

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTE
OPTOMETRIJAS UN REDZES ZINĀTNES NODAĻA

**BAGOLINI TESTA ATRADE ATKARĪBĀ NO
IZMANTOJAMĀ GAISMAS AVOTA**

MAĢISTRA DARBS

Autors: **Dace Briede**

Stud. apl. db05011

Darba vadītājs: M. Sc. Jānis Fridrihsons

RĪGA 2011

ANOTĀCIJA

Maģistra darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, datorsalikumā uz 44 lapām. Tas satur 22 attēlus, 2 tabulas, 34 atsauces uz literatūras avotiem.

Darba mērķis:

Noskaidrot, vai Bagolini testa atrade ir atkarīga no izmantotā gaismas avota lieluma.

Metode:

Veicot testu kopumu 98 ar optometriju nesaistītiem dalībniekiem, tika novērtēts redzes sistēmas stāvoklis. Dalībnieki tika iedalīti divās grupās: bez redzes sistēmas patoloģijas (64) un ar redzes sistēmas patoloģiju (34). Bagolini tests tika veikts, izmantojot divus dažādus gaismas avotus. Atrade katrā grupā tika salīdzināta, izmantojot Kappas koeficienta vērtību. Papildus veikts Vorsa četu punktu tests un sarkanā stikla tests, lai varētu novērtēt Bagolini testa nozīmi klīnikā. Kā arī tika vērtēta stereoredze ar Titmusa testu, lai noteiktu vai pastāv saistība starp stereoredzes kvalitāti un redzes raksturu.

Rezultāti:

Visās dalībnieku grupās Kappas koeficienta vērtība ir no 0,659 līdz 1, kas norāda uz vidēji augstu un augstu sakritību starp izmantotajām metodēm. Bagolini testa jutība supresijas atklāšanā ir 76% un specifiskums – 100%. Visos supresijas gadījumos bija pazemināta stereoredze. Gadījumos, kad netika atklāta supresija, stereoredzes vērtības bija no 40'' līdz ļoti rupjai.

Secinājumi:

Bagolini testa atrade nav atkarīga no izmantojamā gaismas avota lieluma. Bagolini tests ir klīnikā nozīmīgs supresijas skotomas novērtēšanas tests. Novērtējot stereoredzes kvalitāti nevar spriest par supresijas skotomas atradi. Ja tiek konstatēta pazemināta stereoredze, ir nepieciešami tālāki binokulārās redzes rakstura izmeklējumi.

Atslēgas vārdi:

Supresija, anizotropija, ambliopija, šķielēšana, Bagolini tests

ABSTRACT

Master's thesis is written in Latvian by computer on 44 pages. It contains 22 figures, 2 tables. There are 34 references to the literature.

Objective:

To determine if Bagolini striated lens test results depend on the size of the target light used.

Methods:

Using specific test battery for 98 subjects, unfamiliar with optometry, was assessed state of the visual system. Participants were divided into two groups: without visual system abnormalities (64) and with visual system abnormalities (34). Bagolini striated lens test was performed using two different light sources. Results in each group were compared using the Kappa coefficient. In addition was performed the Worth Four Dot test and the red glass test in order to evaluate the role of the Bagolini striated lens test in clinic. It was evaluated stereopsis with Titmuss test to determine the relationship between the quality of stereopsis and binocular vision.

Results:

In all groups Kappa coefficient value is from 0,659 to 1, indicating a moderately high to high agreement between the methods used. Sensitivity of the Bagolini striated lens test is 76% and specificity – 100%. In all suppression cases stereopsis was reduced. In cases where the suppression was not found, stereopsis value was from 40'' to very rough.

Conclusions:

The size of the target light used in conjunction with the Bagolini striated lens test has no significant effect on patient response. Bagolini striated lens test is clinically significant for evaluation of suppression scotoma. It is not possible to predict suppression scotoma findings from determining the quality of stereopsis. If it is detected reduced stereopsis, it is necessary further binocular vision evaluation.

Keywords:

Suppression, anisometropia, amblyopia, strabismus, Bagolini striated lens test

SATURS

IEVADS	1
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS	2
1.1. BINOKULĀRĀ REDZE.....	2
1.1.1 Binokulārā disparitāte, korespondējošie tīklenes apgabali, horopters un Panuma zona	2
1.1.2 Konfūzija un dubultošanās	6
1.1.3 Binokulārā konkurence.....	7
1.1.4 Supresija, dihoptiskā maskēšana	9
1.2. SUPRESIJAS IZMEKLĒŠANA	12
1.2.1 Bagolini tests	13
1.2.2 Četru prizmatisko dioptriju ar bāzi uz āru tests.....	15
1.2.3 Vorsa četru punktu tests	16
1.2.4 Sarkanā stikla tests	18
1.2.5 Supresijas skotomas lieluma noteikšana ar prizmu palīdzību	18
1.2.6 Supresijas dziļuma noteikšana.....	19
1.3. BINOKULĀRĀS REDZES PATOLOĢIJA ANIZOMETROPIJAS, AMBLIOPIJAS UN ŠKIELĒŠANAS GADĪJUMĀ.....	21
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA	24
2.1. DARBA UZDEVUMI UN HIPOTĒZES.....	24
2.2. EKSPERIMENTA DALĪBNIEKI	25
2.3. EKSPERIMENTA METODIKA	26
2.4. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	29
2.4.1. Bagolini testa atrade starp gaismas avotiem dažādām pacientu grupām.....	29
2.4.2. Bagolini testa atrades salīdzinājums ar citu redzes rakstura testu atradi.....	35
2.4.3 Saistība starp stereoredzes kvalitāti un redzes raksturu.....	36
2.5. SECINĀJUMI	39
2.6. NOBEIGUMS	40
2.6. PATEICĪBAS	41
IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI	42

Ievads

Supresijas attīstība agrā bērna vecumā ir bīstama, jo ievērojami var traucēt redzes asuma un citu redzes funkciju attīstību. Supresija var būt kā atbildes reakcija uz tādiem redzes sistēmas traucējumiem kā nekoriģēta anizotropija, šķielēšana u.c. Lai gan ir daudz domstarpību par supresijas izveidošanās mehānismu, nenoliedzams ir fakts, ka tās konstatēšana, īpaši bērna vecumā, ir ļoti svarīga.

Lielākā daļa supresijas noteikšanas testi rada mākslīgus skatīšanās apstākļus, kas vairāk vai mazāk var ietekmēt testa rezultātus un neļauj pilnīgi pārliecinoši spriest par redzes sistēmas darbību ikdienas skatīšanās apstākļos. Daudzi autori uzskata, ka Bagolini tests ir visvairāk pietuvināts dabīgajiem skatīšanās apstākļiem, jo testa laikā ļauj pacientam vērot apkārtējo vidi, nodrošinot fūzijas stimulu.

Lai gan Bagolini tests mācību literatūrā tiek atzīts par vienu no lietderīgākajiem klīnikā, pierādījumos balstītajā medicīniskajā literatūrā gandrīz nav pieejami pētījumi par testa tehniskajām izpildes īpatnībām.

Mana pētījuma mērķis ir noskaidrot, vai Bagolini testa atrade ir atkarīga no izmantotā gaismas avota lieluma.

Darbam tika izvirzīti sekojoši uzdevumi:

1. Veikt Bagolini testu, izmantojot divus dažādus gaismas avotus pacientiem ar un bez redzes sistēmas patoloģijām.
2. Salīdzināt Bagolini testa atradi starp gaismas avotiem dažādām pacientu grupām.
3. Salīdzināt Bagolini testa atradi ar citu redzes rakstura testu atradi.
4. Noteikt vai pastāv saistība starp stereoredzes kvalitāti un redzes raksturu.

Darbā ir divas daļas: literatūras pārskats un eksperimentālā daļa. Abās daļās apskatītas atziņas no jaunākās zinātniskās literatūras un arī vecākiem avotiem, kā arī izmantota mācību literatūra.

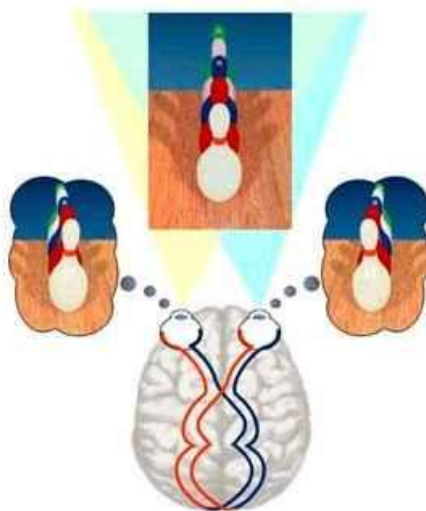
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Binokulārā redze

1.1.1 Binokulārā disparitāte, korespondējošie tīklenes apgabali, horopters un Panuma zona

Literatūrā binokulāra redze tiek definēta kā abu acu sensorisko un motorisko sistēmu vienota darbība, lai nodrošinātu vienlaicīgu abu acu virzību uz fiksējamo objektu, šī objekta monokulāro attēlu projicēšanu uz abu acu tīkleņu korespondējošiem apgabaliem, izveidoto monokulāro attēlu sapludināšanu vienā attēlā un tā lokalizāciju atbilstošā telpas vietā. [1]

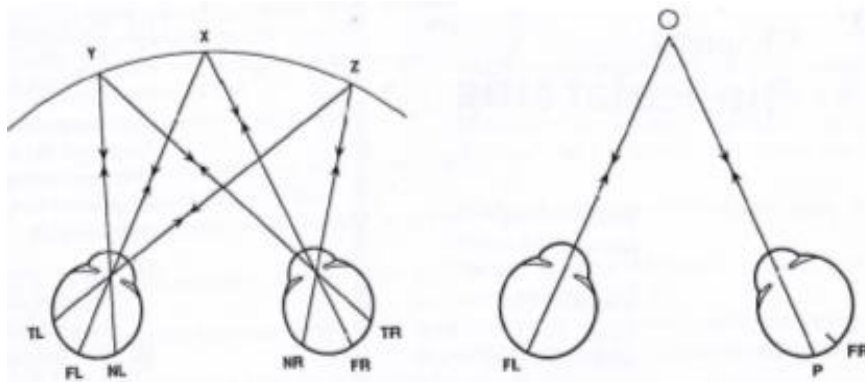
Aplūkojot objektu, ar katru aci tiek uztverts mazliet atšķirīgs attēls, un tas ir pamats, lai veidotos telpiska uztvere. (1.1. att.) [1, 2]



1.1.att. Binokulārā disparitāte [2]

Lai, binokulāri skatoties, tiktu uztverts viens attēls, ir nepieciešama korekta fūziju mehānisma darbība. Fūzijai tiek izšķirtas divas daļas: motorā un sensorā.

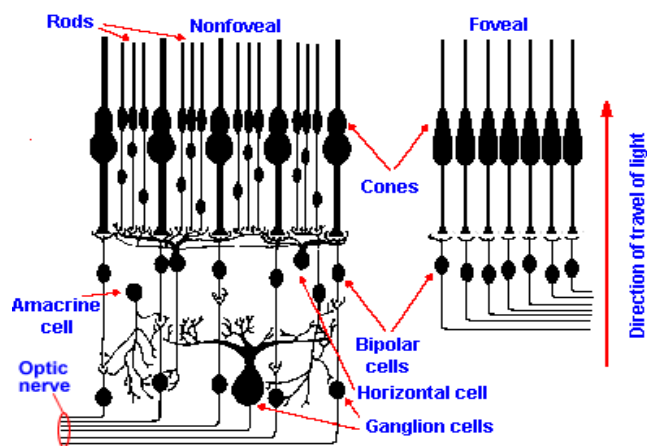
Motorās fūzijas laikā acu vergences kustības nodrošina abu acu pagriešanos tā, lai attēls nonāktu simetriskos tīklenes punktos, kurus sauc par korespondējošiem tīklenes punktiem. Ja ir normāla tīkleņu korespondence, tad, fiksējot skatu uz objektu, gaismas stars krīt abu acu fovejās un atbilstošos punktos nazāli vai temporāli. Ja ir anomāla tīkleņu korespondence, tad vizuālajā projekcijā ir izmaiņas – kad gaismas stars krīt fiksējošās acs fovejā, tad otrā acī stars krīt ārpus fovejas apgabala, šo punktu sauc par pseidofoveju. (1.2.att.) [3] Ja motorā fūzija darbojas precīzi, tiek stimulēta sensorās fūzijas darbība.



1.2.att. Normāla tīkleņu korespondence (pa kreisi) un anormāla tīkleņu korespondence (pa labi) [3]

Sensorā fūzija ir neirofizioloģisks un psiholoģisks process, kura laikā redzes garozā abi monokulāri uztvertie, pārklātie attēli tiek sapludināti vienā kopējā vizuālās telpas atainojumā. Sensorā fūzija pieprasa diezgan striktu līdzību starp abiem monokulārajiem attēliem. Ievērojamas atšķirības starp tiem, kā, piemēram, izmēra atšķirības, kas radušās anizotropijas dēļ, vizuālās atšķirības ambliopijas dēļ vai motorās fūzijas trūkums var kļūt par šķērslī sensorajai fūzijai. [1, 4, 5] Tādā gadījumā vizuālā sistēma, lai novērstu konfliktu, izmanto citus mehānismus, piemēram, supresiju vai anomālu tīkleņu korespondenci. [1] Atšķirības monokulāro attēlu krāsā vai kontūrās var novest pie binokulārās konkurences. [5]

Korespondējošie punkti ir tīklenes vietas, kas abās acīs atrodas atbilstoši vienādos attālumos un virzienos no fovejas, anatomiski tie ir savienoti ar smadzeņu binokulārajām šūnām. Visi pārējie tīklenes elementi ir nekorespondējoši jeb disparāti tīklenes elementi attiecībā pret doto tīklenes apgabalu otrā acī. [1, 5] Korespondējošie punkti ir tikai tīklenes centrālajā daļā - foveolā, kuras izmērs aptuveni ir 0,5 mm jeb 1,2°. Ārpus foveolas un tīklenes perifērijā veidojas korespondējošie apgabali. Tas ir izskaidrojams ar tīklenes uzbūves īpatnībām – fovejā darbojas „viens pret viens” princips, respektīvi, tīklenes fotoreceptori nodod impulsu tikai vienai bipolārajai un ganglionārajai šūnai, bet ārpus fovejas fotoreceptoru un citu tīklenes šūnu organizācija ir daudz sarežģītāka (1.3.att.) [3, 6]

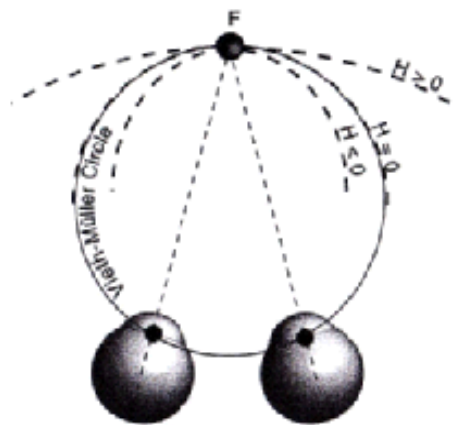


1.3.att. Tīklenes uzbūve centrā un fovejā [6]

Ja attēls veidojas tīkleņu korespondējošajos punktos, tad monokulārie attēli tiek smadzenēs apstrādāti tā, lai veidotu vienu stabilu binokulāru attēlu, kas neatklāj tā izcelsmi no katras acs. [1, 4]

1613. g. *Aguilonius* savā optikas grāmatā ieviesa terminu “horopters”, kas tulkojumā nozīmē “redzes horizonts”. Viņš ar šī jēdziena palīdzību skaidroja binokulāri korespondējošu punktu novietojuma eksistenci, tos raksturojot kā ģeometriski izvietotus punktus, kas atrodas uz horizontālā plaknē novietotas riņķa līnijas, kas iet caur abu acu optiskiem centriem (nodāļiem punktiem) un fiksācijas punktu. Ja fiksācijas punkts atrodas tuvu, riņķa diametrs samazinās, un pretēji, ja fiksācijas punkts ir tālu, riņķa diametrs palielinās. [5] Ar šādu koncepciju no jauna 1818. gadā iepazīstināja *Vieth* un 1840. gadā arī *Müller*. Līdz ar to šo horopteru sauc arī par *Vieth-Müller* horopteru jeb ģeometrisko (teorētisko) horopteru. [1, 5]

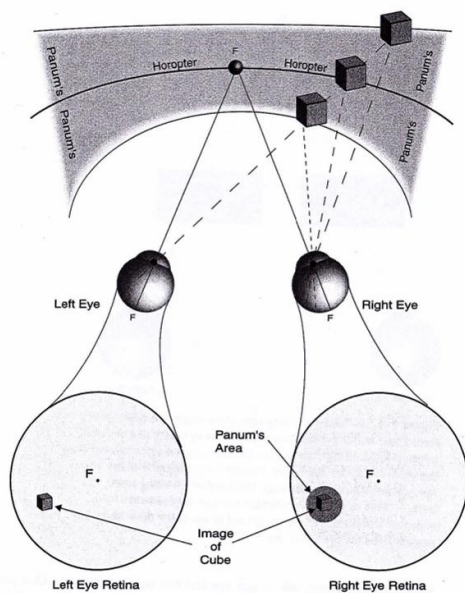
Ja horopteru mēra empīriskā ceļā, rodas nesakrītība ar teorētisko *Vieth-Müller* horopteru. Empīriskais horopters ir mazāk izliekts (ar lielāku liekuma rādiusu), un šo izliekuma starpību sauc par Heringa-Hillebranda horoptera nobīdi. (1.4. att.) Viņu skaidrojums ir saistīts ar neirālo un optisko faktoru īpatnībām - nazālā pusē tīklene jebkurā tās punktā satur vairāk fotoreceptorus uz vienību nekā tīklenes temporālā pusē, kas rada nobīdi redzes garozas horoptera kartē. [1]



1.4.att. Heringa-Hillebranda horoptera nobīde [1]

Tomēr jau 1838.g. *Wheatstone* ar stereogrammu palīdzību demonstrēja, ka daži attēli, kas neprojiējas tieši korespondējošajos punktos, vēl joprojām var tikt sapludināti, lai veidotu kopēju attēlu, turklāt horizontālā disparitāte jeb nobīde rada dziļuma sajūtu jeb stereoredzi. [1,3] Vertikālā disparitāte stereoskopisko efektu neveido. [3]

Horopteru var definēt arī kā stimulu punktu loku, kam ir nulles binokulārā disparitāte. Visi punkti, kas ir pirms horoptera, uz tīklenes veido krustoto binokulāro disparitāti, bet punkti, kas ir aiz horoptera – nekrustoto binokulāro disparitāti. Ja šī disparitāte ir neliela, stimulu vēl joprojām redzēs kā vienu un telpisku. Horizontālās disparitātes apgabalu, kurā stimulu tiek joprojām uztverts kā viens, sauc par Panuma fuzionālo zonu (1.5.att.). Ārpus Panuma zonas stimulu attēli katrā acī tiek uztverti atsevišķi un veidojas fizioloģiskā dubultošanās. Panuma zona fiksācijas punktā ir šaura (aptuveni 6'-10' tuvu fovejai) un virzoties uz perifēriju paplašinās (aptuveni 30'-40' 12° no fovejas), kas arī tiek skaidrots ar tīklenes uzbūves īpatnībām. [1, 3, 5]

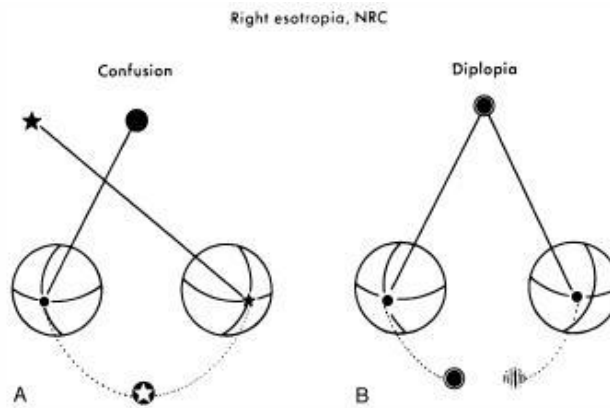


1.5.att. Panuma zona [1]

1.1.2 Konfūzija un dubultošanās

Konfūzija ir vienlaicīga dažādu objektu uztveršana vienā un tajā pašā tīklenes vietā. Piemēram, šķielēšanas gadījumā abu acu fovejās veidojās atšķirīgi attēli, kas tīkļu korespondences dēļ tiek savstarpēji pārklāti un lokalizēti kā nākoši no viena telpas punkta. (1.6.att. A) [7, 8]

Patoloģiskā dubultošanās rodas gadījumos, kad fiksējamā objekta attēli neveidojas abu acu korespondējošos punktos. Parasti to novēro šķielēšanas gadījumos, kad redzes asu novirzes dēļ vienā acī attēls veidojas fovejā, bet otrā acī – ārpus fovejas. Līdz ar to vienā acī fovejā esošais attēls ir skaidrāks, otrā acī attēls ir miglaināks, un uztverē tos nav iespējams sapludināt. (1.6.att. B) [5, 8]



1.6..att. Konfūzija un dubultošanās [5]

Šķielēšana nav vienīgais gadījums, kas var radīt patoloģisko dubultošanos. Anizotropijas gadījumā arī ir iespējama dubultošanās, biežāk gan pie nekoriģētas un samērā zemas pakāpes anizotropijas, jo augstas pakāpes anizotropijas gadījumā vienas tīklenes attēls tipiski ir supresēts vai ir attīstījies ambliopija. Dubultošanās iemesls ir dažādie attēlu izmēri abās acīs - anizeikonija. Parasti redzes sistēma viegli pārvar 7 % lielu attēlu izmēru atšķirību abās acīs, bet jau 10 % atšķirība var radīt pacientam dubultošanās sajūtu. Monokulārā patoloģiskā dubultošanās ir iespējama arī, piemēram, polikorijas, iridociklīta, subluksētas lēcas, irregulāras radzenes un lēcas astigmātisma gadījumā. [2]

Dubultošanās un konfūzija izpaužas vienlaicīgi, taču konfūzija parasti tiek daudz ātrāk nomākta ar fizioloģiskās supresijas palīdzību, kas novērš divu atšķirīgu foveju attēlu sapludināšanu. Tādēļ konfūzija rada mazāk sūdzību nekā dubultošanās. Dažkārt pacienti par dubultošanos sauc arī miglainu redzi vienā acī vai „halo” lokus ap attēlu. [5]

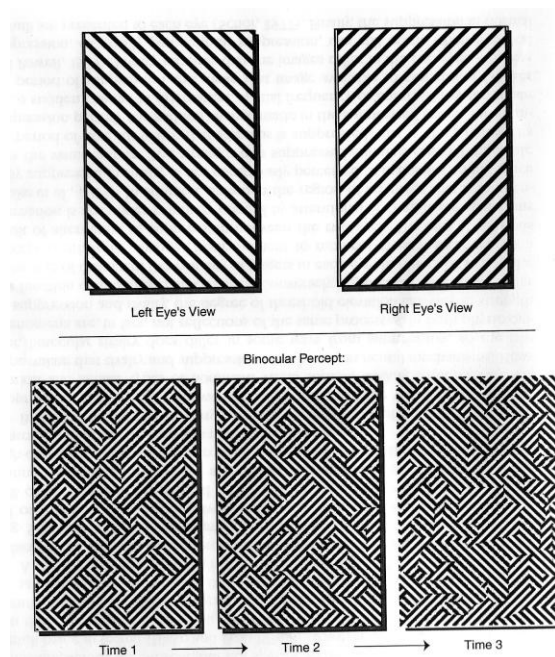
1.1.3 Binokulārā konkurence

Ja korespondējošajos tīklenes apgabalos nonāk atšķirīgi attēli, fūzija vairs nav iespējama, jo smadzenēs nonāk pretrunīga informācija. Tā vietā, iespējams, rodas binokulārā konkurence, kas tiek raksturota kā fenomenāla alternējoša supresija katras acs pretrunīgajam stimulam. Visspēcīgāk tā izpaužas, ja abām acīm tiek demonstrēti ļoti atšķirīgas kontūras attēli, piemēram, ortogonāli orientēti režģi. Viens no pirmajiem, sistemātiskajiem binokulārās konkurences aprakstītājiem bija *Wheatstone* (1838). [1, 3, 5, 7]

Binokulārā konkurence var veidoties arī gadījumā, ja tīklenes korespondējošajos apgabalos nonāk atšķirīgas krāsas vai spožuma attēli. Dažādu kontūru, krāsu un spožumu kombināciju ietekmi uz binokulāro konkurenci ir pētījuši tādi zinātnieki kā Panums (1858), Fehners (1861), Helmholcs un Herings (1864). [5]

Alternējošie dominances un supresijas cikli turpinās tik ilgi, cik pretrunīgais stimuluss tiek rādīts. Arī atsevišķu ciklu ilgums var nebūt periodisks, un tas nav apzināti vadāms (Blake *et al.*, 1971). Iesākumā tika uzskatīts, ka ciklu ilgums ir atkarīgs no konfliktējošos stimulu lokācijas telpā. Taču ir izpētīts, ka ciklu ilgums tomēr mainās atkarībā no stimula īpašībām – vizuāli spēcīgāku stimulu supresijas iespēja ir mazāka, un tā supresijas ilgums laikā būs mazāks nekā vājākiem stimuliem (Levelt, 1965). [1,4] Levelt arī ierosināja iespējamus stimulus sakārtot vienotā skalā pēc to stipruma. Intuitīvi stimulu stiprums tiek novērtēts pēc iespējamās neirālās atbildes uz tā darbību. Tādējādi jo stimula kontrasts augstāks, jo stimulss spēcīgāks. Stimulss ar asām malām ir spēcīgāks par izplūdušu. Kustīgi stimuli ir spēcīgāki par statiskiem stimuliem (Breese, 1899). [4] Krāsaini stimuli ir spēcīgāki par melnbaltiem (Smith *et al.*, 1982; Ooi un Loop, 1994). [1]

Stimuli, kuru izmērs nepārsniedz vienu grādu, parasti tiek pārmaiņus supresēti pilnībā (*exclusive dominance*), bet lielāki stimuli parasti tiek supresēti daļēji, veidojot laikā mainīgu fenomenālu mozaīku, kas vienlaicīgi sastāv no dominantiem un supresētiem katras acs stimulu attēliem (*mosaic dominance*). (1.7. att.) Turklāt mozaīkas gabaliņu izmērs palielinās, ja konkurējošie stimuli nonāk aizvien tālāk uz tīklenes perifērijas. [1,4]



1.7.att. Binokulārās konkurences piemērs [1]

Lai ierosinātu binokulāro konkurenci, svarīgs ir laika faktors. Salīdzinot ar citiem redzes fenomeniem, binokulārās konkurences parādīšanās ir relatīvi lēnāks process (Kaufman, 1963; O' Shea un Crassini, 1984; Wade, 1973). Ļoti īsa dažādu stimulu demonstrēšana drīzāk rada konfūziju nekā konkurenci. Piemēram, īsa dihoptiska vertikālu un horizontālu līniju parādīšana rada situāciju, ka abu virzienu līnijas ir redzamas reizē, kas uztverē veido režģi. Šādu fenomenu Wolfe (1986) apzīmēja kā anormālu fūziju, kas iestājas, ja stimuls tiek rādīts mazāk kā 150 ms. Pēc šī laika posma konkurences iestāšanās ir daudz vairāk iespējama. Wolfe uzskata, ka laiks ir vēl svarīgāks parametrs par stimula telpisko frekvenci vai kontrastu, lai iestātos binokulārā konkurence. Šāds uzskats papildina pētījumu atziņu, ka binokulārā konkurence iestājas tad, ja fūzija nav iespējama. [1, 4, 5]

Binokulārā konkurence nav novērojama tikai mākslīgi radītos apstākļos. Nakayama un Shimojo (1990) aprakstīja binokulārās konkurences nozīmi, kad tuvāk esošs objekts aizsedz tālāk esošu objektu. Viena acs redz daļu tālāk esošā objekta, un pārējo aizsedz tikai ar otru aci uztverams attēls, tas noved pie konkurējošas uztveres, jo dažādie attēli veidojas korespondējošos punktos. Konkurējošā uztvere nodrošina redzes sistēmai iespēju novērtēt relatīvu attālumu starp diviem objektiem. Literatūrā to dēvē par Da Vinči stereopsi, jo viņš bija pirmais, kas izvirzīja hipotēzi, ka monokulāra oklūzija var kalpot par dziļuma uztveres pazīmi. [1, 9]

1.1.4 Supresija, dihoptiskā maskēšana

Supresija ir binokulārās redzes adaptācijas mehānisms, kas tiek pielietots, lai novērstu tādus redzes uztveres traucējumus kā dubultošanās vai konfūzija. Lielākā daļa elektrofizioloģiskie un psihofizikālie pētījumi liecina, ka mehānisma pamatā ir gribai nepakļauts informācijas kavēšanas process galvas smadzeņu redzes garozā. Šī procesa dēļ ir traucēti redzes garozai pienākošie signāli par attēlu, kurš projicējas nekorespondējošos tīklenes apgabalos. Supresija veidojas tikai pie binokulāriem skatīšanās apstākļiem, un klīniski to saista ar šķielēšanu, anizotropiju, anizeikoniju, ambliopiju un nepietiekami labi kompensētām heteroforijām. [1, 4, 5, 10, 11]

Tiek izšķirta supresijas fizioloģiskā un patoloģiskā forma. Fizioloģiskā supresija ir normāls binokulārās redzes mehānisms, kas ļauj nomākt to attēlu dubultošanās, kas, vērsot skatu uz fiksācijas objektu, atrodas ārpus Panuma zonas robežas. Šādi supresētus attēlus var viegli uztvert, ja uz tiem tiek vērsti skats. Patoloģiskā jeb klīniskā supresija ir binokulārās redzes anomālija un iestājas pie tādiem redzes traucējumiem kā šķielēšana, nekoriģēta anizotropija, binokulārā konkurence u.c. Piemēram, šķielēšanas gadījumā abu acu foveolās nonākošie attēli rada konfūziju, un vienlaicīgi, tā kā, fiksējot attēlu, novirzītājā acī tas veidojas ārpus foveolas, var rasties dubultošanās, jo otrs attēls ir zemākas kvalitātes un nav sapludināms. Līdz ar to iestājas supresija, gan konfūzijas, gan dubultošanās punktus, turklāt tā ir dziļāka, ja ir arī ambliopija. To pierādīja Travers (1938). Taču supresija neveidojas pilnīgi vienlaicīgi ar dubultošanās vai konfūziju. Vidēji, lai iestātos supresija, ir nepieciešamas 75 līdz 150 ms (Schor *at al.*, 1976). [1, 4, 8] Patoloģisko supresiju vēl daļa centrālā, kas nomāc attēlu 5° robežās no fovejas centra, un perifērā, kas nomāc attēlu ārpus 5° apgabala. [10]

Patoloģiskā supresija parasti veidojas līdz 8 - 10 gadu vecumam, kamēr redzes sistēma vēl ir elastīga. Supresijas mehānisma nobriešanā svarīgs ir laika faktors, kas bieži ir mērāms mēnešos. Ja supresija ir izveidojusies, tad dzīves laikā tā ievērojami nemainās, ja vien neuzsāk supresijas ārstēšanas terapiju. Arī pieaugušiem pacientiem ar iegūtu šķielēšanu var tikt novērota šķielējošās acs attēla supresija, īpaši ja heterotropija ir liela un otrs attēls veidojas redzes lauka perifērijā. Taču to nevar uzskatīt par īstu supresiju, bet gan par apzināti vadāmu spēju ignorēt otru attēlu, kas principā rodas psiholoģiskā līmenī. Ja šādi pacienti sāk piedomāt un meklēt otras acs attēlu, tas atkal kļūst redzams, tāpat šādiem cilvēkiem ļoti viegli var izsaukt dubultošanās vienas acs priekšā novietojot sarkanu filtru. Bērniem, kam izveidojusies īsta supresija, šādu pazīmi novērot nav iespējams. [5, 10] Supresijas un attēla ignorēšanas diferencēšana ir klīniski nozīmīga, jo dubultošanās neesamība var maldināt optometristu, liekot domāt, ka šķielēšana ir bijusi kopš agras bērnības, kaut patiesība tas var

būt relatīvi neseni izveidojies stāvoklis, kam iespējams ir nepieciešama neurooftalmoloģiska izmeklēšana. [5]

Agrāk uzskatīja, ka supresijas gadījumā tiek nomākta visa tīklsene. Tā kā perifērijā receptīvie lauki paliek aizvien lielāki un redzes asums stipri samazinās, tad iespējams, ka redzes sistēma spēj sapludināt šos divus pazeminātā redzes asuma apgabalus, un supresijai nav nekādas nozīmes. Papildus redzes sistēmai nav nozīmes supresēt tīklsenes apgabalus, kuros veidojas attēli, kas nav redzami ar otru aci. Tādēļ supresija veidojas tikai gadījumos, kad attēlus nav iespējams sapludināt. Līdz ar to veidojas supresijas skotoma jeb apgabals. [8, 12]

Foveolu supresija var veidoties gadījumā, ja tiek stimulēta tīklsenes perifērija. Ja piemēram, pacientam ir vienpusējas glaukomas radīta tuneļveida redze, perifērais redzes lauks nefunkcionē, un redzes sistēma ir spiesta lietot abu acu foveju informāciju. Tādos gadījumos pacients sāk ievērot konfūziju, kas biežāk izpaužas kā tīklsenu konkurence. [2, 7]

Supresija biežāk ir sastopama pie ierobežotiem stimuliem. Mazas, konkurējošas kontūras visticamākais tiks supresētas pilnībā. Taču, ja katrai acij tiek rādītas lielas kontūras ar dažādu orientāciju, tad ticamāka ir mozaīkas binokulārās konkurences iestāšanās nekā pilnīga vienas acs attēla supresija (Blake *at al.*, 1992). Šādu konkurenci var uzskatīt par vienlaicīgu alternējošu supresiju vairākos neatkarīgos lokālos apgabalos. [1]

Gadījumā, ja binokulārajā redzes sistēmā viena acs nav dominējoša pār otru, bet supresija tomēr ir nepieciešama, tad supresēts tiks tās acs attēls, kurš ir „vājāks” vai mazāk ievērojams. Piemēram, pastāv lielāka iespēja, ka tumšāks, zemāka kontrasta, izplūdis, statisks vai tīklsenes perifērijā esošs attēls tiks ātrāk supresēts salīdzinot ar gaišāku, augstāka kontrasta, asi fokusētu, kustīgu vai fovejā esošu attēlu. [1]

Dihoptiskā maskēšana ir fizioloģisks process, kad vienas acs saņemtais noteikta kontrasta stimulē var aizkavēt identiska stimula, bet ar zemāku kontrastu, uztveršanu ar otru aci. Šajā fenomenā biežāk ir iesaistīti īslaicīgi nevis ilgstoši stimuli. [7, 12] Dihoptiskās maskēšanas un binokulārās konkurences supresijas darbības mehānismi ir atšķirīgi. (Levi *et al.*, 1979) [1, 4,7] Šādu kavēšanas procesu novēro dažiem subjektiem ar ambliopiju. Harrad un Hess ir izvirzījuši sekojošu hipotēzi: tā kā subjektiem ar ambliopiju kontrasta uztveršanas sliekšņi abām acīm atšķiras, veselā acs vienmēr saņems stimulu ar augstāku sliekšņa kontrastu un tādēļ šīs acs uztvertais stimulē vienmēr maskēs ambliopās acs stimulu. Ja tā tiešām ir, tad dihoptisko maskēšanu pie kontrastu sliekšņu atšķirības varētu uzskatīt par supresiju pie ambliopijas. [7]

Šie paši zinātnieki atrada, ka dihoptiskā maskēšana pie kontrasta sliekšņa starpības varētu atbildēt par supresijas veidošanos pie anizotropijas ambliopijas, jauktās šķielēšanas

- anizotropijas ambliopijas pie zemām telpiskām frekvencēm. Vidējas pakāpes šķielēšanas ambliopijas gadījumā vai alternējošas fiksācijas gadījumā supresija bija daudz dziļāka nekā varētu gaidīt, ja pamatā ir tikai dihoptiskā maskēšana. [7]

Dihoptiskā maskēšana nevar darboties, kad tiek pilnībā zaudēta tīklenes korespondence. Zema kontrasta informācijas zudums dihoptiskās maskēšanas dēļ ir līdzīgs procesam, kad progresējoša kontrasta samazināšanās vienam no pāra attēliem, kas rada stereoredzi, noved pie stereoasuma samazināšanās un galu galā pie supresijas daļai attēla, kam ir zemāks kontrasts. Iespējams, ka dihoptiskā maskēšana ir arī atbildīga par vāju stereoredzi pacientiem ar anizotropijas ambliopiju, kam ir pazemināta kontrastjutība. Taču tā nevar būt atbildīga par supresiju cilvēkiem ar dziļu šķielēšanas ambliopiju vai alternējošu fiksāciju. [7]

1.2. Supresijas izmeklēšana

Klīniski supresijas raksturošanai tiek izmantoti divi parametri: izmērs (skotomas izmērs un novietojums attiecībā pret foveju) un intensitāte (no seklas līdz dziļai). Tāpat klīnikā arī ir nozīmīga supresijas stabilitāte un vai tā ir vienpusēja vai alternējoša. Šī informācija tiek izmantota, veidojot redzes terapijas programmu pacientiem ar binokulāru disfunkciju. [11, 13, 14]

Von Noorden uzsver, ka neviens no pašreiz lietojamiem supresijas skotomas noteikšanas testiem nav ideāls, jo netiek nodrošināti pilnībā identiski skatīšanās apstākļi ikdienai. Dažādi pētījumi uzrāda ievērojamu rezultātu atšķirību, jo attēla atdalīšanai tiek izmantotas metodes, kas savstarpēji ir grūti salīdzināmas: sarkanzaļās brilles, polarizētie filtri, spoguļsistēmas u.c. Testiem ar dažādiem skatīšanās apstākļiem ir sagaidāmi pat pretrunīgi rezultāti. [5]

Klīnisko testu rezultātus var ietekmēt ne tikai testa metode, bet arī pacienta redzes korekcija – skaidrs tīklenes attēls var palīdzēt pārvarēt supresiju. Turklāt, ja brilles samazina šķielēšanas leņķi, arī supresijas dziļums un lielums arī var tikt samazināts. [14]

Disociācija ir testa īpašība izmainīt ierastos skatīšanās apstākļus. Klīnikā izmantotajiem testiem ir atšķirīgas disociācijas pakāpes, ko nosaka disociācijas faktoru klātbūtne testā: attēlu krāsa, izmērs, forma, orientācija, abu acu kopīgais attēls, perifērās fūzijas iespējamība. [15] Disociācijas pakāpe netiek mērīta ar konkrētu skaitli, bet testa disociācijas pakāpe tiek uzskatīta par lielāku, ja testā ir iekļauti vairāk disociācijas faktori. Jo testa disociācijas pakāpe ir lielāka, jo tas ir vairāk attālināts no dabiskajiem skatīšanās apstākļiem. Tā kā klīnikā nozīmīgākas ir seklās supresijas, tad speciālisti iesaka veikt testus, kas ir pēc iespējas tuvāki dabiskajiem skatīšanās apstākļiem. Jo, piemēram, ja supresija ir izmeklēta ar testu, kuram ir ļoti attālināti apstākļi no dabīgajiem, tad var gadīties, ka, izmeklējot šo pašu pacientu ar testu, kas pielīdzināms gandrīz dabīgiem redzes apstākļiem (ja tas ir iespējams), rezultāts būs atšķirīgs. Ja testa apstākļi ir dabiskāki, pacientam ir vieglāk supresēt un tiek mērītas seklās supresijas, bet, ja testa apstākļi ir attālināti no dabīgajiem skatīšanās apstākļiem, tad ir mazāka iespēja, ka pacients supresēs un tiek mērītas dziļās supresijas. Tādēļ pēc rezultātiem no testiem ar augstu disociācijas pakāpi ne vienmēr var spriest par binokulārās redzes stāvokli ikdienā. [11, 14]

Visi klīniskie supresijas testi ir iedalāmi trijās grupās. Pirmie ir supresijas konstatēšanas jeb tā saucamie kvalitatīvie testi, kur pieskaitāmi arī testi, ar kuriem ir iespējams diferencēt supresiju no citām redzes sistēmas anomālijām ar līdzīgām pazīmēm. Otrā un trešā grupa ir kvantitatīvie testi - supresijas skotomas izvietojuma un lieluma noteikšanai un supresijas

dziļuma jeb intensitātes noteikšanai. Ir daži testi, kuru atšķirīgi paveidi ir izmantojami vairākās testu grupās. [4, 16]

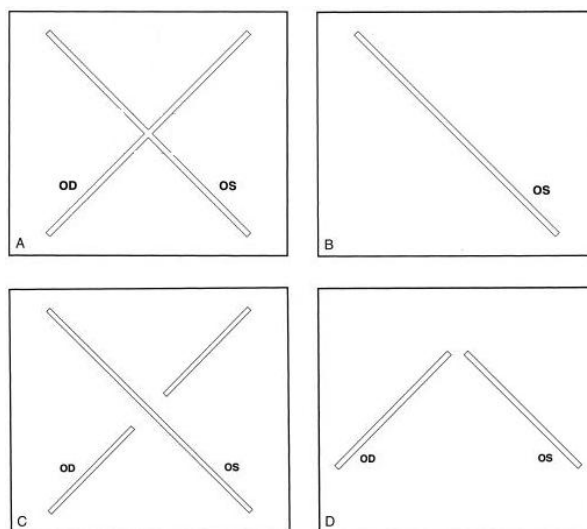
1.2.1 Bagolini tests

Lielākā daļa fūziju, supresiju un anomālas tīkleņu konkurences testi rada mākslīgus skatīšanās apstākļus, kas vairāk vai mazāk var ietekmēt testa rezultātus un neļauj pilnīgi pārliecinoši spriest par redzes sistēmas darbību ikdienas skatīšanās apstākļos. Daudzi autori uzskata, ka Bagolini tests ir visvairāk pietuvināts dabīgajiem skatīšanās apstākļiem, jo testa laikā ļauj pacientam vērot apkārtējo vidi, nodrošinot fūzijas stimulu. [5, 12, 15, 16]

Testa veikšanai tiek izmantotas brilles, kurās ir planum lēcas ar iegravētām taisnām, paralēlām līnijām, vienai acij 45° un otrai acij 135° . Tā kā šādām lēcām nav optiskā stipruma, tās neiespāido akomodācijas stāvokli. Savukārt smalkās iegravētās līnijas ievērojami nemaina redzes asumu un apkārtējās vides uztveri, līdz ar to testa disociācijas pakāpe ir samazināta līdz minimumam. [5, 13, 14]

Pacients ar savu korekciju caur Bagolini brillēm fiksē skatu uz gaismas avotu. Pacients redz gaismas staru, kas ir vērsts 90° leņķī attiecībā pret iegravētajām līnijām. Ja pacients redz vienlaicīgi divus starus, kas nepārtraukti krustojas gaismas punktā, tad pacientam ir binokulāra redze. Ja aizklāšanas testā neatrod heterotropiju, tad pacientam ir normāla tīkleņu korespondence, ja atrod – harmoniska anomāla tīkleņu konkurence. (1.8. att. A). Pie neharmoniskas anomālas tīkleņu konkurences būs redzami divi gaismas avoti, un stari ies caur gaismas avotiem, bet krustosies virs vai zem tiem. [13, 17] Par harmonisku anomāla tīkleņu konkurence tiek uzskatīta gadījumā, ja leņķis starp fiksējošās acs foveolu un otras acs attēla projicēšanās vietu uz tīklenes ir tāds pats kā objektīvais šķielēšanas leņķis. Ja šie leņķi nesakrīt, tad anomālo tīkleņu korespondenci uzskata par neharmonisku. [18]

Ja vienam no stariem ir pārrāvums līdz gaismas avotam, tad pacientam ir fiksācijas punkta skotoma (pie manifestas acs deviācija aizklāšanas testā) vai foveāla skotoma (pie ortotropijas). (1.8. att. C) Ja vienas acs attēls tiek supresēts, tad pacients visu laiku redz tikai vienu līniju, vienā virzienā. Piemēram, 1.8. att. B ir labās acs supresija, ja labās acs lēcas svītrojums vērsts 45° . Ja vienlaicīgi redzamas divas līnijas, kas nekrustojas vai krustojas ārpus gaismas punkta, tad pacientam ir vienlaicīga redze (dubultošanās). (1.8. att. D) Ja pārmaiņus ir redzama viena līnija un pēc tam otra, tad pacientam ir monokulāra alternējoša redze. [5]



1.8. .att. Bagolini tests [5]

Tā kā Bagolini testa atrades diferencēšanai ir nepieciešams veikt aizklāšanas testu, jāņem vērā, ka to ir grūti izdarīt, ja acs deviācija ir mazāka par 2-3 prizmatiskajām dioptrijām. [13]

Lai gan Bagolini tests literatūrā tiek atzīts par vienu no lietderīgākajiem klīnikā, pierādījumos balstītajā medicīniskajā literatūrā gandrīz nav pieejami pētījumi par testa tehniskajām izpildes īpatnībām.

Principā vienīgais pētījums par Bagolini testā izmantojamā gaismas avota ietekmi uz atradi ir Lambert, Murray un Ryan 1987.g. publicētais „Effect of Target Size on Anomalous Sensory Responses in the Bagolini Striated Lens Test”, kur autori ar Bagolini testu, izmantojot trīs dažādus gaismas avotus, pētīja anomālas tīkleņu konkurences atrades atšķirības. Pētījumā tika izvirzīta nulles hipotēze: izmantojamā gaismas avota lielumam Bagolini testā anomālas tīkleņu korespondences noteikšanai nav nozīmīga efekta uz testa atradi. Pētījumā piedalījās 25 dalībnieki ar manifestām heterotropijām, kuru vecuma bija vismaz 9 gadi, lai varētu korekti interpretēt sniegtās atbildes, un kuriem nekad nebija veikts Bagolini tests. Dalībnieku labākais koriģētais redzes asums tālumā nedrīkstēja būt zemāks par 0,6. Bagolini testu veica 50cm attālumā ar gaismas avotiem, kuru diametrs bija 4,8 mm (0,96 Δ), 3,4 mm (0,68 Δ) un 0,75 mm (0,15 Δ). Gaismas avoti tika izvēlēti pamatojoties uz to, ka šāda izmēri instrumenti visbiežāk ir pieejami praksē un tiek lietoti klīnikā. Datu kvantitatīva analīze tika veikta ar Kappas sakrītības koeficienta noteikšanas palīdzību. Rezultātā Kappas koeficienta vērtība bija interpretējama kā vidēji augsta vai augsta un līdz ar to pētījuma izvirzītā nulles hipotēze nevar tikt noraidīta – izmantojamā gaismas avota lielums nerada nozīmīgas atšķirības testa atradē. [13]

Jaunākā literatūrā ir pētījums par Bagolini lēcu izkliedes īpašībām un to efektu uz telpisko redzi. Pētījumā tika izvirzīta hipotēze, ka izmantojot Bagolini lēcas netiks novērots

nozīmīgs efekts un monokulāru un binokulāru kontrastjutības funkciju. Izmantojot vairāku ražotāju dažāda dizaina Bagolini lēcas, šī hipotēze tika apstiprināta. Līdz ar to autori secināja, ka Bagolini lēcas nepazemina redzes kvalitāti, nosakot supresiju un anormālu tīkleņu korespondenci. [19]

Pārējie publicētie pētījumi neapskata Bagolini testa īpašības tā klasiskajam mērķim. Ir pētījumi, kur uzsverot Bagolini lēcu radītos gandrīz dabīgos skatīšanās apstākļus, tās tiek izmantotas citiem mērķiem, piemēram, ciklotropijas mērīšanai, monokulāra un binokulāra redzes lauka pētījumiem. [5]

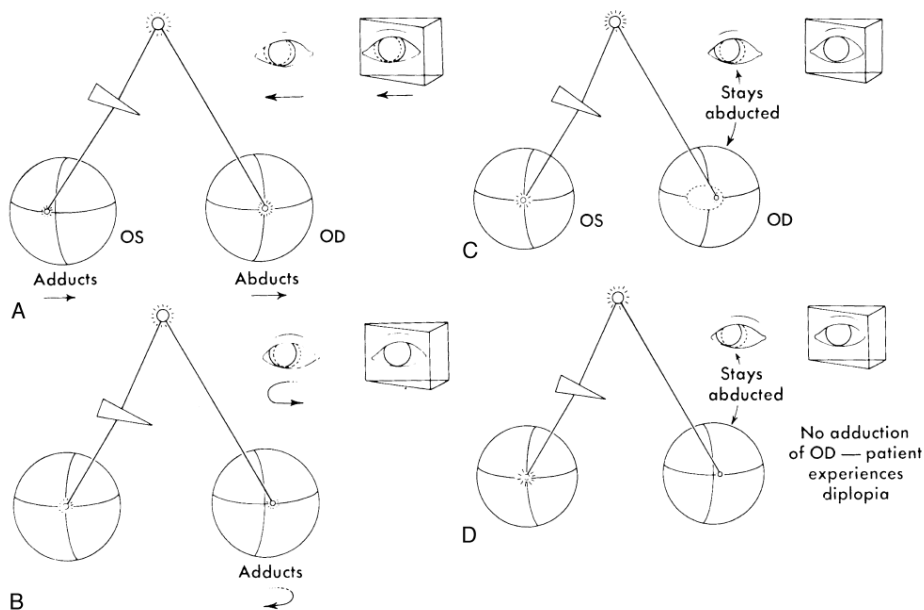
1.2.2 Četru prizmatisko dioptriju ar bāzi uz āru tests

Izmantojot četru prizmatisko dioptriju ar bāzi uz āru ($4 \Delta B\bar{A}$) testu, var noteikt, vai pacientam ir bifoveāla fūzija vai maza supresijas skotoma pie binokulāriem skatīšanās apstākļiem. Šo testu var arī izmantot, lai novērtētu binokulārās redzes kvalitāti pēcoperācijas ortotropiem. Testa ieviesējs ir Irvine (1944) un to popularizēja Jampolsky. [5]

Tests ir balstīts uz Hēringa likumu par saskaņotu abu acu ārējo kustību muskuļu inervāciju. Liek $4 \Delta B\bar{A}$ priekšā pacienta labāk redzošajai acij, tajā attēls tiek nobīdīts prom no fovejas un ārpus Panuma zonas, radot dubultošanos. Lai atjaunotu foveālu fiksāciju, tā veic addukciju (kustību uz iekšu). Testa veicējam ir jānovēro otra acs, jo atbilstoši Hēringa likumam tā veic abdukciju (kustība uz āru), kas savukārt nobīda attēlu prom no fovejas, atkal radot dubultošanos. Lai atjaunotu bifoveālu fiksāciju, otrai acij jāveic addukcija, novietojot attēlu atpakaļ uz fovejas. Tātad, ja tiek novērota otras acs abdukcija un pēc tam refleksācijas kustība uz iekšu (addukcija), tad skotoma šajā acī nav. (1.9. att. A, B) [18]

Ja otrā acī ir supresija, novēro anormālu atbildes reakciju. Pēc $4 \Delta B\bar{A}$ pielikšanas vienai acij otra acs veic abdukcijas kustību, kas nobīda attēlu prom no fovejas. Bet, ja šajā acī ir supresija, tad pacients neizjūt dubultošanos un refleksācijas kustība neseko. (1.9. att. C) Ja prizmu noliek acs priekšā, kurai ir supresija, pacients neizjūt attēla nobīdi un dubultošanos, jo attēls atrodas supresijas zonā. Šādā gadījumā vispār nenovēro nevienas acs refleksācijas kustības. [5, 15] Mazliet atšķirīgs ir mikrotropijas gadījums, kad pozitīva $4 \Delta B\bar{A}$ testa atrade var liecināt drīzāk par bifoveālas fiksācijas trūkumu nekā par supresijas skotomu. [20]

Addukcijas kustība otrai acij var nebūt novērojama arī gadījuma, ja ir vāja fūzija. Tad pacients jūtīs dubultošanos līdz spontāni parādīsies refūzija. (1.9. att. D) [5]



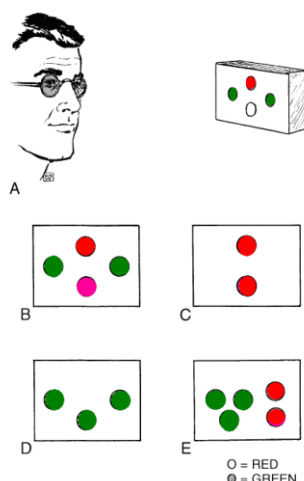
1.9. .att. 4 Δ BĀ tests [5]

Daži autori, kā piemēram, Epstein un Tredici (1973), Frantz, Cotter un Wick (1992), Romano, Noorden un Awaya (1969), apraksta atipiskas testa atradnes, kas ierobežo tā vērtību objektīvā skrīninga pielietošanā, lai noteiktu foveolāru supresijas skotomu. Ja pacientam ir mikrotropija ar izveidojušos anormālu tīkļu korespondenci, tad pieliktā prizma minimāli novirzītās acs priekšā tīkļu attēlu pārvieto tikai anormālās binokulārās redzes zonā, līdz ar to pacients saglabā binokulāru redzi un netiek novērotas klasiskās acs refleksācijas kustības. [5]

1.2.3 Vorsa četru punktu tests

Ar Vorsa četru punktu testu var diagnosticēt supresiju, kas skar ne tikai pašu tīkļu centrālo daļu. Tā veikšanai ir nepieciešamas sarkanzaļās brilles un speciāls testa objekts, ko veido divas zaļas, viena sarkana un viena balta figūra. (1.10. att.) Krāsainās figūras atbilstoši brillēm būs redzamas tikai ar vienu aci, bet baltā figūra ir paredzēta fūzijas stimulēšanai un ir redzama ar abām acīm. Ja testu veic gaišā telpā un pacientam ir redzama apkārtējā vide, tad ir iespējama arī perifērā fūzija. Taču, ja to veic aptumšotā telpā, tad par vienīgo fūzijas stimulu kļūst baltais testa objekts un testa disociācijas pakāpe paaugstinās. Uzdodot pacientam jautājumu, cik figūras ir redzamas, var spriest par pacienta redzes raksturu. Ar vienu aci pacients redz sarkano un balto figūru, bet ar otru aci - abas zaļās un balto figūru. Ja ir binokulāra redze, tad baltais punkts tiek sapludināts un pacients ziņo, ka redz četrus punktus (1.10.att B), ja ir monokulāra redze, tad attiecīgi ir redzamas tikai divas vai tīs figūras (1.10.att. C, D), vienlaicīgas redzes gadījumā ir redzamas piecas figūras, jo baltā figūra netiek

sapludināta (1.10. att. E), bet monokulāras alternējošas redzes gadījumā pacients pārmaiņus redz divas vai trīs figūras. [11, 18]



1.10. att. Vorsa 4 punktu tests [5]

Galvenais kļūdas avots var būt filtru krāsas un testa objekta krāsas nesakrītība. Tādā gadījumā testa objekts netiek pilnībā „nodzēsts”, un tas ir redzams ar abām acīm, kas nozīmē, ka nav iespējams precīzi noteikt supresiju. Vēl viens ievērojams kļūdas avots var būt pacienta ātra alternējoša fiksācija, kuras laikā pacients pats nemana attēla pārslēgšanos. [11]

Vorsa 4 punktu tests var dot arī normālu fūziju atbildi makulas supresijas gadījumā, ja supresijas zona ir mazāka nekā tukšais laukums starp četriem punktiem vai arī testa distance ir pietiekami tuva un attālums starp gaismas punktiem ir lielāks nekā supresijas zona. [11, 20]

Von Noorden un citi autori uzskata, ka šim testam tomēr ir ierobežota vērtība un klīnikā tas nav bieži izmantojams. Kā galvenais trūkums tiek minēta testa disociācijas pakāpe, respektīvi, sarkanzaļo briļļu izmantošana. Tādā veidā pacients ar nestabilu, bet funkcionāli derīgu binokulāro redzi, var dot atbildi, kas ir interpretējama kā supresija. Ar šo testu arī nav iespējams novērtēt bifoveālas fūzijas esamību vai trūkumu. Fūziju atbilde (t.i. redzami četri punkti) var tik sniegta pie heterotropijas ar anormālu tīkleņu korespondenci. To var nepareizi interpretēt kā pierādījumu normālai binokulārajai redzei. Bieži tā arī literatūrā tiek darīts, pietiekami neuzsverot, ka šāda interpretācija ir korekta tikai tad, ja Vorsa 4 punktu tests tiek lietots kopā ar aizklāšanas testu. [5, 11]

Arthur un Cake piedāvāja Vorsa 4 punktu testa modifikāciju, kurā abu acu attēlu atdalīšana tiek panākta ar polarizētu filtru palīdzību un sarkanzaļās brilles vairs netiek izmantotas, tādējādi panākot zemāku testa disociācijas pakāpi salīdzinot ar klasisko testa izpildi. Autori salīdzināja atradi starp Bagolini testu un Vorsa polarizēto četru punktu testu, un secināja, ka testa jutība un specifiskums centrālas supresijas skotomas noteikšanai ir augstāks Vorsa polarizēto četru punktu testam. Tomēr Von Noorden apšaubā Arthur un Cake piedāvāto salīdzinājumu un uzskata to par nepamatotu, jo pretēji Bagolini testam polarizētajā

četrus punktu testā pacientam nav fūziju stimuls fiksācijas laukā, un līdz ar to tiek uzrādīts augstāks procents centrālo supresiju, bet testa apstākļi ir attālināti no ikdienas. [5, 21]

1.2.4 Sarkanā stikla tests

Ar šī testa palīdzību ļoti vienkārši un ātri ir iespējams diagnosticēt supresiju visa vecuma pacientiem. No izmantotā sarkanā filtra tonējuma pakāpes ir atkarīgs, vai tiek mērīta dziļā vai seklā supresija. Bieži to pielieto arī dubultošanās lieluma un virziena izvērtēšanai.

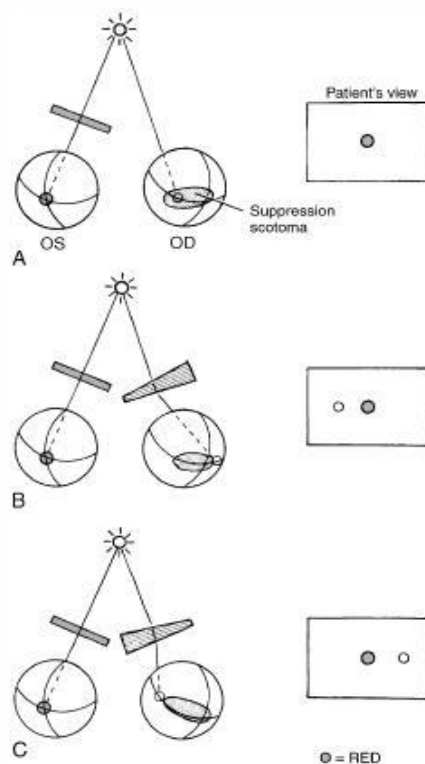
Pacientam vienas acs priekšā liek sarkano filtru un rāda fiksācijas mērķi – gaismas avotu – testa attālumā. Pacientam tiek uzdots jautājums - cik un kādas krāsas gaismas ir redzamas. Atbilde par vienu sārtu gaismu norāda uz perifēru fūziju un binokulāru redzi, normālu tīkļu korespondenci, ja nav vienas acs deviācija, vai anormālu tīkļu korespondenci pie deviācijas. Sārtais tonis var variēt no sarkana līdz baltam binokulārās konkurences dēļ, vai būt vienā krāsā, ja ir izteikta vadošā acs. Lai pārlicinātos, ka atbilde nav interpretējama kā vienas acs supresija, aizklāj aci, kuras priekšā nav filtrs. Ja gaisma kļūst tumšāki sarkana, pacientam ir binokulāra redze, taču, ja skatoties monokulāri, gaismas avota krāsa nemainās – pacientam ir vienas acs supresija. Atbilde par diviem gaismas avotiem norāda par vienlaicīgu redzi (supresijas mehānisms nedarbojas). Ja sarkanais filtrs ir labās acs priekšā un pacients redz sarkano gaismu pa labi, tā ir nekrustotā dubultošanās (norāda uz ezotropiju), bet, ja sarkanā gaisma ir pa kreisi, tā ir krustotā dubultošanās un norāda uz eksotropiju. [11]

1.2.5 Supresijas skotomas lieluma noteikšana ar prizmu palīdzību

Klīniski, izmantojot prizmas, vienkāršā veidā kvantitatīvi ir iespējams novērtēt supresijas skotomas lielumu un virzienu. Pacientam fiksējot skatu uz mazu gaismas avotu un liekot acs priekšā prizmas, kuru stiprums pakāpeniski pieaug, novēro mirkli, kad pacients ziņo par dubultošanos – šajā mirklī fiksācijas punkta attēls ir pārvietots ārpus supresijas skotomas zonas uz tīklenes apgabalu, kas ierasti netiek supresēts. Prizmas stiprums un bāzes virziens, kas ir nepieciešams, lai izraisītu dubultošanos, ir supresijas skotomas raksturojošais lielums. [5] Šādu supresijas skotomas lieluma noteikšanu aprakstīja Jampolsky (1955). [7]

1.11. att. ir piemērs supresijas skotomas lieluma mērīšanai labās acs ezotropijas gadījumā. Attēls tiek fiksēts ar kreiso aci un labajā acī projicējas uz nazālajiem tīklenes elementiem. Dubultošanos izslēdz supresija. Liekot labās acs priekšā prizmu ar bāzi uz āru un pakāpeniski palielinot tās stiprumu, panāk krustotās dubultošanās parādīšanos. Tādējādi tiek

noteikta temporālā supresijas skotomas robeža. Liekot labās acs priekšā prizmu ar bāzi uz iekšu un pakāpeniski palielinot tās stiprumu, panāk nekrustotās dubultošanās parādīšanos un nosaka nazālo supresijas skotomas robežu. Kopējais nepieciešamais prizmatiskais stiprums raksturo horizontālo supresijas skotomas izmēru. Vertikālo supresijas skotomas izmēru var noteikt līdzīga veidā, izmantojot prizmas ar bāzi uz augšu un uz leju.



1.11. att. Supresijas skotomas mērīšana ar prizmu palīdzību labās acs ezotropijas gadījumā [5]

1.2.6 Supresijas dziļuma noteikšana

Viesiem pacientiem supresijas dziļums nav vienāds, to noteikt ir viegli un klīnikā noderīgi. Lai pacients pārvarētu supresiju, ir jāsamazina tīklenes apgaismojums fiksējošajai acij līdz tiek novērota dubultošanās. Visērtāk to ir izdarīt ar pakāpeniski pieaugoša piesātinājuma sarkanajiem filtriem. Pacients fiksē skatu uz punktveida gaismas avotu, un filtrus pakāpeniski novieto fiksējošās acs priekšā. Jo piesātinātāks filtrs ir vajadzīgs, lai izsauktu dubultošanos, jo supresija ir dziļāka. [5, 11, 14] Ja apgaismotā telpā ar tumšāko sarkano filtru dubultošanās netiek panākta (supresija ir pārāk dziļa), tad ir jāsamazina telpas apgaismojums un/vai jāpalielina mērķa gaismas avota spožums. [11]

Būtībā supresijas dziļums tiek aprakstīts, izmantojot testa veidu, kas ir nepieciešams, lai novērstu supresijas atbildi. 1.1.tabulā ir sakārtotas supresijas dziļuma testa metodes. Ja

pacients, piemēram, novēro patoloģisku dubultošanos, skatoties punktveida gaismas avotā apgaismotā telpā, tad to uzskata par seklu supresiju. Ja ir jāaptumšo telpa un, lai pacients sajustu dubultošanos, jālieto sarkani-zaļie filtri, tad supresiju uzskata par dziļu. [10, 11]

1.1.tabula

Testi supresijas intensitātes mērīšanai [10]

Testa apstākļu dabiskums	Testēšanas metode	Instruments	Supresijas intensitāte
Dabiski		Parasti objekti	Sekla
	Dubultošanās apgaismotā telpā	Zīmuļa gaismiņa	
-		Pola – Mirror tests	-
	Vektogrāfiskas metodes	Grifina tests	
-		Vektogrammas	-
	Atdalīšana	Turvilla tests	
-		Lēcu lineāla izmantošana	-
	Atdalīšana ar optiskām sistēmām	Brūstera stereoskops	
-		Vītstouna stereoskops	-
	Krāsu filtri	Sarkano filtru tests	
Nedabiski		Vorsa četru punktu tests	Dziļa

Supresijas dziļums ir mērīts arī eksperimentos laboratorijās, izmantojot kontrasta sliekšņa pieaugumu (Schor *et al.*, 1987; Holopigeon un Blake, 1987) un izmaiņas redzes asumā (von Noorden un Leffler, 1966; Awaya *et al.*, 1968; Schor *et al.*, 1976). Šajos eksperimentos ir iegūti pretrunīgi dati salīdzinot ar klīniskiem pētījumiem. Von Noorden to skaidro ar atšķirībām metodoloģijā. [4, 5]

1.3. Binokulārās redzes patoloģija anizotropijas, ambliopijas un šķielēšanas gadījumā

Anizotropijas, ambliopijas un šķielēšanas gadījumā visbiežāk abas acis neuztver vienādu attēlu. Vienā no acīm ir zemākas kvalitātes, miglaināks attēls, līdz ar to supresijas iestāšanās ir iespējama katrā no šiem gadījumiem. [22]

Anizotropija tiek uzskatīta par cēloni ambliopijas un šķielēšanas patoģenēzē, taču anizotropijas ambliopijas veidošanās mehānisms līdz galam nav izskaidrots. Lai gan precīza anizotropijas izplatība kopējā populācijā nav zināma, literatūrā tā tiek vērtēta kā 4 – 4,7%. Procentuālais anizotropijas izplatības vērtējums atšķiras dažādos pētījumos, jo atšķiras minimālā refrakcijas lieluma starpība acīm, lai stāvokli klasificētu par anizotropiju, kā arī svarīgs ir pacientu vecums. [23] Tajā pašā laikā pētījumos ir pierādīts, ka viena no ambliopijas sekām var būt anizotropijas attīstība. Tātad nav viennozīmīgi pasākams, vai pirmā rodas ambliopija vai anizotropija. [22, 24]

Literatūrā ir arī aprakstīta anizotropijas ietekme uz stereoredzes kvalitātes pazemināšanos, taču arī šis mehānisms nav viennozīmīgi izskaidrojams. Ir izteiktas hipotēzes, ka fovejas supresija defokusētajā acī ir stereoredzes kvalitātes pazemināšanās iemesls. Tomēr ir jāņem vērā arī citi faktori, kā piemēram, kontrasts un fūziju stimulējošas detaļas. Tiek apsvērta arī doma, ka anizotropija ierosina binokulāro konkurenci, kas savukārt izsauc supresiju. [25]

Dadeya, Kamlesh un Shibal (2001) savā pētījumā par anizotropijas ietekmi uz binokulārās redzes funkcijām secina, ka dažādas anizotropijas optiskās formas binokulārās redzes funkcijas pazemina dažādā līmenī. Sfēriskai anizotropijai ir lielāka negatīvā ietekme uz binokulārās redzes funkcijām salīdzinot ar astigmātisma anizotropiju. Gan šie autori, gan Oguz un Oguz (2000) šādu atradi skaidro ar to, ka sfēriskas anizotropijas gadījumā, attēls uz tīklenes ir izplūdis visur vienādi, bet astigmātisma anizotropijas gadījumā tikai pa galvenajiem meridiāniem. [23, 26]

Holopigian *et al.* (1988) mērīja supresijas dziļumu ambliopijas pacientiem. Viņš atrada apgrieztu korelāciju starp supresijas dziļumu un ambliopijas dziļumu. Rezultāti arī parādīja, ka supresija bija visspēcīgākā alternējoši fiksējošiem šķielētājiem, vidēja pie šķielēšanas ambliopijas un visvājākā pie anizotropijas ambliopijas. [7]

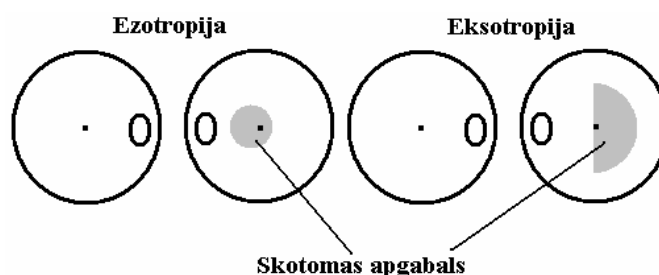
Fahle (1983) un arī Von Noorden (1990) ierosināja, ka binokulārā konkurence ir pamats supresijai ambliopijas gadījumā. Lai gan citu autoru pētījumos ir atrodami dažādi iebildumi šādai hipotēzei, tie nav pietiekami pārliecinoši, lai apgalvotu, ka supresija šķielēšanas ambliopijas gadījumā tiešām nav modificēta binokulārās konkurences forma. [7]

Ezotropija agrā bērna vecumā biežāk nekā eksotropija izraisa binokulārās redzes attīstības traucējumus. Tas ir izskaidrojams ar to, ka pie ezotropijas ievērojami biežāk tiek nomākta tīklenes daļa, kas atrodas nazāli no fovejas. Stimuli, kas projicējas nazāli no fovejas, biežāk ir dominanti attiecībā pret stimulu, kas projicējas otras acs temporālajā tīklenes daļā (Fahle, 1987). Fahle izsaka viedokli, ka ezotropijas gadījumā konkurenci nešķielējošās acs fovejas attēlam radīs šķielējošās acs attēls no nazālās tīklenes daļas. Tā kā šis nazālais attēls ir dominants, tas radīs spēcīgu konfūziju, kas pieprasa spēcīgu supresiju. Eksotropijas gadījumā temporālais tīklenes attēls tik spēcīgi nekonkurēs ar otras acs fovejas attēlu, tādēļ neizraisīs tik spēcīgu supresiju. Turklāt bīstamāka ir konstanta, vienpusēja šķielēšana. Ja agrā bērna vecumā šķielēšanas dēļ veidojas supresija, tā var pārtraukt redzes sistēmas attīstību, tai skaitā redzes asuma attīstību šķielējošajā acī, kas izpaužas kā ambliopija (Banks *et al.*, 1975). [4]

Supresiju ietekmē acu laterālitate un šķielēšanas biežums. Pie alternējošas šķielēšanas, kad šķielējošā acs mainās, visdrīzāk būs arī alternējoša supresija. Unilaterālās šķielēšanas gadījumā supresija ir monokulāra un skar šķielējošo aci. Jo biežāk manifestē šķielēšana, jo lielāka varbūtība ir tam, ka tiks atrasta dziļāka supresija. Turklāt dziļākas supresijas parasti ir saistītas ar ezotropiju. Inkomitantu šķielēšanu gadījumā supresija parasti ir sekla. Supresijas dziļumam nav augstas korelācijas ar šķielēšanas leņķa lielumu. [11]

Bagolini 1966.g. savā pētījumā secināja, ka supresija visbiežāk tiek atrasta, ja šķielēšanas leņķis pārsniedz 20° , bet harmoniska anomāla tīkleņu korespondence ir visbiežākā sensorā adaptācijas forma šķielēšanas gadījumos, kad leņķis ir mazāks par 10° . Šādu secinājumu ir atbalstījuši arī tādi zinātnieki kā Pasino un Maraini (1964) un Katsumi *et al.* (1982) [13]

Supresijas skotomas izmērs var mainīties. Dziļas supresijas gadījumā centrālie un perifērie supresijas apgabali var saplūst vienā. Lai arī supresijas lielums un forma var būt atšķirīgi, supresijas apgabals, kas veidojas ezotropijas gadījumā, parasti ir rupji cirkulārs ietverot aptuveni 5° no mediālās tīklenes, kur foveja atrodas tās tālākajā temporālajā galā. Eksotropijas gadījumā, apgabals parasti ir lielāks un veidojas temporālajā tīklenes daļā aptuveni hemiretinālās līnijas tuvumā, atgādinot pusmēness formu (1.12. att). [2]



1.12. att. Raksturīgās supresijas skotomas heterotropiju gadījumā [2]

Ir daži raksturīgi šķēršļi, lai mērītu supresijas skotomu pie šķielēšanas. Pirmkārt, lai varētu atšķirt katrai acij demonstrēto stimulu, tiem jābūt kaut kādā veidā atšķirīgiem. Tomēr Jampolsky un Schor (1977) pierādīja, ka līdzīgi stimuli drīzāk izsauc supresiju nekā atšķirīgi stimuli, tādēļ jebkura stimulu atšķirība, kas nodrošinātu subjektam to izšķiršanu, veicinātu mērāmās supresijas izjaukšanu. Tātad eksperimentos, kur tiek izmantoti ortogonāli režģi vai sarkanzaļās brilles, supresijas pakāpe netiek pietiekami novērtēta. Tāpat arī katrā eksperimentā, kas tiek veikts, secinājumus var izdarīt tikai par konkrēto redzes lauka vietu, drošus secinājumus par to, kas notiek pārējā redzes laukā – ir supresija vai nav – izdarīt nav iespējams. Šie apsvērumi zināmā mēra izskaidro, kādēļ dažādu autoru pētījumos par supresijas skotomu pie šķielēšanas, tiek uzrādītas tik dažādas atrades. [7, 19, 22]

2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

2.1. Darba uzdevumi un hipotēzes

Par darba mērķi tiek izvirzīts noskaidrot, vai Bagolini testa atrade ir atkarīga no izmantotā gaismas avota lieluma.

Mērķa sasniegšanai jāveic sekojoši uzdevumi:

5. Veikt Bagolini testu, izmantojot divus dažādus gaismas avotus:
 - 5.1. pacientiem bez redzes sistēmas patoloģijām;
 - 5.2. pacientiem ar redzes sistēmas patoloģijām (anizotropija, ambliopija, šķielēšana).
6. Salīdzināt Bagolini testa atradi starp gaismas avotiem dažādām pacientu grupām.
7. Salīdzināt Bagolini testa atradi ar citu redzes rakstura testu atradi.
8. Noteikt vai pastāv saistība starp stereoredzes kvalitāti un redzes raksturu.

Izvirzītās hipotēzes:

1. Izmantotā gaismas avota lielumam Bagolini testā ir nozīmīga ietekme uz pacientu sniegtajām atbildēm.
2. Bagolini tests ir klīnikā nozīmīgs supresijas skotomas novērtēšanas tests.
3. Novērtējot stereoredzes kvalitāti, nevar spriest par supresijas skotomas atradi.

2.2. Eksperimenta dalībnieki

Eksperimentā piedalījās 98 dalībnieki, kas iedalāmi divās grupās: bez redzes sistēmas patoloģijām un ar redzes sistēmas patoloģiju (anizotropija, ambliopija, šķielēšana). Dalībnieku vecums no 17 – 34 gadiem, lai novērstu grūtības atbilžu interpretācijā. Visi dalībnieki ir ar optometriju nesaistīti cilvēki, lai izslēgtu „vēlamās” atbildes.

Pirmās grupas atlases kritēriji:

- Nav sasniegts presbiopijas vecums
- Nav akomodācijas patoloģijas
- Refrakcijas kļūdai nav nozīmes, bet tā ir koriģēta
- Koriģēts redzes asums katrā acī ir virs 0,8
- Nav anizotropija
- Nav heterotropija
- Var būt kompensētas heteroforijas
- Nav veikta lāzerķirurģija
- Ir binokulārs redzes raksturs

Otrās grupas atlases kritēriji:

- Ir vismaz viena no binokulārās redzes patoloģijām:
 - Heterotropija (manifesta eksotropija vai ezotropija)
 - Anizotropija (vismaz 1D)
 - Ambliopija (koriģētais redzes asums vienāds vai zemāks par 0,7)
- Nav sasniegts presbiopijas vecums
- Nav akomodācijas patoloģijas
- Ja nepieciešams, ikdienā tiek lietota refrakcijas korekcija
- Nav katarakta vai glaukoma

2.3. Eksperimenta metodika

Katram eksperimenta dalībniekam tika veikts testu kopums, lai novērtētu redzes sistēmas stāvokli. Katras grupas eksperimenta dalībniekiem mērījumi tika veikti vienādos apstākļos – ar vienādu telpas apgaismojumu un izmantojot tos pašus testus un iekārtas. Eksperimenta protokols, kas tika aizpildīts katram dalībniekam un vēlāk izmantots datu analīzē, redzams 2.1. tabulā.

2.1.tabula

Eksperimenta protokols

Vārds, uzvārds		
Anamnēze:		
Esošā korekcija	Od Os	V= V=
Pilna korekcija (balansēta)	Od Os	V= V=
Visus 40cm	Od Os	Ou
Vorsa tests	Tāl=	
Sarkanā stikla tests	Tāl=	Tuv=
Bagolini tests	Standarta gaismas avots	Diode
4 Δ BĀ tests		
Aizklāšanas tests	Tāl=	Tuv=
Prizmu aizkl.tests	Tāl=	Tuv=
Madoksa tests		
Fūziju rezerves	BĀ BIE	BĀ BIE
Stereoredze	Tuv (Titmuss)	Tāl.pol.t.

Ir redzes speciālisti, kas uzskata, ka sensorie testi – Bagolini tests, Vorsa četru punktu tests u.c., kā arī stereoredzes testi ir jāveic izmeklēšanas sākumā, jo pēc monokulāra redzes asuma noteikšanas un/vai alternējošās aizklāšanas testa pacienta fuzionālās spējas būs izjauktas un izmeklēšanas laikā var neatjaunoties. Taču nav neviena dokumentēta pētījuma, kas šādu hipotēzi pierādītu. Tajā pašā laikā P. F. Jenkins (2002) savā pētījumā ir pierādījusi, ka nav statistiski nozīmīga atšķirība, vai Bagolini testu, Vorsa četru punktu testu un stereoredzes testus veic izmeklēšanas sākumā vai beigās. Šī pati pētniece 1999.g. arī pierādīja, ka aptuveni pusei pacientu stereoredzes atrade pat uzlabojas, ja šos testus veic izmeklēšanas beigās. [15]

Tādēļ veiktajam eksperimentam testu secība tikai izvēlēta atbilstoši standarta izmeklēšanas secībai klīnikā, un visiem dalībniekiem tika veikta vienādi.

Redzes asums tālumā (5 m) un tuvumā (40 cm) tika pārbaudīts ar standarta redzes asuma tabulām, noteikta labākā iespējamā korekcija tālumā (par labāk redzošo aci tika koriģēta vadošā acs) un visi turpmākie testi tika veikti ar šo korekciju.

Vorsa četru punktu tests tika veikts tālumā un sarkanā stikla tests tika veikts tuvumā un tālumā gaišā telpā, lai pacients redz arī apkārtējo vidi un ir iespējama perifērā fūzija, tādējādi mazliet samazinot šo testu disociācijas pakāpi.

Bagolini tests tika veikts tuvumā izmantojot divus atšķirīgus gaismas avotus:

- Standarta gaismas zīmulis ar 5 mm diametru (tā leņķiskais izmērs uz tīklenes ir $0,72^\circ$, ja tests tiek veikts 40 cm attālumā);
- Diodi ar izmēru 1,6 x 1,6 mm (tā leņķiskais izmērs uz tīklenes ir $0,23^\circ$, ja tests tiek veikts 40 cm attālumā).

Izmantotie gaismas avoti tika izvēlēti sekojošu iemeslu dēļ:

▪ Mācību literatūrā par Bagolini testa izpildi tiek minēts, ka jāizmanto mazs gaismas avots, bez papildus paskaidrojumiem par konkrētiem tā izmēriem. 1966.g. Bagolini ieteica lietot matētu gaismu, kas „nav par mazu un nav par blāvu”, bet konkrēts izmērs netiek nosaukts. Mallet (1967) norādīja, ka viņš izmantojot gaismas avotu ar diametru 5-10 mm, veicot testu 3 metru attālumā. Revell (1971) sākotnēji izmantoja gaismas avotu no iekšēji izgaismotas testa tabulas. Tā kā šāds gaismas avots Bagolini testā svītras veidoja pārāk vājas un platas, viņš gaismas avotu nomainīja uz spuldzīti ar atklātu kvēldiegu, neaprakstot tās izmēru un nenorādot testa distanci. Lambert, Murray un Ryan (1987) norāda, ka žilbinošs un izplūdis mērķis, ko radītu liels gaismas avots, varētu veidot mazus anomālijas leņķus un supresiju tuvumā, ko grūti konstatēt. Lielāki mērķi arī esot mazāk efektīvi akomodācijas kontrolē. [13, 27] Šādu nenoteiktu literatūras datu dēļ par pirmo gaismas avotu tika izvēlēts gaismas zīmulis, kāds atrodams lielākajā daļā optometristu praksēs un parasti tiek lietots testa veikšanai.

▪ Par otru gaismas avotu tika izvēlēta diode, kas ir ar aptuveni 7 reizes mazāku laukumu, bet dod daudz spožāku gaismu. Tā kā testa laikā novērojamo svītru spožums ir tieši atkarīgs no gaismas avota spožuma, tad varētu būt sagaidāms, ka, izmantojot diodi, eksperimenta dalībniekam ir vieglāk precīzi novērtēt redzamo attēlu, tātad arī atšķirt raksturīgo svītras pārrāvumu pirms gaismas avota, kas norāda uz centrālu supresijas skotomu.

Gaismas avotam apkārt papildus tika izveidots fons, ar kuru palīdzību arī varēja kvantitatīvi novērtēt supresijas skotomas lielumu pēc prizmatisko dioptriju atzīmēm. (2.1. att.)



2.1. att. Bagolini testa izpildei izmantotais fons gaismas avotam ar prizmatisko dioptriju atzīmēm

Papildus dalībniekiem ar anizotropiju Bagolini testa abas variācijas tika veiktas arī bez korekcijas.

Aizklāšanas tests tika veikts tālumā un tuvumā, lai diferencētu heteroforiju no heterotropijas. Lai noteiktu to lielumu, tika veikts prizmu aizklāšanas tests, un mazu leņķu gadījumā arī Madoksa tests.

Heteroforiju gadījumā tika veikts arī fūziju rezervju mērījums, lai noteiktu, vai fūziju mehānisms spēj kompensēt forijas. Par normu tika uzskatīts Šērda kritērijs.

Pēdējā tika novērtēta stereoredze, izmantojot Titmusa testu tuvumā, un polarizēto tāluma stereotestu, kas pieejams projektorā.

2.4. Rezultāti un to analīze

2.4.1. Bagolini testa atrade starp gaismas avotiem dažādām pacientu grupām

Lai salīdzinātu, vai Bagolini testa atrades ar diviem dažādiem gaismas avotu lielumiem ir uzskatāmas par līdzīgām, tika aprēķināts *Cohen's Kappa* koeficients. Saīsināti lieto Kappa koeficients – k , tas ir statistiskas rādītājs, kas apraksta divu grupu kvalitatīvu mērījumu sakritību. Metodi var pielietot arī datiem, kas neatbilst normālsadalījumam. K tiek uzskatīts par daudz precīzāku salīdzinot ar vienkāršu procentu sakritības aprēķinu, jo, aprēķinot k , tiek ņemtas vērā sakritības, kas rodas nejauši. [28]

Izmantotais algoritms ir sekojošs.

Kappa koeficientu aprēķina:

$$\kappa = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)},$$

kur $\Pr(a)$ – novērotais sakritības koeficients

$\Pr(e)$ - paredzamais sakritības koeficients

Izmantojot diodi, tika iegūtas pozitīvas (supresija ir konstatēta) un negatīvas (supresija nav konstatēta) eksperimentu dalībnieku subjektīvās atbildes. Ar otru gaismas avotu – gaismas zīmuli – arī tika iegūtas pozitīvas un negatīvas atbildes. Visas atbildes tiek sakārtotas matricā:

Gaismas zīmulis	Diode		Kopā
	+	-	
+	a	b	B_+
-	c	d	B_-
Kopā	A_+	A_-	n

 [29]

Lai aprēķinātu Kappa koeficientu, tika izmantotas sekojošas formulas:

$$\Pr(a) = (a+d)/n$$

$$\Pr(e) = P_{A+} P_{B+} + P_{A-} P_{B-}$$

$$P_{A+} = A_+/n$$

$$P_{B+} = B_+/n$$

$$P_{A-} = 1 - P_{A+}$$

$$P_{B-} = 1 - P_{B+} \text{ [29, 30]}$$

Literatūrā visbiežāk Kappa koeficienta interpretācija tiek pieņemta sekojoši:

< 0,2 ļoti zema sakritība

0,21 – 0,4 zema sakritība

0,41 – 0,6 vidēja sakritība

0,61 – 0,8 vidēji augsta sakritība

0,81 – 1 augsta sakritība [13, 29, 30]

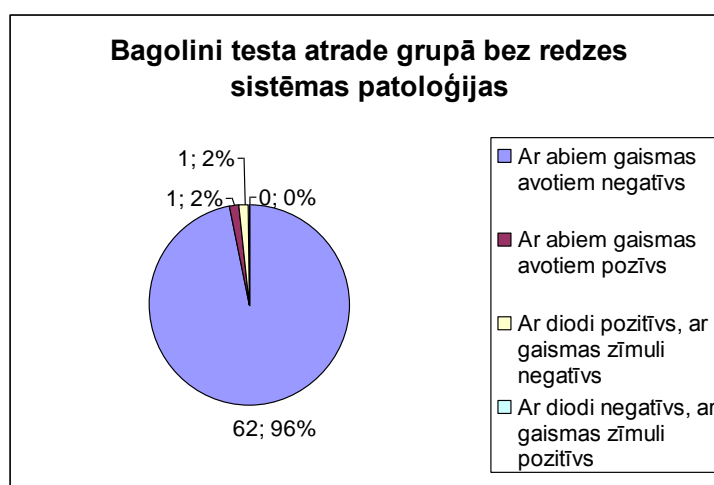
Šāda interpretācija tika pielietota arī šī eksperimenta rezultātu analīzē.

Eksperimenta dalībnieku rezultāti tiek sadalīti un analizēti četrās grupās:

- Dalībniekiem bez redzes sistēmas patoloģijas;
- Dalībnieki ar anizotropiju;
- Dalībnieki ar šķielēšanu;
- Dalībnieki ar ambliopiju.

Tā kā trijiem dalībniekiem ar anizotropiju un sešiem dalībniekiem ar šķielēšanu tika konstatēta arī ambliopija, šie dati tika analizēti divās grupās.

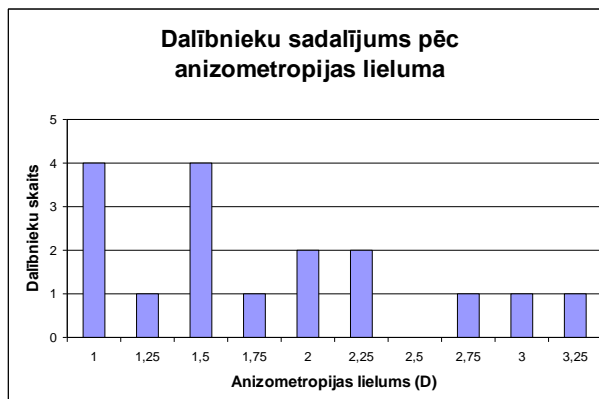
1. Dalībnieki bez redzes sistēmas patoloģijām. Šajā grupā ir 64 dalībnieki vecumā no 17-34 gadiem, 66% (42) sievietes un 34% (22) vīrieši. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem ir attēlota 2.2. att.



2.2. att. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem dalībnieku grupā bez redzes sistēmas patoloģijas

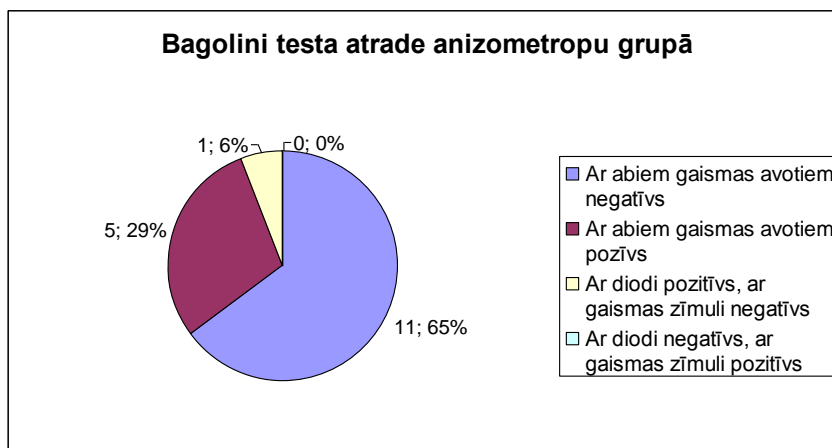
Kappas koeficienta vērtība ir 0,659, kas pēc augstāk pieņemtās gradācijas ir uzskatāma par vidēji augstu sakritību. Taču šajā gadījumā to var uzskatīt par paradoksu, kas nepakļaujas vispārpieņemtajai interpretācijai. Tā pamatā ir 97% populācijas vienādi sniegtās atbildes abos testa variantos. Šajā gadījumā ņemot vērā, ka kopējā mērījumu sakritība ir 98%, jāsecina, ka mērījumu rezultāti šajā grupā ir pieņemami par augstu sakritību. [31]

2. Dalībnieki ar anizotropiju. Šajā grupā ir 17 dalībnieki vecumā no 19-26 gadiem, 47% (8) sievietes un 53% (9) vīrieši. Grupā anizotropijas vērtības svārstījās no 1 D līdz 3,25 D. (2.3. att.)



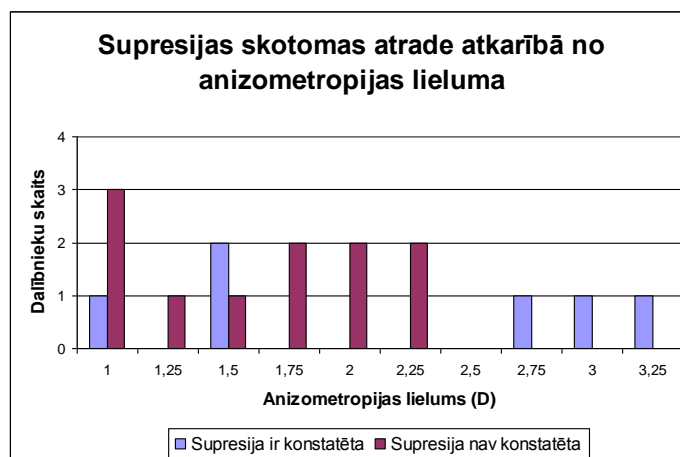
2.3. att. Eksperimenta dalībnieku anizotropijas lielums

Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem ir attēlota 2.4. att.



2.4. att. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem dalībnieku grupā ar anizotropiju

Kappas koeficienta vērtība ir 0,866, kas ir uzskatāma par augstu sakritību. Analizējot atsevišķus rezultātus netiek novērots, ka supresija būtu izteikti vairāk raksturīga augstākas pakāpes anizotropijām (2.5. att.), supresijas izplatība kvalitatīvi nav arī atkarīga no tā, vai tiek veikta korekcija.

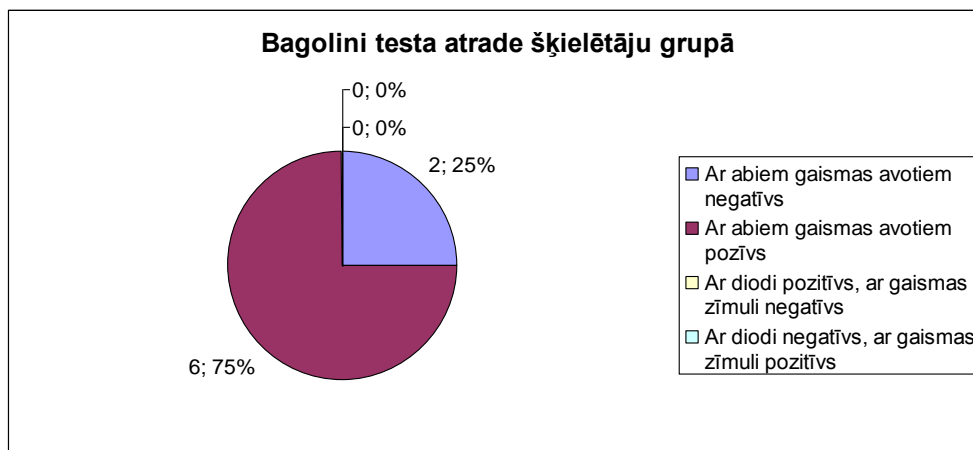


2.5. att. Supresijas skotomas atrade atkarībā no anizotropijas lieluma

Dadeya, Kamlesh un Shibal pētījumā (2001) iegūtie rezultāti uzrāda līdzīgu atradi. Šajā eksperimentā piedalījās 30 dalībnieki bez anizotropijas, ar binokulāru redzes raksturu. Pakāpeniski tika inducēta anizotropija un novērota supresijas skotomas veidošanās. Pie 1 D miopijas un hipermetropijas anizotropijas fūziju saglabāja 4 dalībnieki, 5 dalībnieki fūziju saglabāja ar 1D apgrieztā astigmātisma anizotropiju un 6 dalībnieki ar 1 D slīpā astigmātisma anizotropiju. Tikai viens dalībnieks saglabāja fūziju ar 2 D sfērisko anizotropiju un 2 dalībnieki ar apgrieztā un slīpā astigmātisma anizotropiju. Ar 3 D anizotropiju neviens eksperimenta dalībnieks nesaglabāja fūzijas spēju. [23]

Atsevišķos gadījumos tika novērots, ka Bagolini testā konstatētās supresijas skotomas lielums kvantitatīvi palielinās, ja mērījums tiek veikts bez korekcijas. Tomēr tā kā nav zināma sakritība, vai tas ir aksiālas vai refraktīvas anizotropijas gadījumos, nevar izdarīt secinājumus par korekcijas nozīmi anizotropijas gadījumā.

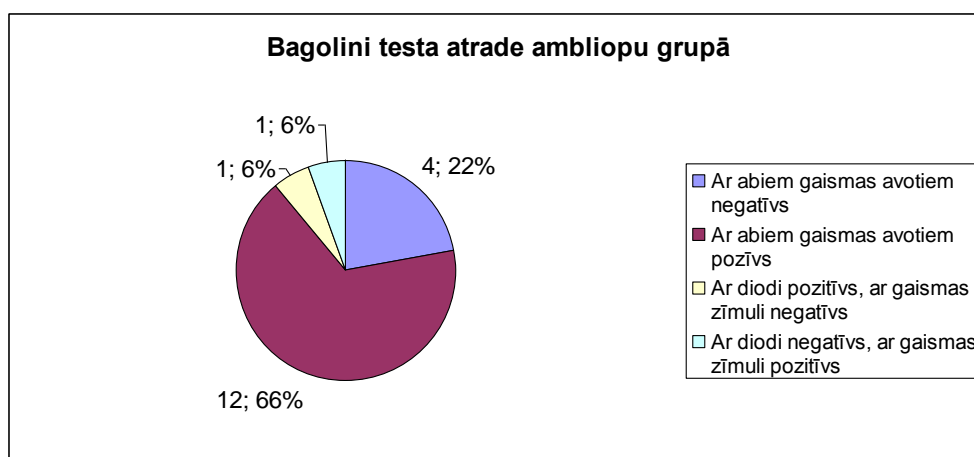
3. Dalībnieki ar šķielēšanu. Šajā grupā ir 8 dalībnieki vecumā no 18-24 gadiem, 63% (5) sievietes un 53% (3) vīrieši. 6 dalībniekiem bija ezotropija un 2 dalībniekiem eksotropija, ar šķielēšanas leņķi no 4-25 Δ. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem ir attēlota 2.6. att.



2.6. att. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem dalībnieku grupā ar šķielēšanu

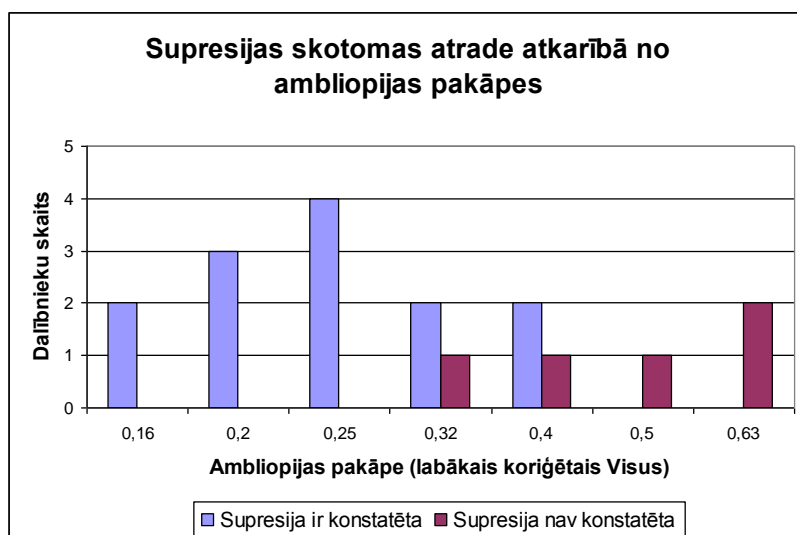
Kappas koeficienta vērtība šajā grupā ir 1, kas ir uzskatāma par ideālu sakritību. Lai gan grupas dalībnieku skaits nav liels, rezultāts ir ticams, jo šķielēšanas gadījumā bieži veidojas stabila supresija, izņēmums ir vienīgi mikrotropijas. Starp eksperimenta dalībniekiem bija tikai viens mikrotropijas gadījums, tajā gan ar Bagolini testu, gan ar Vorsa četru punktu testu tika konstatēta binokulāra redze. 6 gadījumos šķielēšana bija konstanta un vienpusēja, visos šajos gadījumos tika konstatēta arī ambliopija.

3. Dalībnieki ar ambliopiju. Šajā grupā ir 18 dalībnieki vecumā no 18-28 gadiem, 50% (9) sievietes un 50% (9) vīrieši. 3 gadījumos ir anizotropijas ambliopija, 6 gadījumos šķielēšanas ambliopija un 9 gadījumos ambliopijas etioloģija nav zināma. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem ir attēlota 2.7. att.



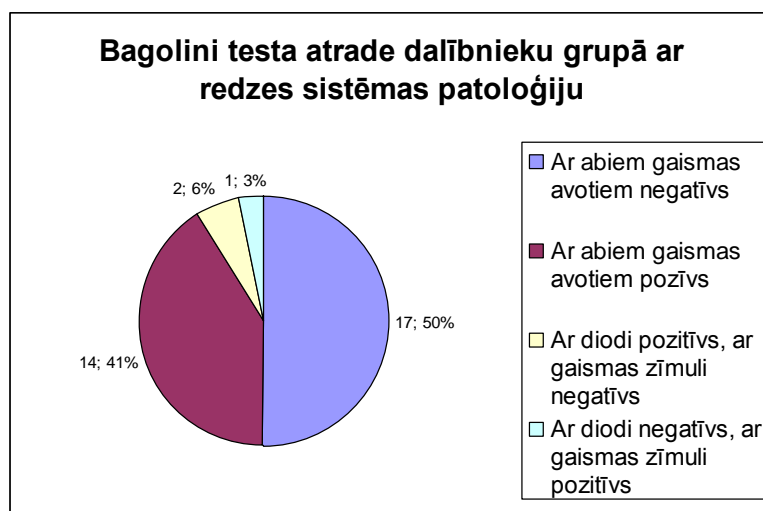
2.7.att. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem dalībnieku grupā ar ambliopiju

Kappas koeficienta vērtība ir 0,723, kas norāda uz vidēji augstu sakritību starp mērījumiem ar abiem gaismas avotiem. Vērtējot supresijas atradi pēc ambliopijas pakāpes, jāsecina, ka supresijas skotoma visbiežāk tiek atrasta, ja ambliopajā acī redzes asums ir līdz 0,4 (2.8. att.)



2.8. att. Supresijas skotomas atrade atkarībā no ambliopijas pakāpes

Kopējais eksperimenta dalībnieku skaits ar redzes sistēmas patoloģiju bija 34, un kopējā Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem ir attēlota 2.9. att.



2.9. att. Bagolini testa atrade ar abiem gaismas avotiem dalībnieku grupā ar redzes sistēmas patoloģiju

Kappas koeficienta vērtība ir 0,822, kas norāda uz augstu sakritību starp mērījumiem ar abiem gaismas avotiem. Tātad jāsecina, ka praksē izmantojot Bagolini testu, iegūtās atbildes ir uzskatāmas par vienādām, neskatoties uz izmantoto gaismas avotu. Darba izvirzītā hipotēze: „Izmantotā gaismas avota lielumam Bagolini testā ir nozīmīga ietekme uz pacientu sniegtajām atbildēm” netiek apstiprināta.

15 no 34 eksperimenta dalībniekiem ziņoja par subjektīvu sajūtu, ka viena no līnijām ir blāvāka un vājāk redzama. Par šādu pašu sajūtu bija ziņojuši eksperimenta dalībnieki 1987.g. veiktajā pētījumā par gaismas avota ietekmi Bagolini testā, vērtējot anomālu tīkleņu

korespondenci. Tas varētu būt izskaidrojams ar procesiem redzes garozā - novērojama vienas puses dominance mirklī, kad supresija nav iestājusies. [13]

2.4.2. Bagolini testa atrades salīdzinājums ar citu redzes rakstura testu atradi

Tika pieņemts nosacījums, ka eksperimenta dalībniekam ir supresija, ja kāds no veiktajiem testiem uzrāda pozitīvu atradi. Šis nosacījums tika izmantots, lai salīdzinātu Bagolini testa atradi ar citu redzes rakstura testu rezultātiem. Ņemot vērā, ka supresijas konstatēšana ir tieši atkarīga no izmantotā testa disociācijas pakāpes, pastāv iespēja, ka ar dažādiem testiem tiek iegūtas dažādas atrades. Literatūrā neviens no supresijas noteikšanas testiem netiek izvirzīts par „zelta standartu”, kas nozīmē, ka, lai noteiktu Bagolini testa jutību un specifiskumu, par atskaites punktu ir jāņem kopējā redzes sistēmas spēja supresēt – tātad gan seklās, gan dziļās supresijas.

Ar šajā eksperimentā iekļautajiem testiem tika konstatētas gan seklās supresijas (Bagolini tests), gan dziļās supresijas (Vorsa četru punktu tests).

Bagolini tests uzrāda 76% jutību un 100% specifiskumu, ja apskata visu eksperimenta dalībnieku rezultātus. Atsevišķi dalībnieku grupā ar redzes sistēmas patoloģiju, Bagolini testa jutība ir 77% un 100% specifiskumu.

Ja testa jutība ir augsta, tad medicīnā negatīvs testa rezultāts norāda uz ticamu slimības trūkumu. [32] Šajā eksperimentā Bagolini testa jutība norāda, ka tests konstatē 76% gadījumus supresijas skotomu. Nevar izdarīt viennozīmīgu secinājumu vai šis skaitlis ir augsts vai zems, jo jāņem vērā fakts, ka Bagolini tests pēc definīcijas atklāj seklās supresijas, ka ir vienīgās nozīmīgās ikdienas skatīšanās apstākļos. Bagolini tests nav paredzēts dziļo supresijas skotomu atklāšanai, kas laboratorijas apstākļos var tik konstatētas, un norādīt uz supresijas klātbūtni, bet neizvērtēt, vai tomēr ikdienas dzīvē nesaglabājas funkcionāli derīga binokulāra redze. Līdz ar to uzskatu, ka Bagolini tests supresijas skotomas noteikšanai klīnikā ir nozīmīgs.

Ja testa specifiskums ir augsts, tad medicīnā pozitīvs testa rezultāts norāda uz ticamu slimības klātbūtni. [32] Šajā eksperimentā Bagolini testa specifiskums nosaka sekojošo: ja ar Bagolini testu tiek konstatēta supresijas skotoma, tad cilvēkam noteikti ir supresijas skotoma un nav iespējama „kļūdaini pozitīva” atrade. Tas arī bija sagaidāms, izvirzot testu salīdzināšanas nosacījumus.

2.4.3 Saistība starp stereoredzes kvalitāti un redzes raksturu

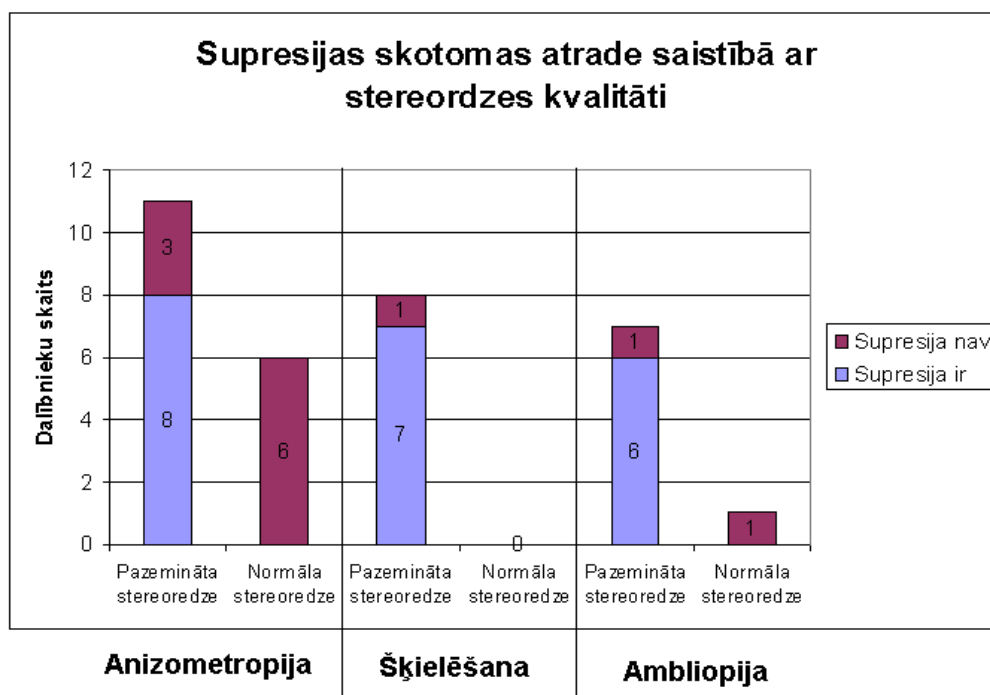
Visiem dalībniekiem eksperimenta laikā tika noteikts arī stereoredzes stāvoklis un vēlāk novērtēta stereoredzes kvalitāte. Tā tika nosacīti dalīta divās grupās: normāla (līdz 100'') un pazemināta (virs 100'').

Grupā ar anizotropiju no 17 dalībniekiem 8 tika konstatēta supresija, visos šajos gadījumos arī stereoredze bija pazemināta. Pārējiem 9 dalībniekiem, kuriem supresija netika konstatēta, 6 gadījumos tika uzrādīta normāla stereoredze un 3 gadījumos – pazemināta stereoredze (no 200 – 3000''). (2.10. att.)

Arī Dadeya, Kamlesh un Shibal pētījumā (2001) tika noteikta stereoredzes kvalitātes pazemināšanās saistība ar anizotropiju. 1 D sfēriskā anizotropija pazemināja stereoredzi vidēji par 92'', lai gan 33% dalībnieki (10 no 30) pie šī anizotropijas līmeņa vēl spēja saglabāt 40'' stereoredzi. Taču 3 D anizotropija bija pamatā ievērojamam stereoredzes kvalitātes kritumam visiem eksperimenta dalībniekiem, neskatoties uz anizotropijas veidu. [23] Manā eksperimentā iegūtie rezultāti ir līdzīgi – anizotropijas dēļ stereoredzes kvalitāte pazeminās, bet pie 1,5 D anizotropijas visiem subjektiem stereoredze ir zem 100''. Ar augstākminēto eksperimentu ir pretruna Bagolini testa atradē, jo autori uzrāda visos inducētās anizotropijas gadījumos Bagolini testā binokulāras fūzijas atbildi. Pretēji manā pētījumā – binokulāras fūzijas atbilde nebija visos gadījumos (2.5.att.) Iespējams, ka tas ir skaidrojams ar faktu, ka Dadeya, Kamlesh un Shibal pētījumā anizotropija tika inducēta, bet manā eksperimenta piedalījās „īsti” anizotropi.

Grupā ar šķielēšanu visiem 8 dalībniekiem stereoredze bija pazemināta (no 400'' līdz stereoredzes trūcumam), un supresija tika konstatēta 7 gadījumos. (2.10.att.)

Ambliopu grupā (pie nezināmas etioloģijas ambliopijas) no 8 dalībniekiem supresija tika konstatēta 6 gadījumos, visos šajos gadījumos arī stereoredze bija pazemināta (no 200 – 3000''). Vienam dalībniekam bez supresijas stereoredze bija normāla, otram – pazemināta (400''). (2.10. att.)



2.10. att. Supresijas skotomas atrade saistība ar stereoredzes kvalitāti

Analizējot šos rezultātus ir jāsecina:

- Ja tiek konstatēta smalka stereoredze, var izdarīt secinājumu, ka pacientam ir ikdienai derīgas binokulārās redzes funkcijas.
- Ja tiek konstatēta pazemināta stereoredze, ir nepieciešami tālāki binokulārās redzes rakstura izmeklējumi.

Līdz ar to, uzskatu, ka efektīvākai pacienta izmeklēšanu, klīnikā ir lietderīgi veikt stereoredzes testus pirms binokulārās redzes novērtēšanas testiem.

Literatūrā ir minēti pretrunīgi viedokļi, vai stereoredzes testi ir efektīvs līdzeklis ambliopijas, anizotropijas un anizeikonijas skrīningā. Vienlaicīgi ir pētījumi, kas atklāj stereoredzes samazinājumu anizeikonijas gadījumos (Ogle, 1953), ka arī stereoredzes saglabāšanos pat pie lielas pakāpes anizeikonijas (Julesz (1964), Lubkin, Stollerman un Linksz (1966), Tanlamai (1980)). [33, 34]

Tāpat pretrunīgi viedokļi ir par monokulāra pazeminātas kvalitātes attēla ietekmi uz stereoredzi. Ir pētījumi, kuros secināts, ka stereoredzei nav nepieciešams labs redzes asums (piemēram, Julesz, 1971), un stereoredze tiek saglabāta pie klīniski nozīmīgām anizotropijām (Cooper un Feldman, 1978). Tajā pašā laikā ir pretrunīgi ziņojumi, ka jau relatīvi zema monokulāra attēla degradācija spēcīgi pazemina vai pat izslēdz stereoredzes iespējamību (Levy un Glick (1974), Peters (1969)). [33]

Lavasik un Szymkiv pētīja stereoredzes atradni ar Titmus testu un Randot testu anizotropijas un anizeikonijas gadījumā. Tika secināts, ka monokulāra attēla kvalitātes pazeminājuma (anizotropijas) gadījumā stereoredze tiek vairāk ietekmēta nekā dažādu

attēlu lieluma (anizekonijas) gadījumā, turklāt Titmus tests ir efektīvāks, lai atklātu atšķirības starp abu acu tīkleņu attēliem klīniskās skrīninga procedūrās. Tomēr šie testi nav piemēroti, lai diferencētu pazeminātās stereoredzes iemeslus. [33] Tas savukārt saskan ar manu secinājumu, ka pie pazeminātas stereoredzes konstatēšanas, ir nepieciešami tālāki binokulārās redzes rakstura izmeklējumi.

2.5. Secinājumi

1. Veicot Bagolini testu pacientiem bez redzes sistēmas patoloģijām, izmantotā gaismas avota lielumam nav klīniski nozīmīgas ietekmes uz testa atradi.
2. Veicot Bagolini testu pacientiem ar redzes sistēmas patoloģijām, izmantotā gaismas avota lielumam nav nozīmīgas ietekmes uz testa atradi. Katrā patoloģiju grupā Kappa sakritības koeficienta vērtība ir no 0,723 līdz 1. Kopējais Kappa koeficients visām patoloģiju grupām kopā ir 0,822.
3. Gaismas zīmulis ar vidēji 5mm diametru, ir atbilstošs gaismas avots Bagolini testa veikšanai un izmantojams klīnikā, lai novērtētu, vai pacientam ir funkcionāli derīga binokulārā redze ikdienas skatīšanās apstākļiem.
4. Bagolini tests ir klīnikā nozīmīgs supresijas skotomas novērtēšanas tests. Tā jutība ir 76% un specifiskums – 100%.
5. Novērtējot stereoredzes kvalitāti nevar spriest par supresijas skotomas atradi. Ja tiek konstatēta smalka stereoredze, var izdarīt secinājumu, ka pacientam ir ikdienai derīgas binokulārās redzes funkcijas. Ja tiek konstatēta pazemināta stereoredze, ir nepieciešami tālāki binokulārās redzes rakstura izmeklējumi.

2.6. Nobeigums

Darba gaitā izvirzītās hipotēzes tika gan apstiprinātas, gan noraidītas. Uzskatu, ka iegūtais rezultāts ir klīniski nozīmīgs fakts un atbild uz jautājumu, kāpēc literatūrā netiek minēts Bagolini testa precīzs gaismas avota lielums. Arī stereoredzes un supresijas skotomas saistība ir klīnikā izmantojams secinājums.

Supresijas lielums kvantitatīvi dažādu iemeslu dēļ var būt mainīgs lielums, tādēļ precīzi kvantitatīvi mērījumi nav apskatīti. Līdz ar to nevar būt 100% pārlicība, ka attiecīgajā mērījuma mirklī pacients supresijas skotomu pamana, bet uzskatu, ka ar pielietoto metodiku tika konstatētas supresijas, kas ir svarīgas ikdienas dzīvē.

Tā kā eksperimentu dalībnieku grupā ar anizotropiju iegūtie rezultāti variē visvairāk, kā arī šeit ir iespējama eksperimenta apstākļu maiņa, piemēram, ar korekciju, bez korekcijas, inducēta anizotropija utt., domāju, ka šo eksperimentu varētu turpināt, pamatīgāk apskatot tieši supresijas izraisošos faktorus anizotropijas gadījumā. Šādā gadījumā dalībnieku skaits noteikti būtu jāpalielina.

2.6. Pateicības

Vēlos izteikt pateicību visiem, kas palīdzēja un piedalījās darba tapšanā – darba vadītājam Jānim Fridrihsonam par paskaidrojumiem, noderīgiem padomiem un idejām, Jurim Vīksnam par tehnisko atbalstu eksperimenta veikšanai.

Paldies Latvijas Universitātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļai par sniegtajām zināšanām un iespēju gūt praktisku pieredzi.

Paldies eksperimenta dalībniekiem, kas izrādīja interesi piedalīties, kā arī vēlējās uzzināt vairāk par darba problemātiku un iegūtajiem rezultātiem.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

1. **Steinman, S. B., Steinman, B. A., Garzia, R. P.** Foundations of Binocular Vision. A Clinical Perspective. The McGraw-Hill Companies, 2000, p. 45 – 151
2. **Švede, A.** Lekciju kurss „Binokulārā redze”, LU FMF Optometrijas bakalaura programma, 2009
3. **Rowe, F.** Clinical Orthoptics. Second Edition. Blackwell Publishing, 2004, p.16 - 26
4. **Regan, D.** Vision and Visual dysfunction. Vol.9 Binocular Vision. Macmillan Press, 1991, p. 93 – 104, 196 – 203
5. **Von Noorden, G. K., Campos, E. C.** Binocular Vision and Ocular Motility. St Louis: Moby, 2002, p. 7 – 37, 211 – 245, 298 - 307
6. Nebraskas medicīnas centra universitātes mājas lapa. [tiešsaiste] – [atsauce 03.05.2011] Pieejams: <http://www.unmc.edu/physiology/>
7. **Harrad, R.** Psychophysics of suppression. *Eye*, 1996, Vol. 10, p. 270 – 273
8. **Kaufman, P. L., Alm, A.** Adler's physiology of the eye. Tenth Edition. Mosby, 2003, p. 484 - 510
9. **Howard, I. P.** Binocular Rivalry and the Perception of Depth. **In:** *Binocular Rivalry*. Massachusetts Institute of Technology, 2005, p. 169 – 186
10. **Griffin, J. R., Grisham, J. D.** Binocular Anomalies. Diagnosis and Vision Therapy. Fourth edition. Butterworth Heinemann, 2002, p. 135 – 143, 347 – 365
11. **Eskridge, J. B.** Clinical Procedures in Optometry. Lippincott Williams&Wilkins, 1991, p. 698 - 707
12. **Mitchell, P. R., Parks, M. M.** Sensory Tests and Treatment of Binocular Vision Adaptations. **In:** *Duane's Clinical Ophthalmology*, Vol.1, Lippincott Williams & Wilkins, 2006 [tiešsaiste] – [atsauce 03.05.2011] Pieejams: <http://www.eyecalcs.com/DWAN/pages/v1/v1c009.html>
13. **Lambert, S. J., Murray, J. M., Ryan, J. B.** Effect of Target Size on Anomalous Sensory Responses in the Bagolini Striated Lens Test. *American Journal of Optometry & Physiological Optics*, 1987, Vol. 64, No. 3, p. 179 – 185
14. **Pickwell, D.** Binocular Vision Anomalies. Investigation and Treatment. Butterworths, 1984, p. 86 – 90, 114 – 120
15. **Jenkins, P. F.** The Effect of Dissociation on the Sensory Status. *American Orthoptic Journal*, 2002, Vol. 52, p. 85 – 88

16. **Yagasaki, T., Yoshimi, O., Maeda, M., Tsukui, M.** Modified Method for Assessment of the Binocular Fusional Field in Patients with Suppression. *Jpn J Ophthalmol*, 2009, Vol.53, p. 138 – 144
17. **Edwards, K., Llewellyn, R.** Optometry. Butterworth, 1988, p. 257 - 261
18. Groningenas universitātes medicīnas fakultātes bibliotēka, mācību materiāls par mikrošķielēšanu [tiešsaiste] – [atsauce 10.05.2011] Pieejams: <http://dissertations.ub.rug.nl/FILES/faculties/medicine/1997/f.n.boonstra/c1.pdf>
19. **Cheng, D., Woo, G. C., Irving, E. L., Charman, W.N., Murray, I. J.** Scattering properties of Bagolini lenses and their effects on spatial vision. *Ophthalmic Physiol Opt.*, 1998, Sept;18(5): 438-45
20. **Tomac, S., Sener, E. C., Sanac, A. S.** Clinical and Sensorial Characteristics of Microtropia. *Jpn J Ophthalmol*, 2002, Vol.46, p.52 - 58
21. **Arthur, B. W., Cake, S.** Bagolini lenses vs the Polarized Four-Dot test. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1996, 33(2), p. 98-103
22. **Wensveen, J. M., Harwerth, R. S., Smith, E. L.** Clinical suppression in monkeys reared with abnormal binocular visual experience. *Vision Research*, 2001, Vol.41, p. 1593 - 1608
23. **Dadeya, S., Kamlesh, Shibal, F.** The effect of anisometropia on binocular visual function. *Indian Journal of Ophthalmology*, 2001, Vol. 49, p. 261-263
24. **Fielder, A. R., Moseley, M. J.** Anisometropia and amblyopia – chicken or egg? *British Journal of Ophthalmology*, 1996, Vol. 80(10), p. 857 – 858
25. **Simpson, T.** The suppression effect of simulated anisometropia. *Ophthalmic Physiol Opt*, 1991, Vol.11, p.350 – 358
26. **Oguz, H., Oguz, V.** The effects of experimentally induced anisometropia on stereopsis. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2000, Vol.37 p.214 – 218
27. **White, J. M.** Small-angle Squints. *Proc roy Soc Med*, 1969, Vol. 62, p.43 - 44
28. Mater Research Support Centre mājas lapa. [tiešsaiste] – [atsauce 11.05.2011] Pieejams: http://www.stattools.net/CohenKappa_Exp.php
29. **Gwet, K.** Inter-Rater Reliability: Dependency on Trait Prevalence and Marginal Homogeneity. *Statistical Methods For Inter-Rater Reliability Assessment Series*, 2002, Vol. 2, p. 1–9
30. Kappas koeficienta aprēķināšanas kalkulators. [tiešsaiste] – [atsauce 16.05.2011] Pieejams: <http://www.chestx-ray.com/statistics/kappa.html>
31. **Byrt, T., Bishop, J., Carlin, J. B.** Bias, prevalence, and kappa. *J Clin Epidemiol*, 1993 May, Vol. 46(5), p. 423 -429

32. Oxfordas universitātes pierādījumos balstītās medicīnas centra mājas lapa. [tiešsaiste] – [atsauce 17.05.2011] Pieejams: <http://www.cebm.net>
33. **Lovasik, J. V., Szymkiw, M.** Effects of Aniseikonia, Anisometropia, Accommodation, Retinal Illuminance and Pupil Size on Stereopsis. *Investigative ophthalmology & visual science*, 1985 May, Vol.26(5), p.741 – 750
34. **Fricke, T. R., Siderov, J.** Stereopsis, stereotests, and their relation to vision screening and clinical practice. *Clinical and Experimental Optometry*, 1997 Sept-Oct, Vol. 80 (5), p.165 - 172

Maģistra darbs „Bagolini testa atrade atkarībā no izmantojamā gaismas avota” izstrādāts LU Fizikas un matemātikas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Dace Briede

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: lektors M. Sc. Jānis Fridrihsons

Recenzents: docents Dr.phys. Pēteris Cikmačs

Darbs iesniegts Optometrijas un Redzes zinātnes nodaļā 02.06.2011.

Metodiķe: Dzintra Holsta

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

13.06.2011. prot. Nr. _____, vērtējums _____

Komisijas sekretārs: docents Dr.phys. Pēteris Cikmačs