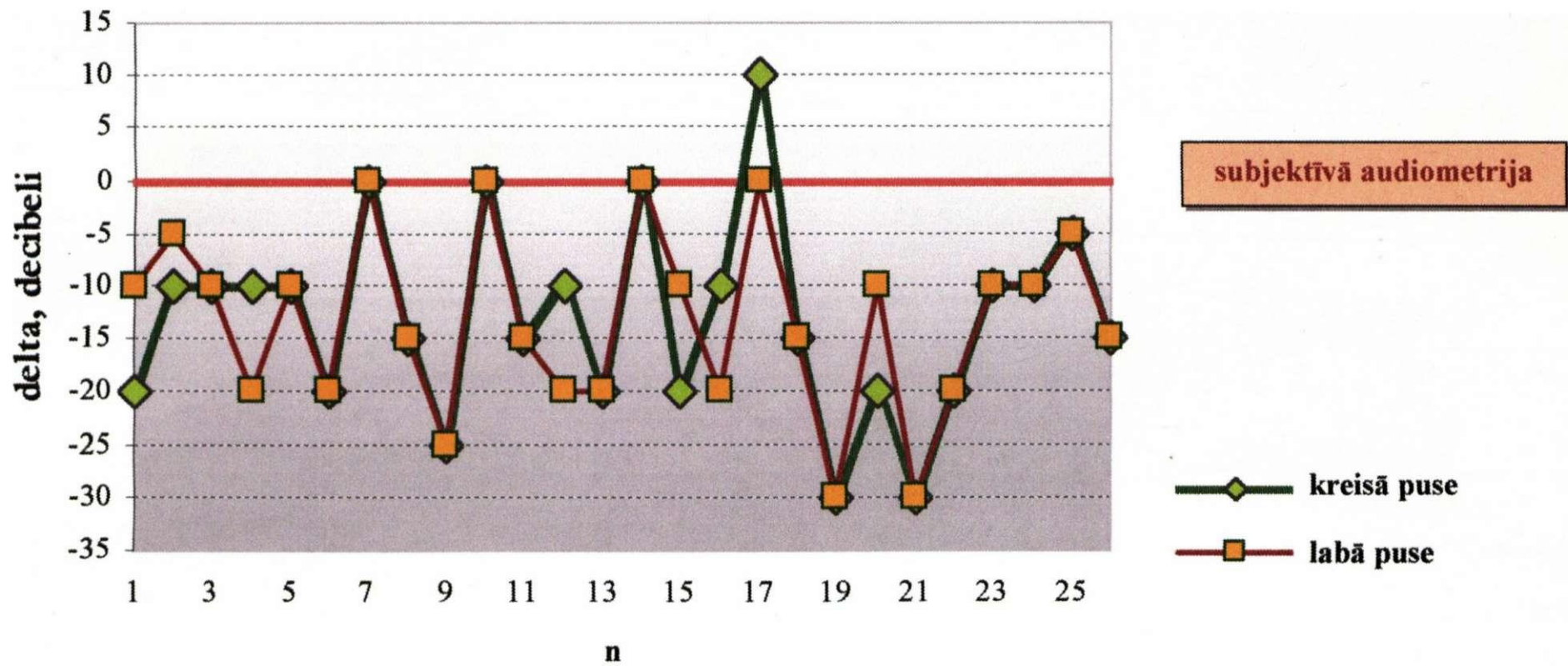


13. attēls. Salīdzinošā dzirdes sliekšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju bērniem 2-6 mēnešu vecumgrupā

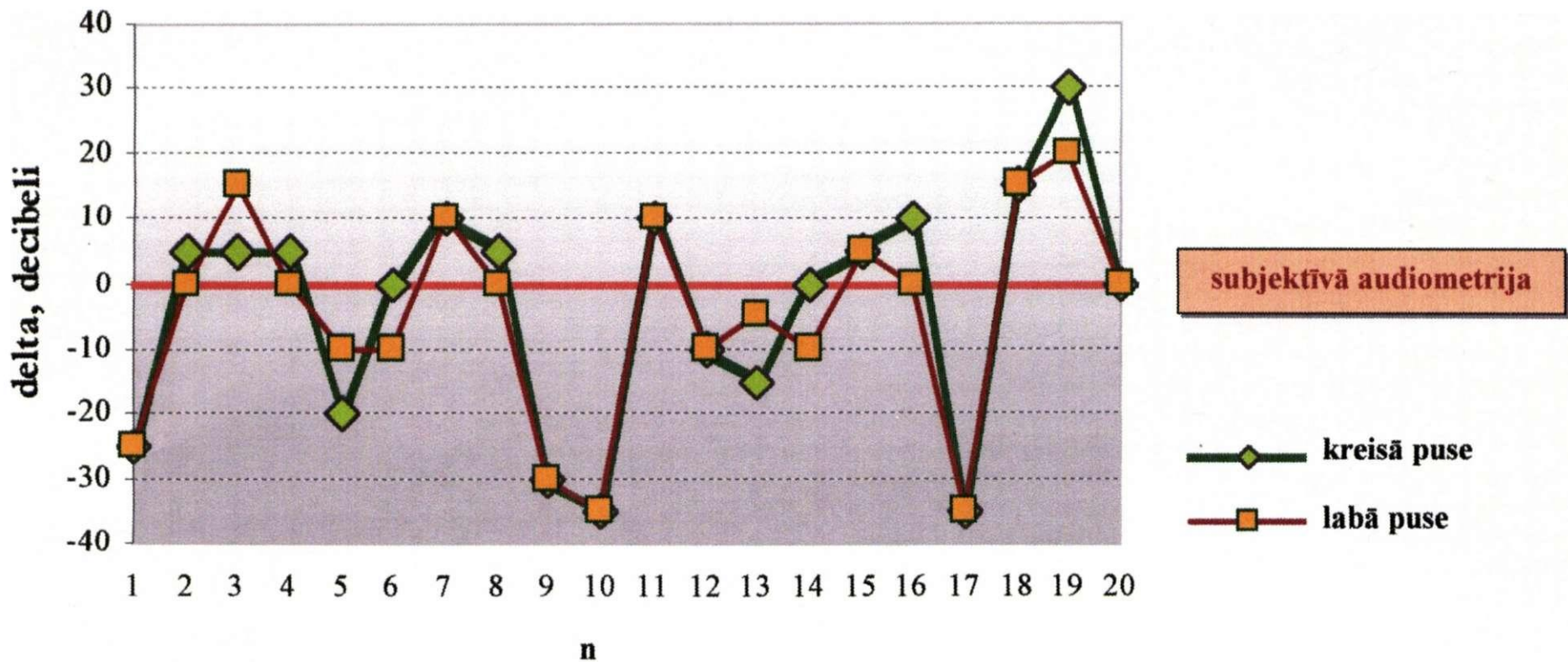


14. attēls. Salīdzinošā dzirdes sliekšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju bērniem 7-12 mēnešu vecumgrupā

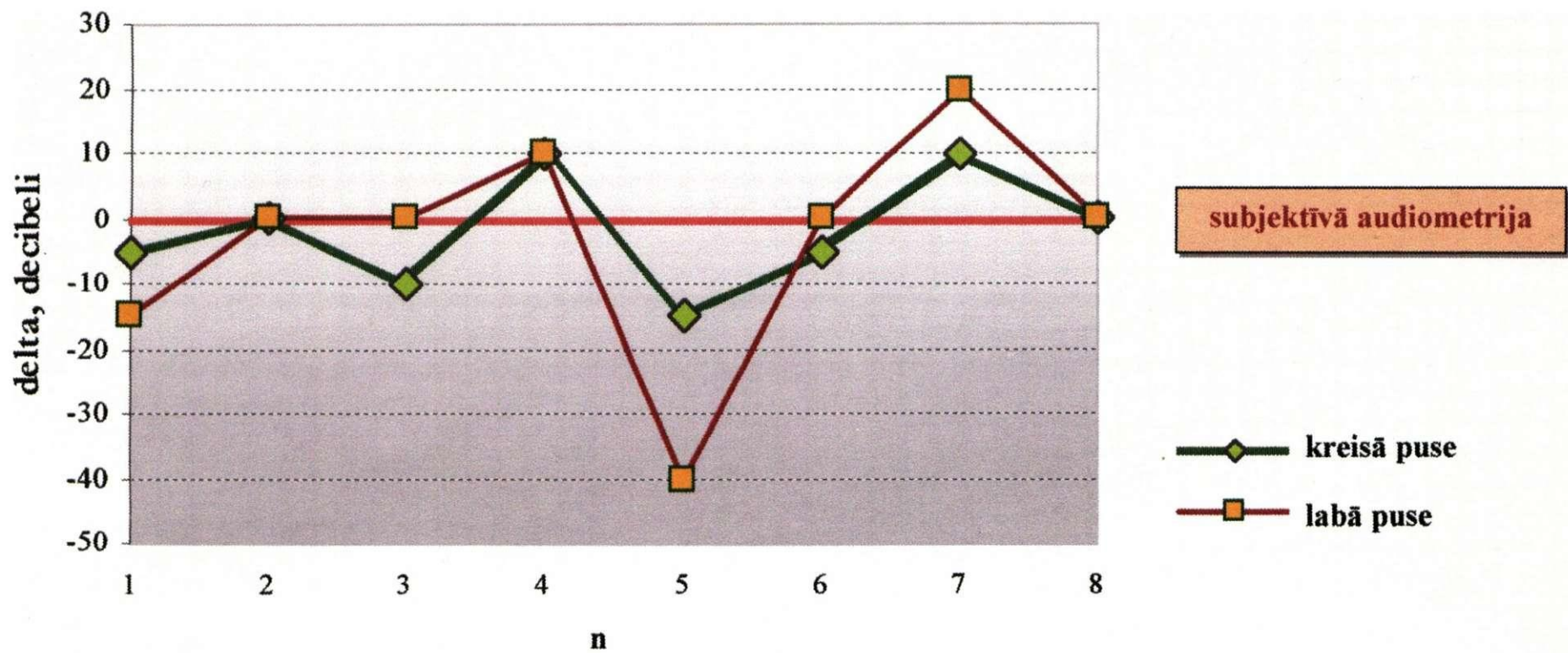




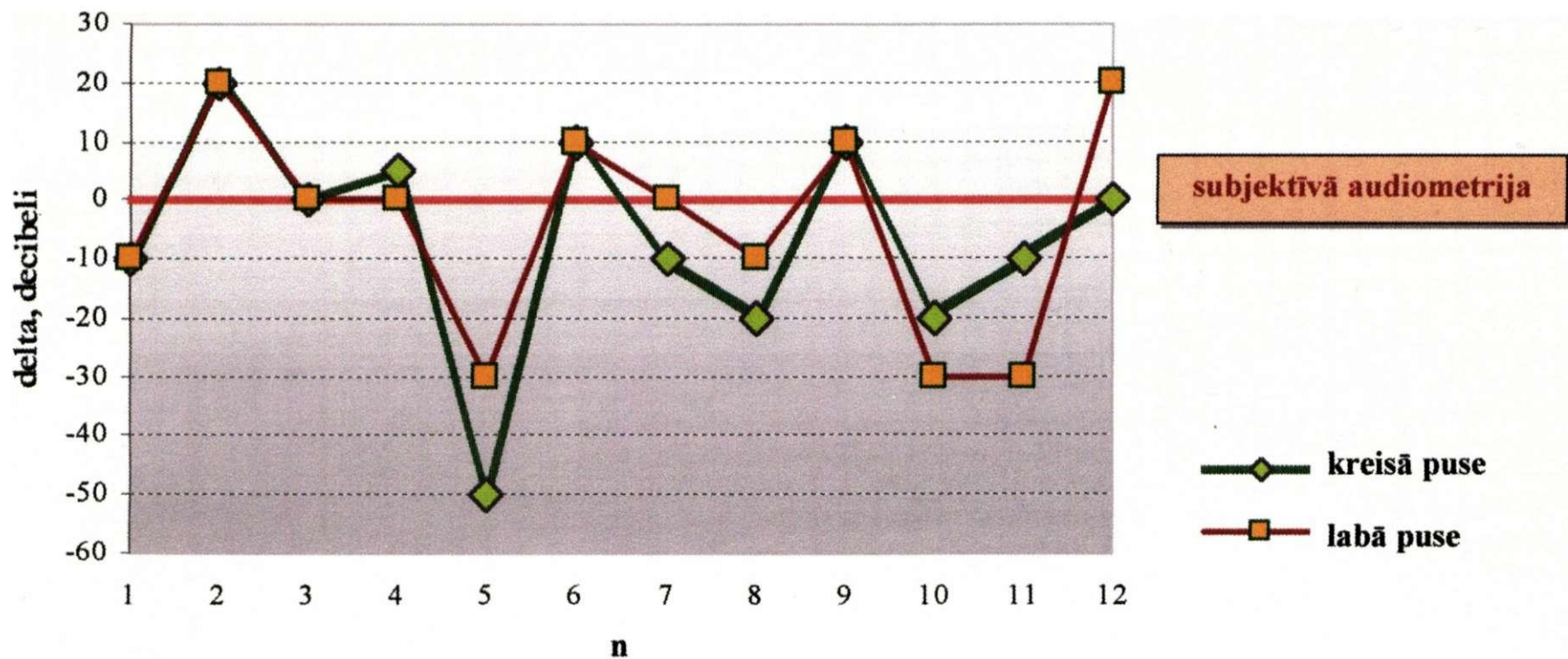
15. attēls. Salīdzinošā dzirdes sliekšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju 2 gadus veciem bērniem



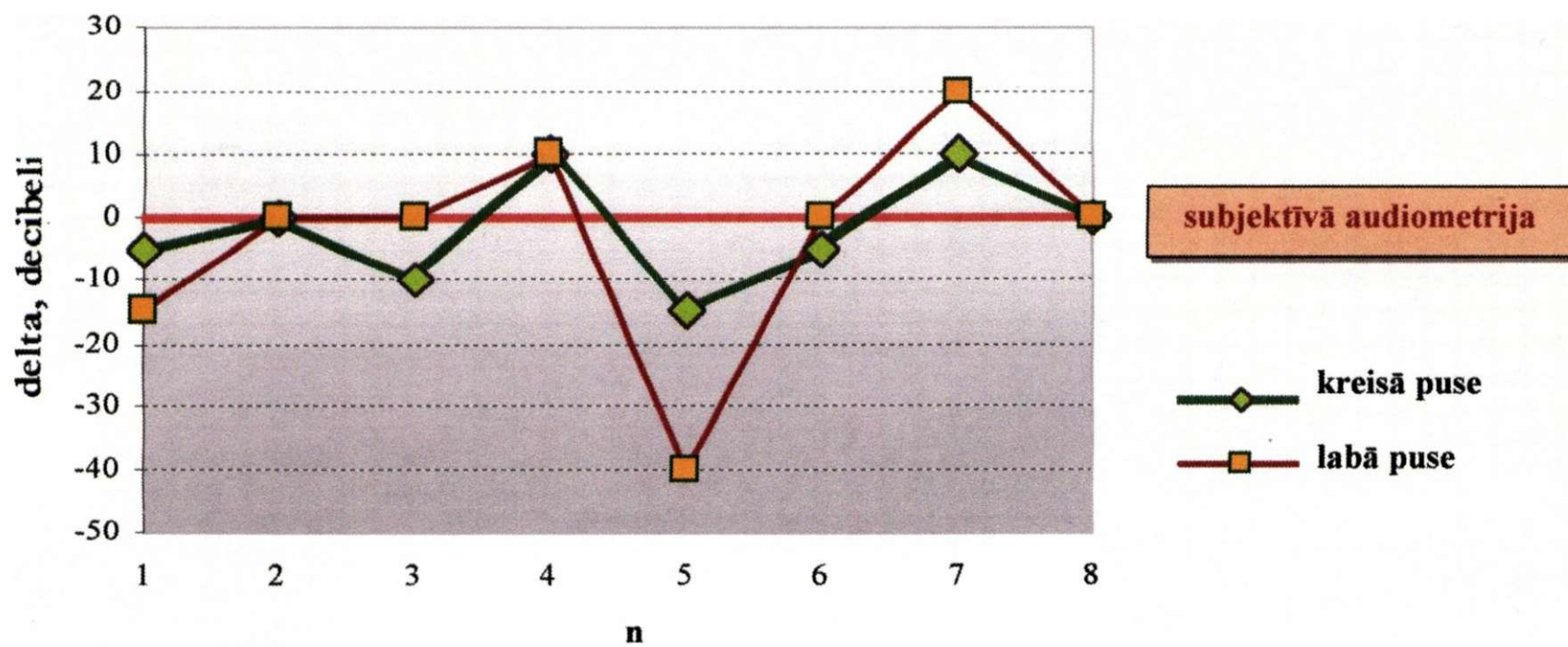
16. attēls. Salīdzinošā dzirdes sliekšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju 3 gadus veciem bērniem



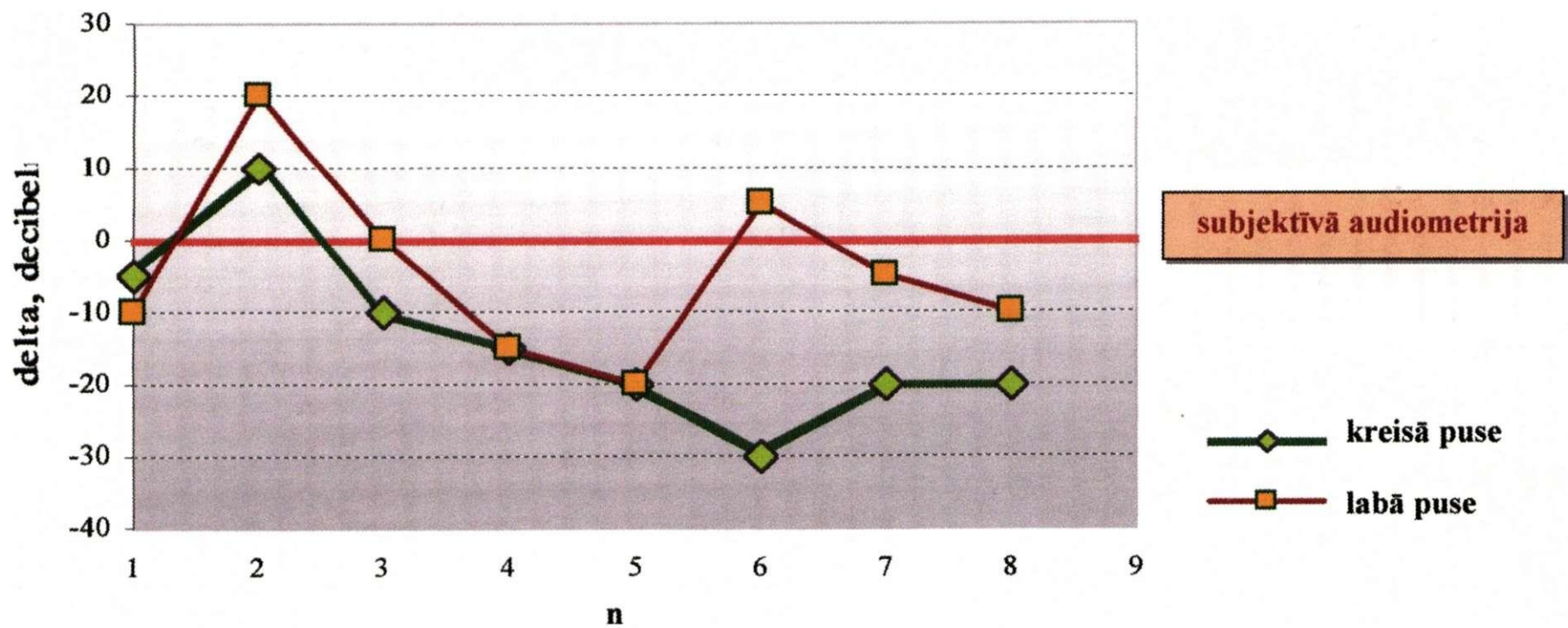
17. attēls. Salīdzinošā dzirdes slietkšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju 4 gadus veciem bērniem



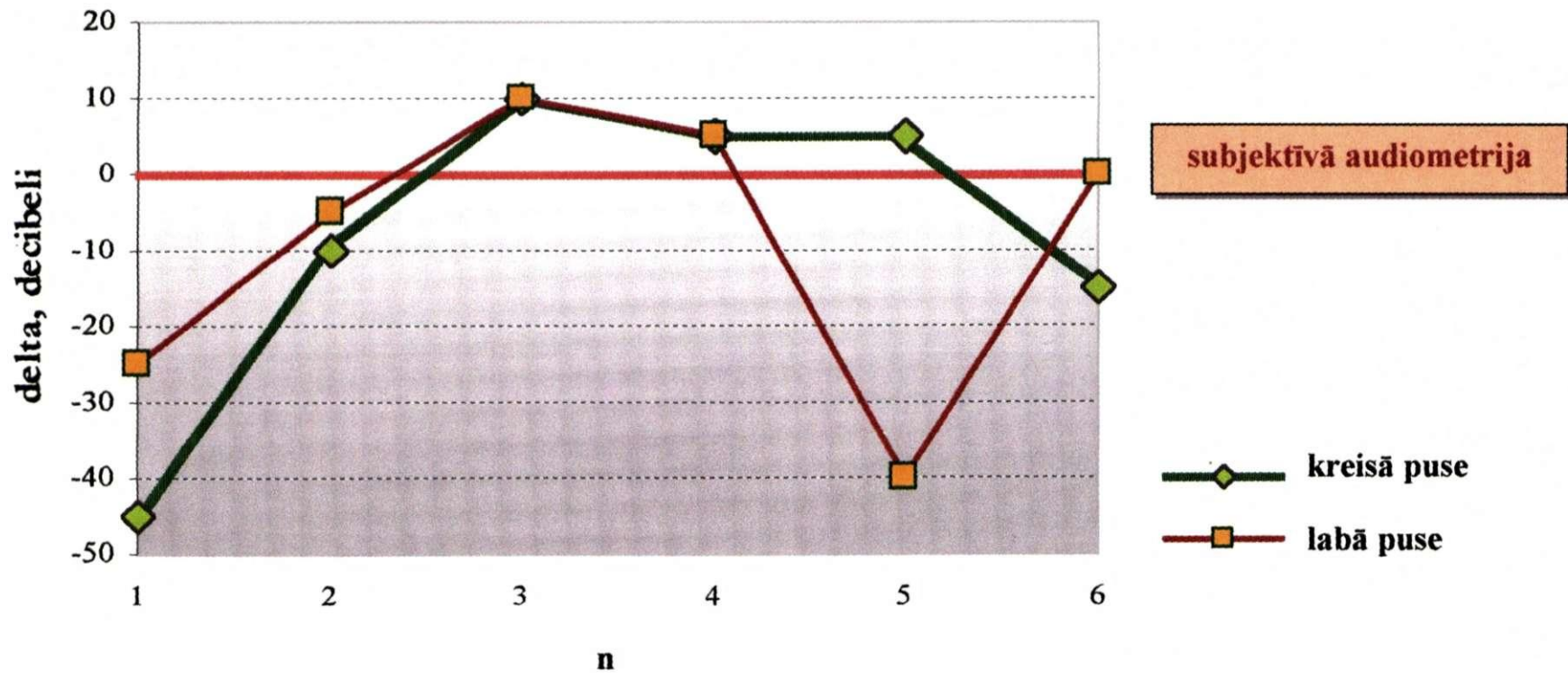
18. attēls. Salīdzinošā dzirdes slietkšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju 5 gadus veciem bērniem



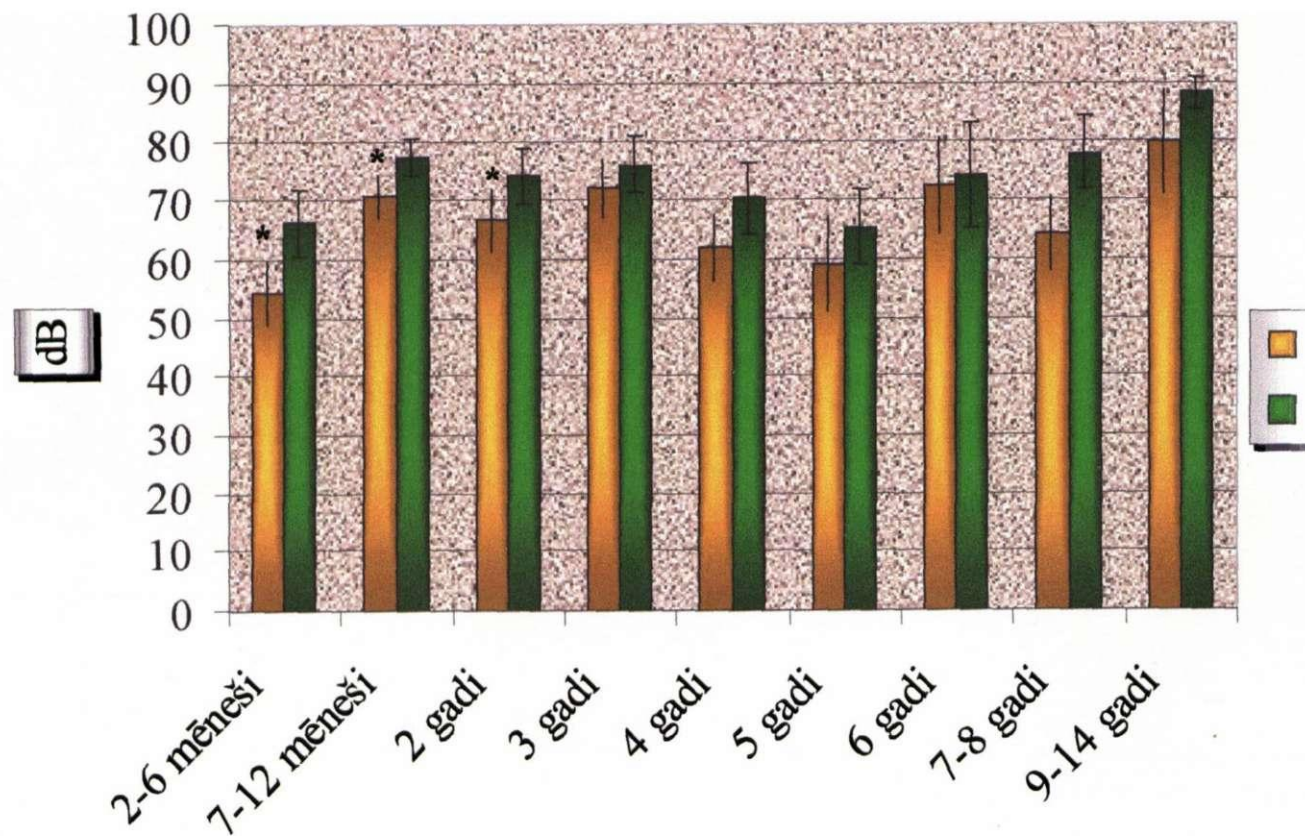
19. attēls. Salīdzinošā dzirdes sliekšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju 6 gadus veciem bērniem



20. attēls. Salīdzinošā dzirdes sliekšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju 7-8 gadus veciem bērniem



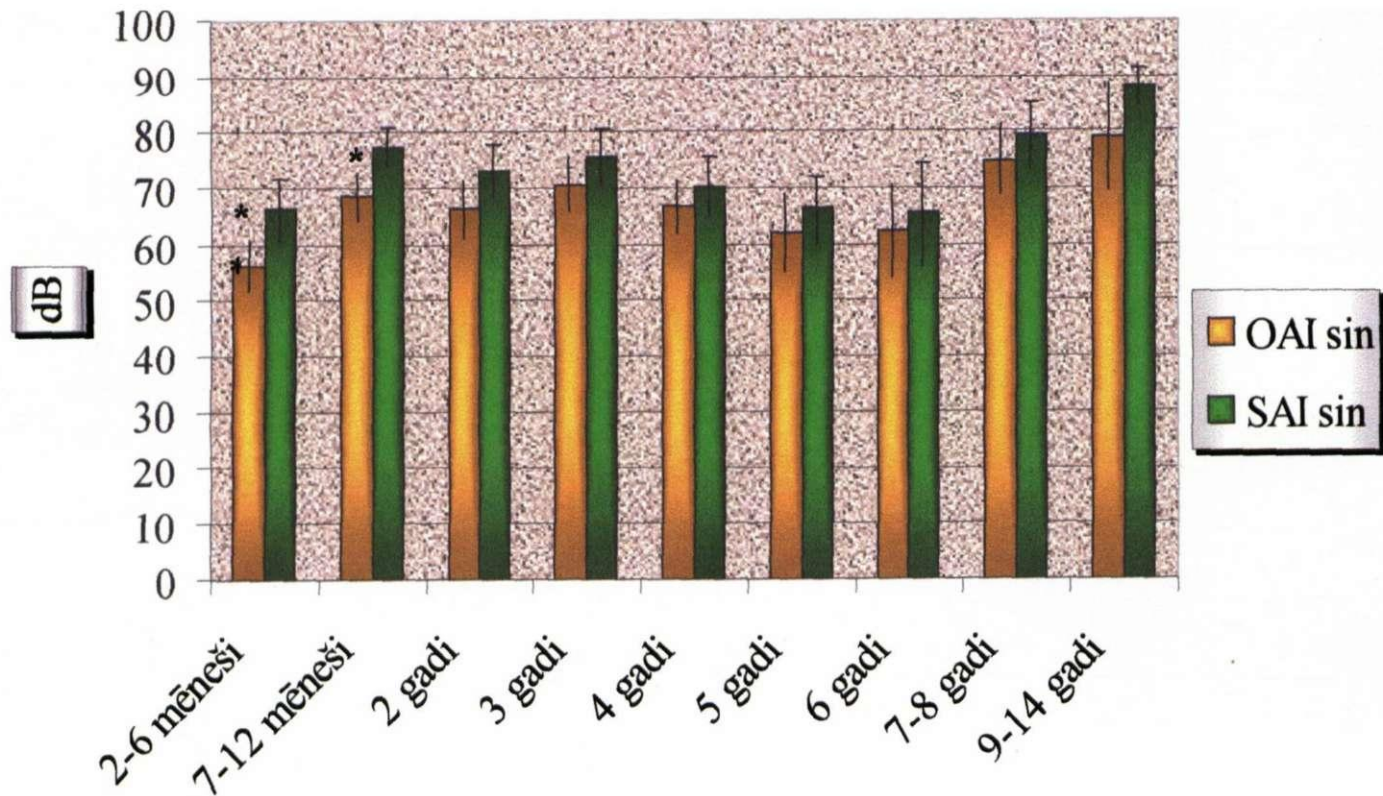
21. attēls. Salīdzinošā dzirdes sliekšņa noteikšana ar subjektīvo un objektīvo audiometriju 9-14 gadus veciem bērniem



22. attēls. Vidējais minimālais skaņas stiprums (dB), uz ko reaģēja dažādu vecumgrupu bērni (OAI - objektīvā audio audiometrija, dx – labā puse)

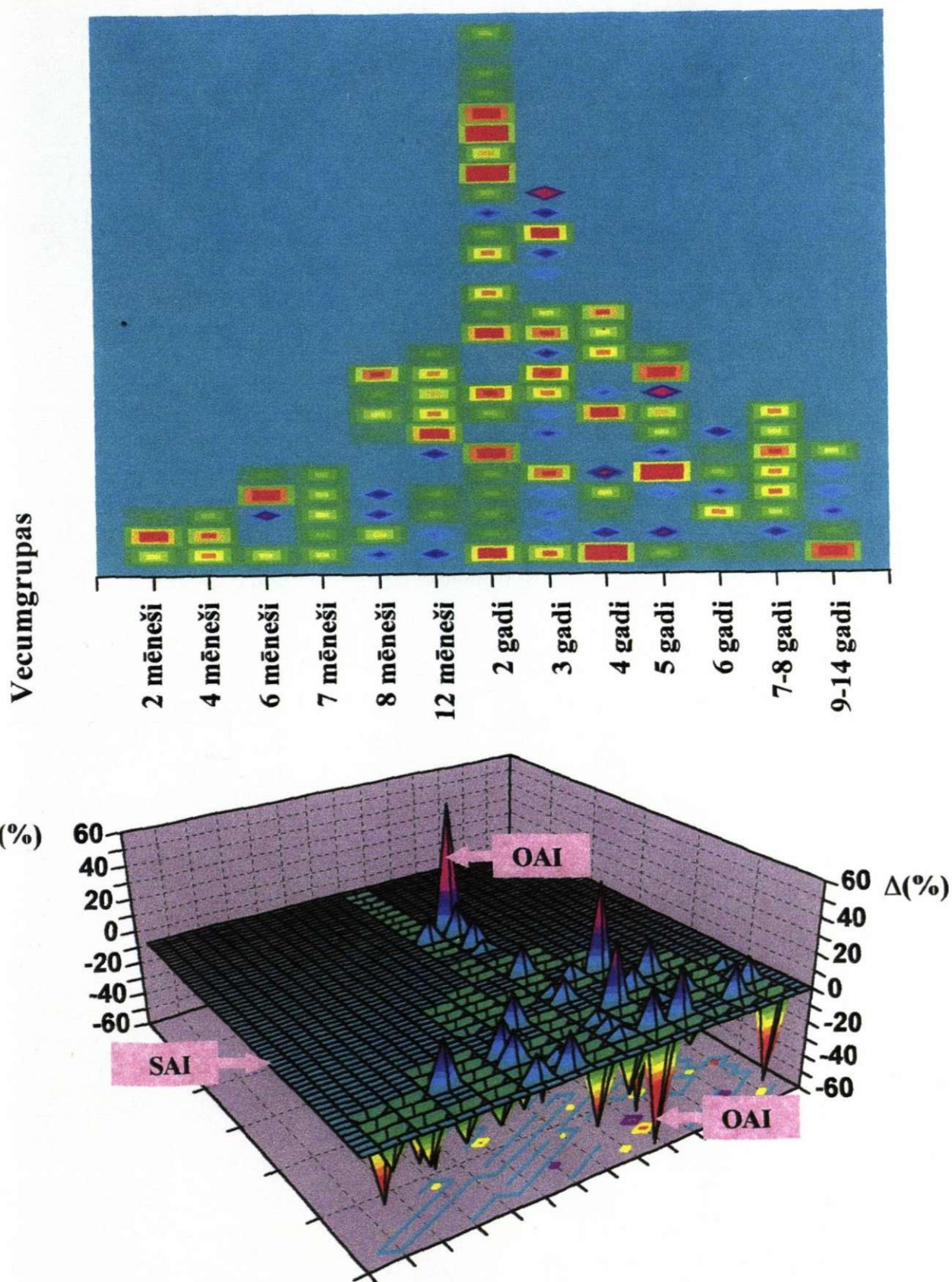
\*  $p < 0,05$  Stjūdenta ttests sapārotiem lielumiem, OAI pret attiecīgās grupas SAI



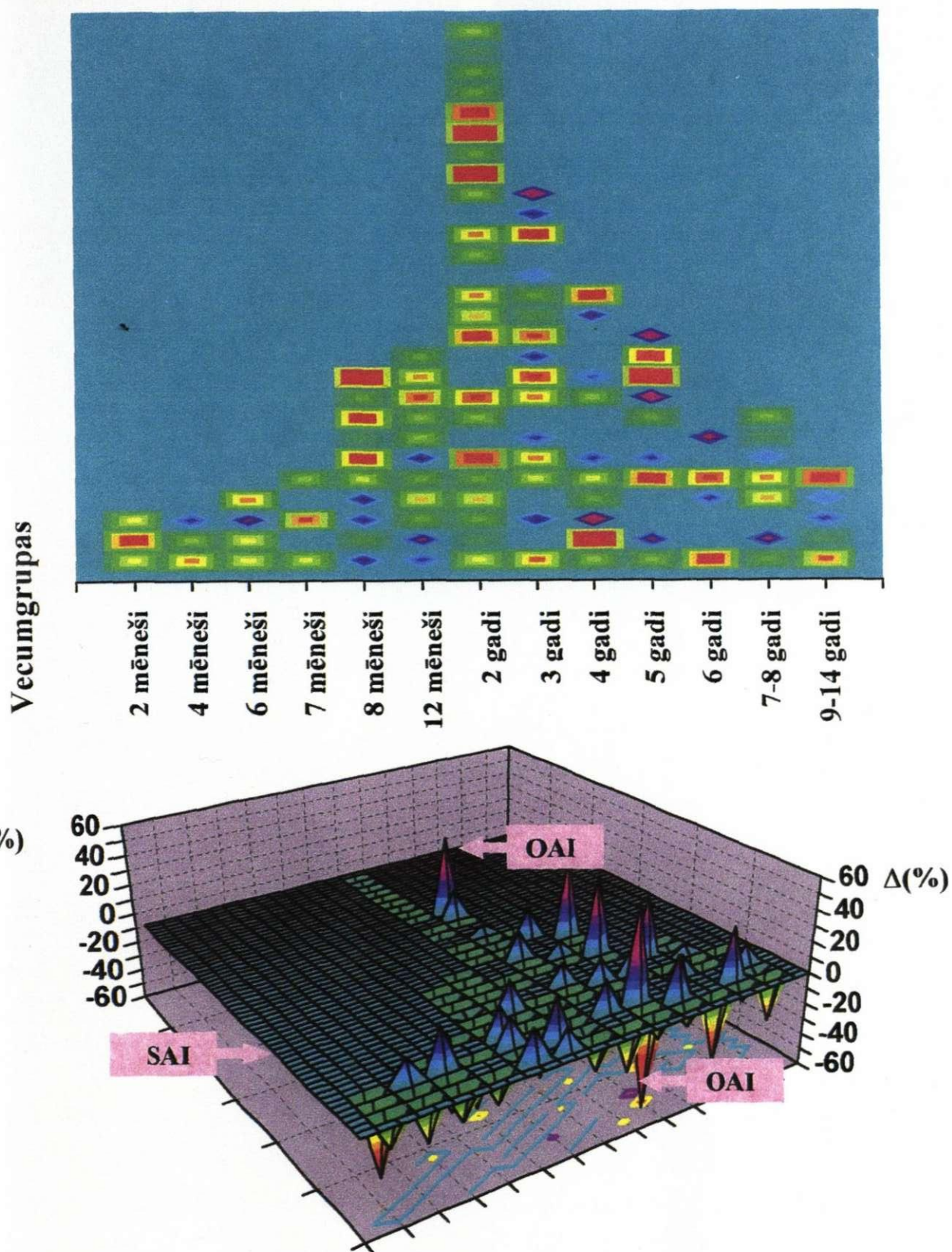


23. attēls. Vidējais minimālais skaņas stiprums (dB), uz ko reaģēja dažādu vecumgrupu bērni (OAI - objektīvā audiometrija, SAI – subjektīvā audiometrija, sin – kreisā puse)

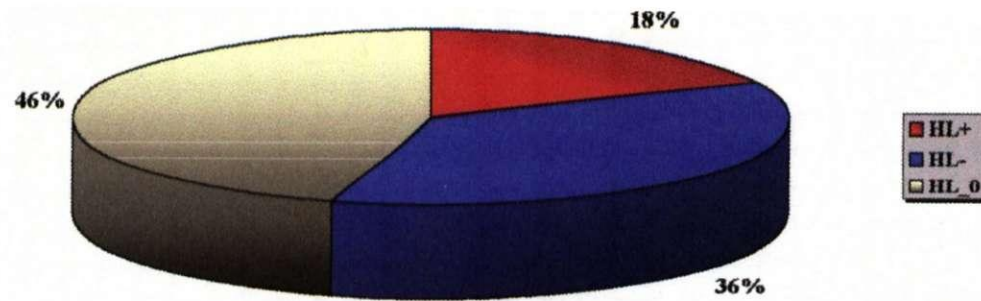
\*  $p < 0,05$  Stjudenta ttests sapārotiem lielumiem, OAI pret attiecīgās grupas SAI



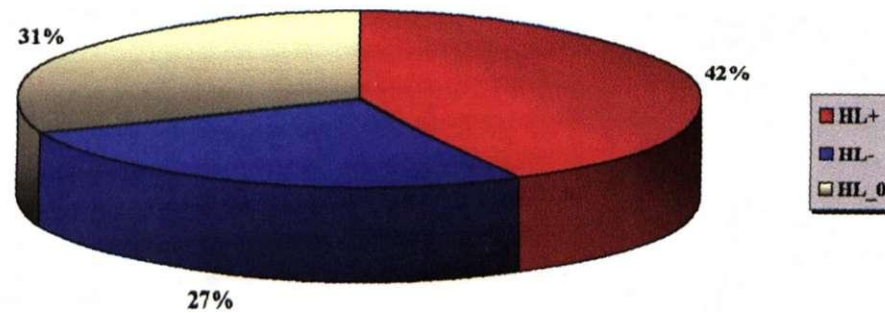
24. attēls. Labās puses dzirdes sliekšņa spektrālais sadalījums dažādu vecuma grupu bērniem, attēlots kontūrgrafiskā veidā



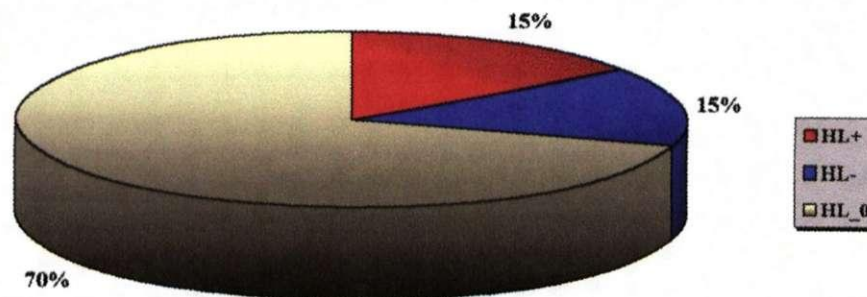
25. attēls. Kreisās puses dzirdes sliekšņa spektrālais sadalījums dažādu vecumgrupu bērniem, attēlots kontūrgrafiskā veidā



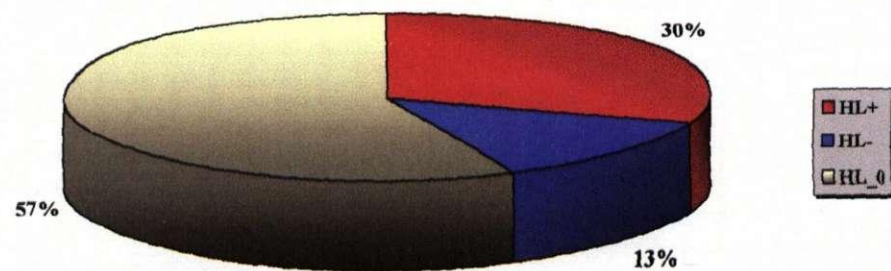
26. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju bērniem 2-6 mēnešu vecumā. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds



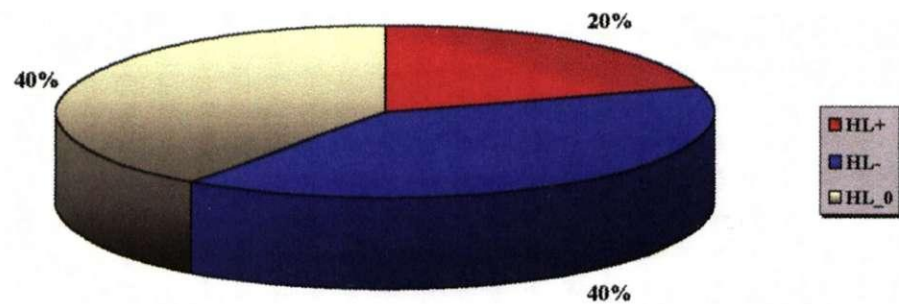
27 attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju bērniem 7-12 mēnešu vecumā. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds



28. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju 2 gadus veciem bērniem. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds

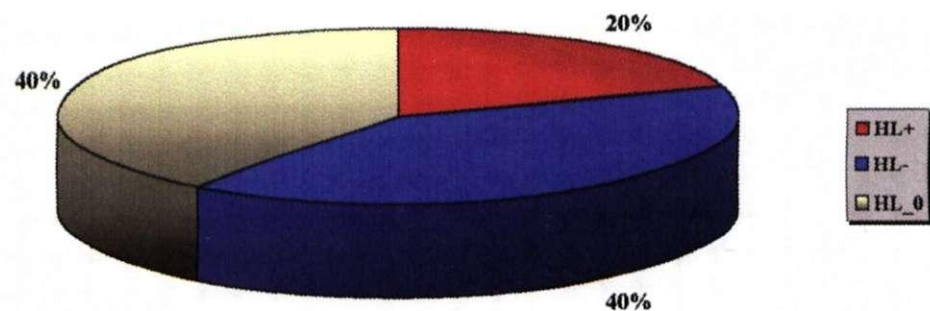


29. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju 3 gadus veciem bērniem. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds

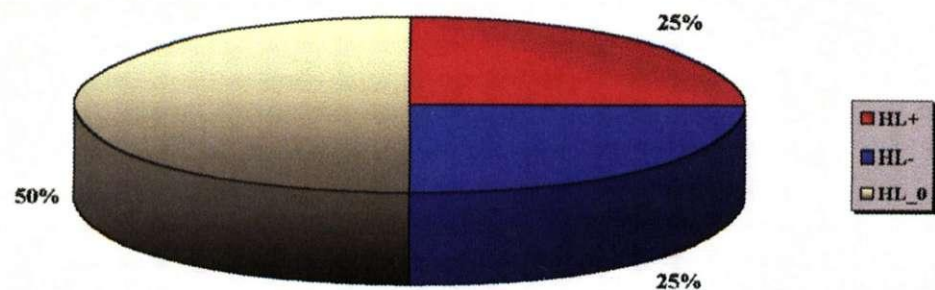


30. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju 4 gadus veciem bērniem. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds

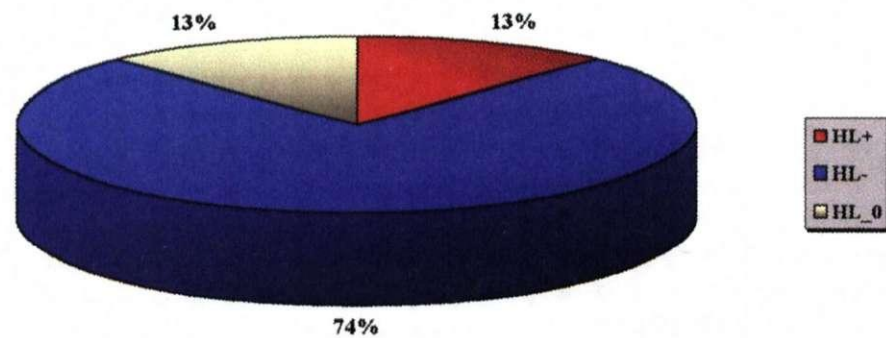




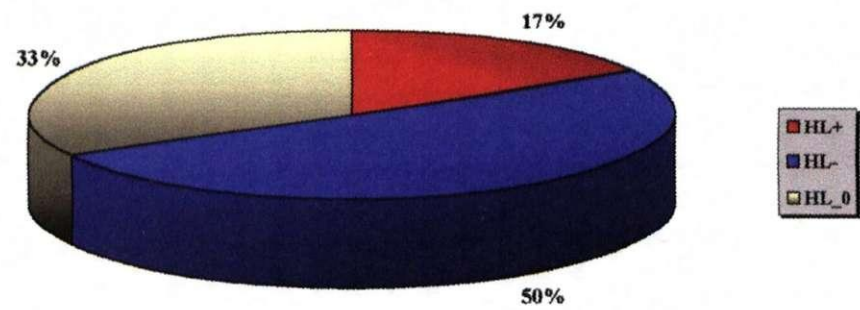
31. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju 5 gadus veciem bērniem. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds



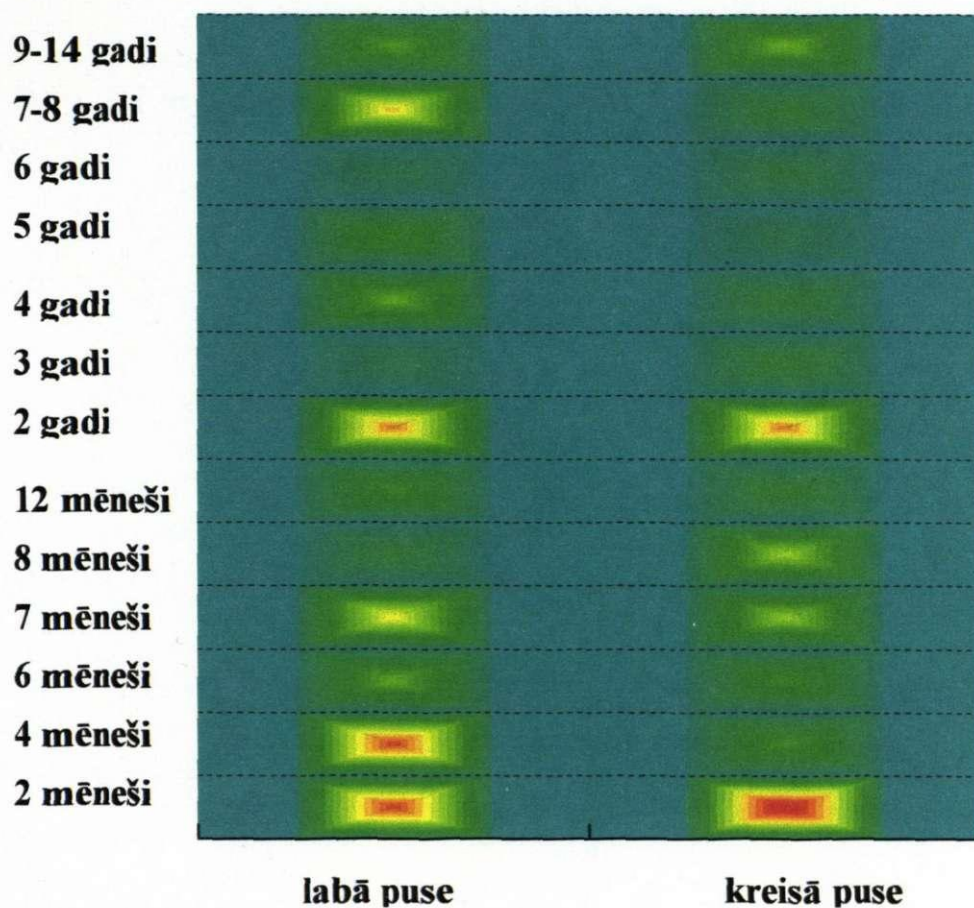
32. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju 6 gadus veciem bērniem. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds



33. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju 7-8 gadus veciem bērniem. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds



34. attēls. Asimetrija dzirdes jutīgumā starp labo un kreiso pusi, kas noteikta ar objektīvo audiometriju 9-14 gadus veciem bērniem. HL+: dzirdes sliekšnis labajā pusē augstāks nekā kreisajā; HL-: dzirdes sliekšnis labajā pusē zemāks nekā kreisajā; HL\_0: dzirdes sliekšnis abās pusēs vienāds



35. attēls Objektīvās audiometrijas metodes jutīgums dzirdes sliekšņa noteikšanā dažādu vecumgrupu bērniem salīdzinājumā ar subjektīvo metodi (zilganais fons). Rezultāti attēloti kā katras vecumgrupas vidējais dzirdes sliekšnis, izteikts procentos pret tādiem pašiem rādītājiem, kas iegūti ar subjektīvo metodi. Intensīvāks krāsojums norāda uz zemāku dzirdes sliekšni. Būtiskas statistiski ticamas atšķirības redzamas gadījumos ar intensīvu oranžsarkano iekrāsojumu

## 7. DISKUSIJA

Jautājumā par to, vai bērnu ar dzirdes traucējumiem attīstības rehabilitācijas sekmīgai norisei nepieciešama precīza un agrīna dzirdes traucējumu diagnosticēšanas metode, dažādu autoru domas nedalās (Hellbrügge Th. 1985; Brack U.B. 1986; Giebel A. 1986; Grañdorí F. 1994; Leonhardt A. 1998). Būtiski ir sekmīgi atklāt visus to bērnu dzirdes traucējumus, kuru dzirdes sliekšnis varētu būt virs 30 dB, t.i., kuriem iespējams dzirdes traucējums, kas var negatīvi ietekmēt valodas attīstību (Giebel A., 1996).

Gan smadzeņu stumbra elektriskā atbilde uz 30 un 40 dB stipru akustisku kairinātāju, gan otoakustiskā emisija izslēdz šāda dzirdes traucējuma iespēju. (Giebel A. 1997).

Mūsu veiktā pētījuma rezultāti, liecina par to, ka objektīvo audiometrisko izmeklējumu dati atšķiras no subjektīvi iegūtās atrades. Būtiskas, statistiski ticamas ( $p < 0,05$ ) atšķirības tika novērotas vecumgrupās: 2 līdz 6 mēneši, 7 līdz 12 mēneši un 13 līdz 24 mēnešiem. Subjektīvā dzirdes reakciju novērtēšana pirmajos dzīves mēnešos ir ļoti sarežģīta. Reakcijas sliekšnis ir rūpīgi jānošķir no dzirdes sliekšņa. Jāņem vērā normālā reakcijas sliekšņa lielo svārstību iespējas un plašā to amplitūda. Domājams, ka izmeklētāja nespēja nošķirt reakcijas sliekšni no dzirdes sliekšņa ir viens no iemesliem mūsu pētījumā iegūto objektīvo un subjektīvo audiometrisko izmeklējumu datu atšķirībai. Arī literatūrā (Böhme G., Welzl M. 1993) sastopamas norādes par to, ka veselu zīdaiņu dzirdes sliekšnis neatšķiras no normāli dzirdošu pieaugušo dzirdes sliekšņa, bet subjektīvi novērojamo reakciju sliekšnis nepārtraukti pazeminās no vidēji 80 dB tūlīt pēc dzimšanas līdz 20 dB 1 gada vecumā, kas nav pretrunā ar mūsu skaidrojumu subjektīvi un objektīvi iegūto rezultātu atšķirībai. Domājams, ka subjektīvās diagnostikas veicēja kļūdu iemesls ir arī izteiktā vājdzirdīgu zīdaiņu vizuālās orientācijas prevalence pār akustisko. Literatūrā sastopamās norādes par to, ka 4-36 mēnešu veci bērni labāk par akustisku kairinājumu uztver vizuālus kairinājumus (Starr A., Ainslie R., Martin W., Sanders S 1977) ir kontekstā ar šo apgalvojumu. Uz neprecizitātēm dzirdes sliekšņa nošķiršanā

no reakcijas sliekšņa norāda arī tas, ka mūsu pētījumā ar akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu metodi izmeklētajiem bērniem 62% gadījumos izdevās noteikt zemāku HL kā izmeklējot šos bērnus ar subjektīvo metožu palīdzību.

Dzirdes sliekšņa asimetriju katrā no izmeklētajām grupām izdevās noteikt tikai objektīvos dzirdes izmeklējumos. Zīdaiņiem (2-6 mēneši un 7-12 mēneši) un pirmsskolas vecuma bērniem (2,3,4,5 un 6 gadi) tika novērota līdzīga asimetriska atrade – HL+ bija 13-40% (vidēji 27%), HL- bija 15-42% (vidēji 24%), bet skolas vecuma bērniem (7-8 gadi un 9 - 14 gadi) izteikti dominēja labās puses dzirdes sliekšņa pazeminājums – HL- bija 50-74% (vidēji 62%), savukārt HL+ bija 13-17% (vidēji 15%), kā arī asimetrijas pieaugums starp labās un kreisās puses HL, kas, domājams, skaidrojams ar smadzeņu pusložu funkcionālo asimetriju. 95% cilvēkiem dzirdes un valodas funkcijas realizēšanā dominē kreisā hemisfēra (Bannister R. 1985). Mūsu pētījums, ņemot vērā šo smadzeņu funkcionālo asimetriju, ļauj mums netieši secināt, ka smadzeņu dzirdes centra funkcionālā mazspēja pieaug līdz ar bērna vecumu.

Domājot par akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu metodes piemērotību praktiskai tās realizēšanai plašu skrīningprogrammu ietvaros, ir lietderīgi salīdzināt mūsu pētījuma gaitā iegūtās atziņas ar priekšnoteikumiem, kurus skrīningprogrammu realizēšanai ieteikuši citi autori, piemēram Jacobson J.T., Jacobson C.A. Spahr R.C., 1990.

1) Skrīninga programmas izmaksas šodien, nosaka galvenokārt nepieciešamais personāls. Tāpēc izmeklējumam jābūt tik vienkāršam, ka to var veikt apmācīts palīgpersonāls. Arī izmeklējuma ilgumam ir svarīga nozīme.

Mūsu izmeklējumu veikšanā tika pieaicināti anesteziologs un anestezioloģijas māsa, kas nodrošināja adekvātu pacienta sedāciju izmeklēšanas kvalitatīvai realizēšanai.

2) Rezultātu izvērtēšanā nebūtu jāiesaista eksperti. Tādēļ vienīgā iespēja nodrošināt skaidru un nemainīgu skrīninga rezultātu kvalitāti ir mērījumu automātiska izvērtēšana.

Mūsu pētījuma gaitā veicām izmeklējumus, kā arī interpretējām to rezultātus.

3) Skrīninga programmas jutībai un specifiskumam jābūt pietiekami augstam. Jutība ņem vērā galvenokārt ētiskos aspektus (nepalaist garām nevienu bērnu ar dzirdes traucējumu), bet specifiskums lielā mērā nosaka visas programmas izmaksas. 95% specifiskums nozīmē, ka 5% bērnu ar pietiekamu dzirdes spēju skrīningā konstatēs dzirdes traucējumu. 0,1% visu jaundzimušo ir ārstējams dzirdes traucējums. Tādējādi uz katru bērnu ar dzirdes traucējumu ir 50 normāli dzirdoši bērni, kuriem pēc skrīninga datiem jāveic dzirdes diagnostika. Bez izmaksām vērā jāņem arī tas, kādu iespaidu pozitīva skrīninga atbilde atstās uz vecākiem.

Mūsu pētījuma rezultātu jutība un specifiskums ir atbilstoši augsti, lai akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu metodi izmantotu skrīningizmeklēšanā, taču, ņemot vērā nepieciešamību izmeklējumus veikt sedācijā, papildus piesaistot personālu, kā arī to, ka katru pieraksta līkni nācās interpretēt individuāli, traucē akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanu nevar rekomendēt kā skrīningizmeklēšanas metodi.

Jutību un specifiskumu nevar vienlaicīgi bezgalīgi paaugstināt. Tāpēc ir jāizšķiras starp ētiskām un materiālām vērtībām (Giebel A., Redeman E. 1993.a).

Pēdējos gados ir attīstītas tehniskas sistēmas, kuras atbilst skrīninga programmu prasībām to pielietošanai skrīninga programmās. Šo sistēmu pamatpazīme ir izmērīto signālu statistiskā analīze - matemātiski katru reizi tiek aprēķināta kļūdas iespējamība (vai mērītais signāls tiešām nāk no dzirdes kanāla atbilstošajiem avotiem). Šos aprēķinus nevar bezgalīgi uzlabot, jo mērīšanas laiks ir ierobežots. Tipiskiem aparātiem, kuri izmanto signālstatistikos paņēmienus, kļūdas iespējamība ir 0,1% (Giebel A., Redeman E., 1993.b.).

Ar aparātiem, kas veic akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanu, ir veikti daudzi validitātes pētījumi, kuri pierāda augstu validitāti valodas attīstību ietekmējošo dzirdes traucējumu noteikšanā jaundzimušajiem (sensitivitāte ap 99,5%, specifiskums - 98-99%). Šīs metodes trūkums ir tas, ka izmeklējuma laikā pie galvas ādas jāpiestiprina elektrodi. Neskatoties uz izmeklējuma īslaicīgumu (5-10 min), vecākiem un personālam tas bieži šķiet nepieņemams. Tāpēc plašam skrīningam ir nepieciešamas alternatīvas metodes. Šobrīd jau ir aparāti, kuros



elektrodi ir savienoti ar austiņām akustiskajam kairinātājam un nav atsevišķi jāpiestiprina (Lenarz Th., 1997/1998).

Veicot mūsu pētījumu, nekonstatējām iebildes no vecāku vai personāla puses sakarā ar elektrodu piestiprināšanu pie galvas ādas, taču izmeklējuma vidējais laiks (20 min), kā arī anesteziologa klātbūtnes nepieciešamība, neļauj akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanu ieteikt kā skrīningmetodi.

Skrīningizmeklējumiem ar otoakustisko emisiju palīdzību ir nepieciešams iestiprināt tikai mazu zondi ārējā dzirdes kanālā. Pašreiz jau ir aparāti, kuri tālāko procesu organizē automātiski. Mērīšanas ilgums vēl vairāk, nekā mērot smadzeņu stumbra potenciālus, ir atkarīgs no individuālām un lokālām pazīmēm, toties ilgst atsevišķos gadījumos tikai dažas sekundes. Pētījumos pierādīts, ka šīs metodes jutība ir virs 99% (Giebel A., 1997). Specifiskums ir atkarīgs no vieglu dzirdes traucējumu biežuma izmeklējamā grupā, jo emisiju reģistrēšana ir apgrūtināta jau vieglu skaņas vadīšanas traucējumu gadījumos. Tādēļ vecumā no 3 dienām līdz 4 nedēļām specifiskums ir visaugstākais (96-98%) un samazinās, pieaugot Eistahija kanāla funkcionālo traucējumu biežumam (ap 90% 6 mēnešu vecumā) (Lenarz Th., 1997/1998).

Dzirdes sliekšņa noteikšanai izmantojot objektīvās audiometrijas metodi, mūsu pētījumā uzskatāmi pierādītas akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metodes priekšrocības salīdzinājumā ar subjektīvajām izmeklēšanas metodēm agrīnā un precīzā dzirdes sliekšņa noteikšanā (35. attēls). Ņemot vērā literatūras avotu datus par otoakustiskās emisijas metodes priekšrocībām skrīningizmeklējumos, domāju, ka lietderīgi šīs metodes nevis pretnostatīt, lai noskaidrotu, kura no tām efektīvāka zīdaiņa un maza bērna vecumā, bet gan censties tās sekmīgi kombinēt: skrīningprogrammās izmantot otoakustiskās emisijas metodi, bet bērniem, kuriem dzirdes sliekšnis ir virs 30 dB, t.i., kuriem iespējama valodas attīstības aizture dzirdes traucējumu dēļ, precīzu dzirdes sliekšņa noteikšanu veikt ar akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metodi.

## 9. NOVITĀTES UN PRAKTISKĀS REKOMENDĀCIJAS

Pētījuma rezultātu novitāte saistāma ar pārlicinošu pierādījumu tam, ka akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metode efektīvāk nekā subjektīvās izmeklēšanas metodes ļauj diagnosticēt dzirdes traucējumus bērniem, kuriem dzirdes sliekšnis ir virs 30 dB. Nozīmīga praktiska rekomendācija, kas izriet no šīs atziņas, ir ieteikums akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metodes lietot agrīni (līdz 6 mēnešu vecumam), kad novērotas ievērojamas iegūto rezultātu atšķirības, dzirdes traucējumu diagnostikā lietojot objektīvo un subjektīvo izmeklēšanas metodi. Akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metode efektīvāk nekā subjektīvās izmeklēšanas metodes ļauj ne tikai precizēt dzirdes sliekšni, bet arī konstatēt gadījumus, kad tas ir asimetrisks. Subjektīvā audiometriskā izmeklēšana šai vecumā tādu informāciju nesniedz. Iegūti rezultāti, kas netieši norāda uz smadzeņu dzirdes centra funkcionālās mazspējas pieaugumu līdz ar bērna vecumu. Šos mūsu veiktā pētījuma rezultātus aktualizē agrīnai bērna attīstībai (pirmajos 6 dzīves mēnešos) raksturīgā bērna spēja imitēt mātes ekspresīvās runas motorās aktivitātes, kas savukārt nosaka bērna un mātes preverbalās komunikācijas kvalitāti un agrīnas vārdzirdīgo bērnu attīstības rehabilitācijas efektivitāti.

Anesteziologa klātbūtne, nepieciešamība piestiprināt elektrodus pie galvas ādas, metodes izmaksas, nepieciešamība pēc individuālas, augsti kompetentas iegūto rezultātu interpretācijas, kā arī augstais vidējais dzirdes objektīvā izmeklēšanas laika un materiālo līdzekļu patēriņš traucē akustiski izraisīto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metodi rekomendēt pediatriem un ģimenes ārstiem kā skrīningmetodi bērnu dzirdes sliekšņa noteikšanai.

Ņemot vērā mūsu pētījuma rezultātus, kas uzskatāmi pierāda akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metodes priekšrocības

salīdzinājumā ar subjektīvajām izmeklēšanas metodēm agrīnai un precīzai dzirdes sliekšņa noteikšanai, un salīdzinot literatūras avotu datus par otoakustiskās emisijas metodes priekšrocībām skrīningizmeklējumos, būtu lietderīgi šīs metodes nevis pretnostatīt, bet gan censties tās sekmīgi kombinēt: skrīningprogrammās izmantot otoakustiskās emisijas metodi, bet bērniem, kuriem dzirdes sliekšnis ir virs 30 dB, t.i., kuriem iespējama valodas attīstības aizture dzirdes traucējumu dēļ, precīzu dzirdes sliekšņa noteikšanu veikt ar akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu mērīšanas metodi.

## 10. LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Ahrbeck B. Gehörlosigkeit und Identität. Probleme der Identitätsbildung Gehörloser aus der Sicht soziologischer und psychoanalytischer Theorien. Hamburg 1992.
2. American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing: 1994 Position Statement Pediatrics 95 1995. 152 - 156 P.
3. Ayres J. Bausteine der kindlichen Entwicklung. Springer, Heidelberg 1992. - 145 S.
4. Ayres J. Lernstörungen, sensorisch-integrative Dysfunktionen. Springer, Heidelberg 1979. - 367 S.
5. Bagus J. Effizienzanalyse von Präventionsprogrammen, dargestellt am Beispiel der Vorbeugung, Früherkennung und Frühförderung hörgeschädigter Kinder. Spardorf 1983.
6. Benninghoff A. Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen. Urban & Schwarzenberg 1994.
7. Brack U. B. Frühdiagnostik und Frühtherapie. Psychologische Behandlung von entwicklungs- und verhaltensgestörten Kindern. Psychologie Verlags Union, Urban & Schwarzenberg, München – Weinheim, 1986. – 438 S.
8. Boothroyd A. Residual hearing and the problem of carry-over in the speech of the deaf. ASHA Reports, No. 15 (1985a) 8 – 14.
9. Boothroyd A. Evaluation of speech production of the hearing-impaired: some benefits of forced – choice testing. JSHR, Vol 28 (1985b) 185 – 196.
10. Böhler D. (Hrsg.): Elternarbeit konkret. Unser Kind ist hörbehindert. Dialog und Praxis. Ein Begleitbuch für Eltern. (Eigenverlag). Meggen (CH) 1992.
11. Böhme G. u. Welzl-Müller K.: Audiometrie: Hörprüfungen im Erwachsenen und Kindersalter, Verlag Hans Huber, Bern, 1993. 31 – 32 S.

12. Cacace A. T., Shy M., Staya-Murti S. Brainstem auditory evoked potentials: A comparison of two high frequency filter settings. *Neurology*, 1980. Nr 30, 765. - 767. p.
13. Campbell K. B., Bartoli E. A. Human auditory evoked potentials during natural sleep: The early components. *Electroencefalogr. Clin. Neurophysiol*, 1986. Nr 12, 474. – 489. p.
14. Castillo-Morales R. Die orofaziale Regulationstherapie. Pflaum, München, 1991. – 237 S.
15. Castillo-Morales R. Neuromotorische Entwicklungstherapie durch frühzeitige Stimulierung von motorischen Punkten. Hansisches Verlagskontor, Lübeck, 1978. – 300 S.
16. Christ B. Medizinische Embryologie. Ullstein 1998.
17. Chiappa K. H., Gladstone K. J., Young R. R. Brainstem auditory evoked responses: Studies of wave form variations in 50 normal human subjects. *Arch. Neurol.*, 1979. Nr 36, 81, - 87. p.
18. Chu N. S. Age-related latency changes in the brain-stem auditory evoked potential. *Electroencefalogr. Clin. Neurophysiol*, 1985, Nr 62, 431. - 436.p.
19. Claussen W. H. Die Erziehung der Schwerhörigen – eine Pädagogik im Zwischenfeld. In: *Hörgeschädigtenpädagogik* 34. Heidelberg 1980, S. 311 – 316
20. Claussen W. H. Reizwort 'Integration (I)' – Zur gegenwärtigen Krise der Schwerhörigen Schule. In: *Hörgeschädigtenpädagogik* 43/4. Heidelberg 1989. S. 195 - 207; Reizwort 'Integration (II)' – Zur gegenwärtigen Krise der Schwerhörigen Schule. In: *Hörgeschädigtenpädagogik* 43/5. Heidelberg 1989. S. 280 - 291
21. Davis H. Brainstem and other responses in electric response audiometry. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*, 1976. Nr 85, 3. - 14. p.
22. Douek E. E., Gibson W. P. R., Humphries K. N. The crossed acoustic response. *J. Laryngol. Otol.*, 1973. Nr 87, 711. - 726.p.
23. Drews U. Taschenatlas der Embryologie. Thieme 1993.

24. Ebner A., Scherg M., Dietl H. Das akustisch evozierte Hirnstammpotential in der klinisch neurologischen Anwendung. EEG EMG 11, 1980. 205 - 210. S.
25. Eggermont J. J., Don M. Mechanisms of central conduction time prolongation in brainstem auditory evoked potentials. Arch. Neurol., 1986. Nr 43, 116. - 120. p.
26. Ernst B. Grundsätze der neuromotorischen psychologischen Entwicklungsdiagnostik. Stuttgart: Enke, 1983. – 270 S.
27. Erulkar S. D. Physiological studies of the inferior colliculus and medial geniculate complex. In: Keidel W.D., Neff W. D.(eds) Auditory system. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (Handbook of sensory physiology, Vol V/2) 1975. 145. - 198. p.
28. Frank E. Von der Individualität zur Sozialität. In: Schweiz. Verein der Hörgeschädigtenpädagogen (Hrsg.): Gemütsbildung in der Erziehung und Schulung Hörgeschädigter – Auftrag oder Luxus? (Hörgeschädigtenpädagogik: Beiheft 19) Heidelberg 1986. S. 117 – 127
29. Fryauf–Bertschy H., Tyler R. S., Kelsay D., Gantz B. J., Woodworth G. Cochlear implant use by prelingually deafened children: The influences of age at implant and length of device use. Journal of Speech and Hearing Research, 40 (1997) 183 – 199.
30. Giebel A. Akustisch-evozierte Potentiale in Diagnostik und Screening bei Säuglingen. Sozialpädiatrie, 1986. Nr 8, 557. – 561. S.
31. Giebel A. Audiologische Basisdiagnostik mit otoakustischen Emissionen. Sozialpäd. U. KiPra 19 1997. 118 - 121 S.
32. Giebel A. Stufendiagnostik von Hörstörungen in der kinderärztlichen Praxis. Sozialpäd. U. KiPra 18 1996. 321 - 323 S.
33. Giebel A., Redeman E. Hörstörungen bei Neugeborenen früh erkennen. Gesundheits- und Bundesministeriums für Forschung und Technologie, 1993. Nr 3, 6. – 7. S.
34. Goff W. R., Allison T., Lyons W., Ficher T. C., Conte R. Origins of short latency auditory evoked potentials in man. Neurophysiol, 1977. Nr 2, 30. - 44.p.

35. Grandori F., Collet L., Kemp D., Salomon G., Schorn K., Thornton A.R. Universal screening for infant hearing impairment. European Concerted Action on Otoacoustic Emissions (letter Pediatrics 94 (1994) - 956 - 957 discussion - 959 - 963).
36. Gregory S., Mogford K. Early language development in deaf children. In: Perspective on british sign language and deafness. Beckenham 1981.
37. Gschwend G. Die neurophysiologischen Grundlagen der Rehabilitation. Hansisches Verlagskontor, Lübeck, 1994. - 187 S.
38. Gschwend G. Neurophysiologische Grundlagen der Hirnleistungsstörungen. Karger 1998.
39. Hecox K., Galambor R. Brainstem auditory evoked responses in human infants and adults. Arch. Otolaryngol, 1974. Nr 99, 30. – 33. p.
40. Heese G. Schwerhörigenpädagogik. In: Geschichte der Sonderpädagogik. Stuttgart 1983. S. 297 - 331
41. Heinemann M. Praktische Durchführung der Kinderaudiometrie. In: Subjektive Audiometrie bei Kindern und akustisch evozierte Potentiale. Gross Verlag, Bingen 1990.
42. Heinemann M., Döring W. H. Aktuelle Pädaudiologie. Arch. Oto-Rhino-Laryng. Suppl. II, 6 – 18 1986.
43. Hellbrügge Th. Die Montessori-Pädagogik und das behinderte Kind. Kindler, München, 1978. - 220 S.
44. Hellbrügge Th. Integrierte Erziehung. Fortschritte der Sozialpädiatrie, Band 3. Urban & Schwarzenberg, München, 1975. - 139 S.
45. Hellbrügge Th. Kindliche Sozialisation und Sozialentwicklung. Fortschritte der Sozialpädiatrie, Band 2. Urban & Schwarzenberg, München, 1978. - 124 S.
46. Hellbrügge Th. Klinische Sozialpädiatrie. Ein Lehrbuch der Entwicklungs-Rehabilitation. Springer, Berlin - Heidelberg - New York, 1981. 238 S.
47. Hellbrügge Th. Münchener Funktionelle Entwicklungsdiagnostik - erstes Lebensjahr. Fortschritte der Sozialpädiatrie, Band 4. Hansisches Verlagskontor, Lübeck, 1985. - 223 S.

48. Hellbrügge Th. Probleme des behinderten Kindes. Fortschritte der Sozialpädiatrie, Band 1. Urban & Schwarzenberg, München, 1973. - 120 S.
49. Hellbrügge Th. Screening und Vorsorgeuntersuchungen im Kindesalter. Fortschritte der Sozialpädiatrie, Band 8. Hansisches Verlagskontor, Lübeck, 1985. - 342 S.
50. Hellbrügge Th. Unser Montessori-Modell. Kinder, München, 1997. - 170 S.
51. Hellbrügge Th., Döring G. Das Kind von 0-6. 4. Aufl., mvg, München, 1994. - 354 S.
52. Hellbrügge Th., Wimpffen H. Die ersten 365 Tage im Leben eines Kindes. TR-Verlagsunion, München, 1973. - 402 S.
53. Hodson B., Paden E. Targeting intelligible speech, 2<sup>nd</sup> edition. Austin, TX: Pro-Ed. 1991.
54. Holm M. Frühe Hör- und Spracherziehung mit hörgeschädigten Kindern. Sozialpädiatrie, 1992. Nr 14, 430. - 433. S.
55. Hoth S., Lenarz Th. Elektrische Reaktions-Audiometrie. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1980. - 213 S.
56. Jacobson J. T., Jacobson C. A., Spahr R. C. Automated and conventional ABR screening techniques in high-risk infants. J Am Acad Audiology 1 (1990) - 187 - 195 P.
57. Jewett D. C., Williston J. S. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. Brain, 1971. Nr 94, 681. - 696. p.
58. Kammerer E. Kinderpsychiatrische Aspekte der schweren Hörschädigung. Stuttgart 1988.
59. Keidel W. D., Neff W. D. Auditory system. Handbook of sensory physiology Vol. V/1. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1974. Nr 5, 25. - 45. p.
60. Klinke R. Physiologie des Hörens I. In: Gauer O. H., Kramer K., Jung R. (Hrsg.) Hören, Stimme, Gleichgewicht. Urban & Schwarzenberg, München, Physiologie des Menschen, 1972. Bd 12, 9. - 55. S.
61. Klitzing L. Latenzverschiebungen der frühen akustisch evozierten Potentiale beim Menschen durch statische Magnetfelder. In: Nüsslin F., Windhausen H.



- (Hrsg.) NMR in der Medizin. Urban & Schwarzenberg, München, 1986. 190. - 210. S.
62. Kommission Pädaudiologie der Adano: Grundlagen einer effektiven Früherfassung hörgestörter Kinder. Sprache – Stimme – Gehör 15, 67 – 72 1991.
63. Kratzmeier H. Psychologische Fakten bei schwerhörigen Kindern. In: Sprache – Stimme – Gehör 14. Stuttgart 1990. S. 169 – 172
64. Kretschmann H. J. Klinische Neuroanatomie und kraniale Bilddiagnostik. Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York 1991. 376. p.
65. Krumholz A., Felix J. K., Goldstein P. J., McKenzie E. Maturation of the brainstem auditory evoked potentials in premature infants. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol, 1985. Nr 62, 124. - 134. p.
66. Köhler G., Egelkraut H. Münchener Funktionelle Entwicklungsdiagnostik für das zweite und dritte Lebensjahr. Handanweisung. Aktion Sonnenschein, München, 1984. – 421 S.
67. Lenarz Th. Modellprogramm zur Verbesserung der Frünerkennung der kindlichen Schwerhörigkeit in der Bundesrepublik Deutschland des Bundesministeriums für Gesundheit. Fortschr. Fortbild. Med. Fortbildung in der Medizin. 1997/1998. 21/ - (263 - 268 und 488 - 489).
68. Leonhardt A. Ausbildung des Hörens - Erlernen des Sprechens. Frühe Hilfen für hörgeschädigte Kinder. Berlin: Luchterhand, 1998. - 204 S.
69. Levine R. A. Binaural interaction in brainstem potentials of human subjects. Ann. Neurol, 1981. Nr 9, 384. - 393. p.
70. Löwe A. Hörgeschädigtenpädagogik international. Heidelberg 1992.
71. Löwe A. Hörprüfungen in der kinderärztlichen Praxis. Heidelberg 1989.
72. Lucas–Arwood E. Semantic and pragmatic language disorders: Assessment and remediation. Rockville, MD: Aspen 1980.
73. Mann K., Meyer-Wahl J. G. Kreuzkorrelationsfunktionen akustisch evozierter Hirnstammpotentiale. EEG-EMG, 1986. Nr 17, 69. - 74. S.
74. Masur R., Tiesler J., Schiel W. Eingliederung behinderter Kinder in Pflegefamilien. Reinhardt, München, 1982. – 324 S.

75. Maurer K., Leitner H., Schäfer E., Aziz A. Frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP). *Aktuel Neurol*, 1979. Nr 6, 71. - 80. S.
76. Mizrah E. M., Maulsby R. L., Frost J. D. Improved wave V resolution by dual-channel brainstem auditory evoked potential recording. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1983. Nr 55, 105. - 107. p.
77. Moore L. *Grundlagen der Medizinischen Embryologie*. Enke 1996.
78. Odreitz H. u. a. Frühförderung auditiv beeinträchtigter Kinder und Einsatz technischer Medien zur Integration. In: *Hörgeschädigte Kinder 25/4*. Hamburg 1988. S. 186 – 193
79. Olphen A. F., van Rodenburg M., Verwey C. Distribution of brainstem responses to acoustic stimuli over the human scalp. *Audiology*, 1978. Nr 17, 511. - 518. p.
80. Osberger M. J., Robbins A. M., Todd S. L., Riley A. L. Speech intelligibility of children with cochlear implants. *Volta Review*, 96, No. 5, November 1994. 169 – 180.
81. Papousek M. Die muttersprachliche Umwelt des Säuglings und ihre Bedeutung für die Entwicklung von Vokalisation und Sprache. *Wessel/Naumann Kommunikation und Humanontogenese* 1994. Nr 5, 144. - 171. S.
82. Papousek M. Frühe Phasen der Eltern-Kind-Beziehungen. *Ergebnisse der entwicklungs-psychobiologischen Forschung. Prax. Psychother. Psychosom.*, 1989. Nr 34, 109. - 122. S.
83. Papousek M. Vom ersten Schrei zum ersten Wort. Anfänge der Sprachenwicklung in der vorsprachlichen Kommunikation. Huber, Bern, 1994. – 237 S.
84. Papousek M., Hofacker N. Münchener Sprachstunde für Schreibabies. Erste Ergebnisse zur Früherkennung und Prävention von Störungen der Verhaltensregulation und der Eltern-Kind - Beziehungen. *Sozialpädiatrie*, 1994. Nr 16, 680. - 686. S.
85. Papousek M., Papousek H. Stimmliche Kommunikation im frühen Säuglingsalter als Wegberater der Sprachentwicklung. *Handbuch der Kleinkindforschung*. Springer 1989. Nr 8, 465. - 489. S.

86. Pechstein J. Umweltabhängigkeit der frühkindlichen zentralnervösen Entwicklung. Schriftenreihe aus dem Gebiete des öffentlichen Gesundheitswesens, Heft 34 Stuttgart 1974. - 75 S.
87. Picton T. W., Hillyard S. A. Human auditory evoked potentials, II: Effects of attention. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1974. Nr 36, 191. - 199. p.
88. Picton T. W., Hillyard S. A., Kräusz H. I., Galambos R. Human auditory evoked potentials, I: Evaluation of components. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1974. Nr 36, 179. - 190. p.
89. Plath P. Das Hörorgan und seine Funktion. Berlin 1981.
90. Pratt H., Ben-David Y., Peled R., Podoshin L., Scharf B. Auditory brainstem evoked potentials: Clinical promise of increasing stimulus rate. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1981. Nr 51, 80. - 90. p.
91. Prekop J., Schweitzer Ch. Unruhige Kinder. Ein Ratgeber für beunruhigte Eltern. Kösel, München, 1993. - 321 S.
92. Radü H. J. Ein Vergleich der verschiedenen Audiometrieverfahren für das erste Lebensjahr. *HNO*, 33, 271 – 274 S. 1985.
93. Redeman E., Giebel A. Evozierte otoakustische Emissionen bei Früh- und Neugeborenen. *Sozialpädiatrie*, 1990. Nr 12, 508. - 513. S.
94. Robbins A. M., Kirk K. L. Speech perception assessment and performance in pediatric cochlear implant users. *Seminars in Hearing*, Vol 17, No. 4, November 1996. 353- 369. S.
95. Robbins A. M. Two paths of auditory development for children with cochlear implants. *Loud and Clear*, Vol. 1, Sylmar, C.A. [Advanced] Robbins A. M., Bollard P. Green J. Language development in children implanted with the CLARION cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology, Laryngology*, 1998 (to appear).
96. Robinson K., Rudge P. Wave form analysis of the brainstem auditory evoked potential. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1981. Nr 52, 583. - 594. p.

97. Rosenhall U., Björkman G., Pedersen K., Kall A. Brain-stem auditory evoked potentials in different age groups. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1985. Nr 62, 426. - 430. p.
98. Rother P. *Embryologie des Menschen*. Heberlein 1995.
99. Sadler P. *Longman`s Medizinische Embryologie*. Thieme 1998.
100. Sarimski, K.: *Interaktion mit behinderte Kleinkindern: Entwicklung u. Störung früher Interaktionsprozesse*; Basel: E.Reinhardt, 1986. 58 – 63 p.
101. Sand T., Sulg I. The influence of click phase and rate upon latencies and latency distributions of the normal brain-stem auditory evoked potentials. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1984. Nr 57, 561. - 570. p.
102. Schamberger R. *Frühtherapie bei geistig behinderten Säuglingen und Kleinkindern. Untersuchungen bei Kindern*. Beltz, Weinheim - Basel, 1978. – 112 S.
103. Schmid-Giovannini S. *Ratschläge und Anleitungen für Eltern und Erzieher hörgeschädigter Kinder*. Heftreihe. Internationales Beratungszentrum, Zollikon/CH. o.J.; ca. 1985.
104. Seifert K. H. *Soziologische Aspekte der Gehörlosigkeit und Schwerhörigkeit*. In: *Pädagogik der Gehörlosen und Schwerhörigen*. Berlin 1982. S. 633 – 660.
105. Starr A., Ainslie R. N., Martin W. H., Sanders S. Development of auditory function in newborn infants revealed by auditory brainstem potentials. *Pediatrics*, 1977. Nr 60, 831. - 842. p.
106. Stockard J. E., Stockard J. J., Westmoreland B., Corfits J. L. Brainstem auditory-evoked responses – Normal variation as a function of stimulus and subject characteristics. *Arch. Neurol.*, 1979. Nr 36, 823. - 831. p.
107. Stockard J. J., Stockard J. E., Sharbrough F. W. Brainstem auditory evoked potentials in neurology: Methodology, interpretation, clinical application. In: Aminoff. MJ. (ed.) *Electrodiagnosis in clinical neurology*. Livingstone, New York 1980. 370. - 413. p.

108. Stockard J. J., Stockard J. E., Sharb0rough F. W. Nonpathological factors influencing brain-stem auditory evoked potentials. *Am. J. EEG Technol.*, 1978. Nr 18, 177. - 187. p.
109. Stöhr, M., Dichgans J., Diener H.C., Buettner U. W. Evozierte Potentiale, 1989. 384 – 391.S
110. Uttenweiler V. Neugeborenenaudiometrie: Übersicht und Erfahrungen. *Laryng. Rhinol.* 61, 138 – 145 1982.
111. Varadarajan V., Anderlik L. Montessori medical pedagogic. St. Joseph's Press Trivandum, 1995. Nr 6, 57. – 80. S.
112. Waltzman S. B., Cohen N. L., Gomolin R., Shapiro W. H., Ozdamar S., Hoffman R. Long-term results of early cochlear implantation in congenitally and prelingually deafened children. *American Journal of Otology*, 15 (suppl. 2) 9 – 14.
113. Werth R., Möhrensclager M. Spontanerholung und Wiederherstellung von Sehfunktionen bei cerebral blinden Kindern. *Jahrbuch der medizinischen Psychologie*, Hogesefe-Verlag, 1995. - 148 S.
114. Wilson M. J., Dobie R. A. Human short-latency auditory responses obtained by cross-correlation. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 1987. Nr 66, 529. - 538. p.
115. Vojta V. Die zerebralen Bewegungsstörungen im Säuglingsalter. 4. Aufl.. Enke, Stuttgart, 1984. - 542 S.
116. Vojta V., Peters A. Das Vojta-Prinzip. Muskelspiele in Reflexfortbewegung und motorischer Ontogenese. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1992. - 664 S.
117. Yamada O., Yagi T., Yamane H., Suzuki J. I. Clinical evaluation of the Brainstem auditory evoked brainstem response. *Auris Nasus Larynx.*, 1975. Nr 2, 97. - 105. p.

## Pateicības

Vēlos pateikties visiem saviem skolotājiem, kas sekmējuši manu profesionālo izaugsmi audioloģijā: Bohumas Foniatrijas un bērnu audioloģijas centra vadītājam Dr.med. Hansam Radū, Minhenes Bērnu centra audiologam Dr.med.Armīnam Giebelam, dzirdes akustiķim no Vitenes Paulam Rūbaršam, kā arī Tartu Universitātes Otorinolarinoloģijas klīnikas vadītājam, Igaunijas Audioloģijas programmas izstrādātājam un īstenotājam, lieliskam kolēģim un draugam profesoram Martam Kūlam.

Ar sirsnīgām jūtām atceros laiku, kad, pēc atgriešanās no mācībām Bohumas Foniatrijas un Pedaudioloģijas centrā, uzsāku izmeklēt bērnus ar akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu metodes (BERA) palīdzību. Drīz vien pārlicinājos, cik būtiska nozīme kvalitatīvu izmeklējumu veikšanā ir adekvātai bērna sedācijai, kuru nodrošināja lieliskais bērnu anesteziologs Aigars Vanags. Paldies viņam par pacietību izmeklējumu veikšanas laikā. Paldies dzirdes centra vadītājai dakterei Sandrai Kuškei par viņas atbalstu objektīvās audiometrijas metodes ieviešanā.

Paldies Universitātes rektoram profesoram Jurim Zaķim par atbalstu Medicīnas fakultātes Sociālās pediatrijas centra izveidē un Medicīnas fakultātes dekānam profesoram Uldim Vikmanim par mana zinātniskā darba vadīšanu.

Sirsnīgs paldies kolēģiem no Bērnu dzirdes centra un Sociālās pediatrijas centra par labajiem vārdiem un darbiem, kas palīdzēja man īstenot šo salīdzinošo pētījumu.

Paldies profesoram Teodoram Hellbrüggem, kas man iemācīja vispirms redzēt bērnu un tikai pēc tam - viņa problēmu, nevis otrādi. Ietekmējoties no profesora Hellbrügges idejām, es atklāju jaunu perspektīvu saviem pētījumiem – izvērtēt iespējas akustiski ierosināto smadzeņu stumbra potenciālu metodi izmantot kā skrīningmetodi agrīnai dzirdes problēmas konstatācijai, salīdzinot tās ar iespējām, kuras šim mērķiem nodrīšina dzirdes skrīningizmeklējumi ar otoakustiskās emisijas metodes izmantošanu. Šinī pētījumā otoakustiskās emisijas metodes iespējas izvērtētas teorētiski, bet kopš profesors Hellbrügge mums ir uzdāvinājis Echo-Screen aparātu, domāju, ka, mani turpmākie pētījumi tiks veltīti vispārējās jaundzimušo skrīningizmeklēšanas programmas izstrādei un realizēšanai, lai varētu īstenot cilvēces ilgi loloto sapni par to, ka bērnu dzirdes traucējumi nedrīkst būt par iemeslu viņu mējumam.

Vissirsnīgākais paldies lieliskajam kolēģim un draugam profesoram Šimonam Svirskim par ikdienā tik ļoti nepieciešamās intelektuālās harmonijas auru viņa sabiedrībā, kā arī par palīdzību pētījumu datu statistiskajā apstrādē un disertācijas kompjuerdizaina izveidē.

Protams, ka es nebūtu spējis pētījumos ieguldīt pietiekoši daudz laika, ja ik brīdi neizjustu savas sievas Ineses un bērnu: Elizabetes un Kristofa izpratni par ilgās prombūtnes brīžiem, kā arī tik ļoti vajadzīgo ģimenisko atbalstu maniem pētījumiem.

Miļš paldies maniem vecākiem, sievai un bērniem par izpratni un iecietību pret viņiem atņemto un zinātnei atdoto tik nepielūdzami dinamisko vertību – laiku.