

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTE
OPTOMETRIJAS UN REDZES ZINĀTNES NODAĻA

JEĻENA SLABCOVA

**„ESSILOR ERGOVISION” PIELIETOJAMĪBA SKOLAS VECUMA
BĒRNU REDZES SKRĪNINGAM**

MAĢISTRA DARBS

Darba vadītāja:
lektore Aiga Švede, M.Sc.

Rīga

2011

ANOTĀCIJA

Maģistra darbs uzrakstīts latviešu valodā, datorsalikumā uz 82 lapām. Tas satur 47 attēlus, 18 tabulas, 8 pielikumus un 73 atsauces uz literatūras avotiem.

Darba mērķis. Izvērtēt redzes skrīninga aparatūras *ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest* pielietojamību skolas vecuma bērnu redzes skrīningam un novērtēt, kādi testi ir nepieciešami efektīvam skolas vecuma bērnu redzes skrīningam.

Pētījuma dalībnieki. Pirmajā pētījuma daļā piedalījās 773 Rīgas 64. vidusskolas audzēkņi vecumā no 7 līdz 18 gadiem (vidējais vecums $11,8 \pm 3,1$ gadi), 411 meitenes un 362 zēni. Otrajā pētījuma daļā piedalījās 86 Rīgas Purvciema vidusskolas audzēkņi vecumā no 8 līdz 12 gadiem (vidējais vecums $9,6 \pm 0,1$ gadi), 41 meitene un 45 zēni.

Metode. Pētījuma dalībniekiem redzes funkcijas tika novērtētas ar divām metodēm: iekārtu *ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest* un ar standarta optometrisko pārbaudi.

Rezultāti. Ar ROC analīzi ir konstatēts, ka *ESSILOR ERGOVISION* aparatūras testiem redzes asuma novērtēšanai tālumā un tuvumā ir augsta jutība un specifiskums (testu specifiskums ir augstāks par 90 %). Testiem „Hipermetropijas skrīnings” un „Heteroforija tālumā” ir liels viltusnegatīvo atbilžu procents (attiecīgi 31 % un 40 %), bet testam „Astigmātisma tests” – liels viltuspozitīvo atbilžu procents (31 %).

Secinājumi: *ESSILOR ERGOVISION* aparatūra dod ticamus rezultātus, salīdzināmus ar standarta optometrisko pārbaudi. Lai ar skrīninga iekārtu korekti novērtētu krāsu redzi, kontrastredzi un stereoredzi tālumā, bērnam jābūt emetropizētām. Lai skolas vecuma bērnu redzes skrīnings būtu efektīvs, tajā jāiekļauj sekojoši testi: redzes asuma novērtēšana tālumā, redzes asuma novērtēšana tuvumā, hipermetropijas tests, redzes rakstura tests, heteroforijas tests tuvumā. Lietojot saīsināto skrīninga modeli, redzes funkciju pārbaude skolas vecuma bērniem ar *ESSILOR ERGOVISION* prasa vidēji 4 minūtes laika. Darbam ar iekārtu nepieciešams labi apmācīts operators, kuram ir izpratne par optometrijas jautājumiem.

Atslēgas vārdi: redzes skrīnings, skolas vecuma bērni, *Essilor Ergovision*, metodes specifiskums un jutība.

ABSTRACT

Master thesis is written in Latvian on 82 pages. It contains 47 figures, 18 tables, 8 appendixes. There are 73 references.

Aim. To evaluate the usability of visual screening equipment *ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest* for school-age children's vision screening and to evaluate, what kind of tests are necessary for effective school-age children's vision screening.

Subjects. In the first part of the study, participated 773 children from Riga's secondary school No 64, 7 to 18 years of age (mean age 11.8 ± 3.1 years), 411 girls and 362 boys. In the second part of the study, participated 86 children from Riga's Purvciema secondary school, 8 to 12 years of age (mean age 9.6 ± 0.1 years), 41 girls and 45 boys.

Method. The visual functions were assessed using two methods: screening equipment *ESSILOR ERGOVISION - Physiological Visiotest* and standard optometric examination.

Results. ROC analyses showed that ESSILOR ERGOVISION tests visual acuity at distance and near have high sensitivity and specificity (above 90% for all of the tests). The ESSILOR ERGOVISION tests "Hypermetropia screening" and "Heterophoria at distance" have a high false negative response rate (31% and 40% respectively), but test "Astigmatism" – a high false positive response rate (31%).

Conclusions. The ESSILOR ERGOVISION equipment gives valid results comparable with the standard optometric screening. To correctly evaluate color vision, contrast sensitivity and stereovision at distance with screening equipment, a child must be emmetropized. To make school-age children's vision screening more effective, it is necessary to check: visual acuity at distance, visual acuity at near, hypermetropia test, binocular vision, heterophoria test at near. Using the shortened screening model, visual function testing for school-age children requires approximately 4 minutes with EESSILOR ERGOVISION. A well-trained operator with small optometry skills is required to work with the equipment.

Key words: vision screening, school-age children, Essilor Ergovision, sensitivity and specificity of a test

SATURA RĀDĪTĀJS

APZĪMĒJUMU SARAKSTS	1
IEVADS	2
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS	3
1.1. Refrakcijas izplatība bērnu vecumā	3
1.2. Skolas vecuma bērnu redzes problēmas	6
1.2.1. Pazemināts redzes asums	7
1.2.2. Binokulārās redzes un konverģences traucējumi	8
1.2.3. Akomodācijas traucējumi	9
1.3. Klīniskais skrīnings	10
1.4. Skolas vecuma bērnu redzes skrīnings	11
1.5. Iekārtas skolas vecuma bērnu redzes skrīningam	18
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA	22
2.1. Pētījuma dalībnieki	22
2.2. Aparatūra un stimuli	23
2.2.1. <i>ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest</i>	23
2.2.2. <i>Autorefraktometrs TOMEY TR-4000</i>	31
2.2.3. <i>TOMEY TCP-2000A – Chart Panel</i>	33
2.2.4. <i>ESSILOR OPTOPROX</i>	40
2.2.5. <i>Titmuss tests</i>	42
2.3. Pētījuma gaita	43
2.3.1. <i>Pirmā pētījuma daļa</i>	43
2.3.2. <i>Otrā pētījuma daļa</i>	47
2.4. Rezultāti un to analīze	48
2.4.1. <i>Redzes asums tālumā</i>	48
2.4.2. <i>Redzes asums tuvumā</i>	55
2.4.3. <i>Maļinovska jeb hipermetropijas tests</i>	57
2.4.4. <i>Astigmātisma tests</i>	58
2.4.5. <i>Heteroforijas tests tālumā</i>	60
2.4.6. <i>Kontrastredze, krāsu redze, stereoredzes tests tālumā</i>	62
2.4.7. <i>Stereoredzes sliksnis tuvumā</i>	63
2.4.8. <i>Horizontālais redzes lauks</i>	64
2.4.9. <i>Redzes funkcijas tuvumā</i>	65
2.4.10. <i>Otrā pētījuma daļa</i>	66
2.5. Diskusija	69
SECINĀJUMI	74
NOBEIGUMS	75
PATEICĪBAS	76
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	77

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

D – dioptrijs;

Δ – prizmatiskā dioptrijs;

SE – sfēriskais ekvivalents;

V – Snellena decimālais redzes asums;

KTP – konverģences tuvuma punkts;

os – *oculus sinister* (no latīņu valodas – kreisā acs);

ROC – *Receiver Operating Characteristic*;

LSD – šķidro kristālu monitors.

IEVADS

Lai attīstītos un veiksmīgi apgūtu skolas programmu, bērnam ir nepieciešamas ne tikai augstas intelektuālās prasmes, bet arī laba redze un redzes funkcijas. Nekoriģētas ametropijas un binokulārās redzes problēmas bieži ir iemesls bērna lasīšanas grūtībām, kā rezultātā bērns var sākt atpalikt mācībās un beigu beigās viņam zūd motivācija mācīties [1, 2].

Joprojām pasaulē nav vienotas rīcības shēmas attiecībā uz skolēnu profilaktiskām redzes pārbaudēm. Paliek neatbildēti daudzi jautājumi:

- Kad un cik bieži jāpārbauda redzi skolas vecuma bērniem?
- Kurš drīkst veikt skolēnu redzes skrīningu?
- Kā var pārliecināties, ka tālāka padziļināta redzes funkciju pārbaude tiks veikta bērniem, kuri izkrita skrīninga laikā un kuriem tā tiešām ir nepieciešama?
- Kādi testi jālieto lai visprecīzāk konstatētu skolēnu redzes problēmas?

Skolas vecuma bērniem daudzās valstīs, tostarp arī Latvijā regulāras redzes pārbaudes neveic. Pie redzes speciālista bērnu aizved tikai gadījumā, ja bērns neredz uz tāfeles vai arī ja pēc vecāku vai skolotāju domām iemesls bērna atpalikšanai mācībās ir slikta redze [3]. Tomēr ir valstis, kur bērnu aprūpes sistēma nosaka obligātas ikgadējas skolēnu redzes pārbaudes [3, 4, 5, 6, 7]. Pasaulē šādos redzes skrīningos plaši izmanto dažādas automatizētas vai datorizētas iekārtas, kas atvieglo skolas vecuma bērnu redzes pārbaudes. Līdz ar to šī darba mērķi ir izvērtēt redzes skrīninga aparatūras *ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest* pielietojamību skolas vecuma bērnu redzes skrīningam un novērtēt, kādi testi ir nepieciešami efektīvam skolas vecuma bērnu redzes skrīningam.

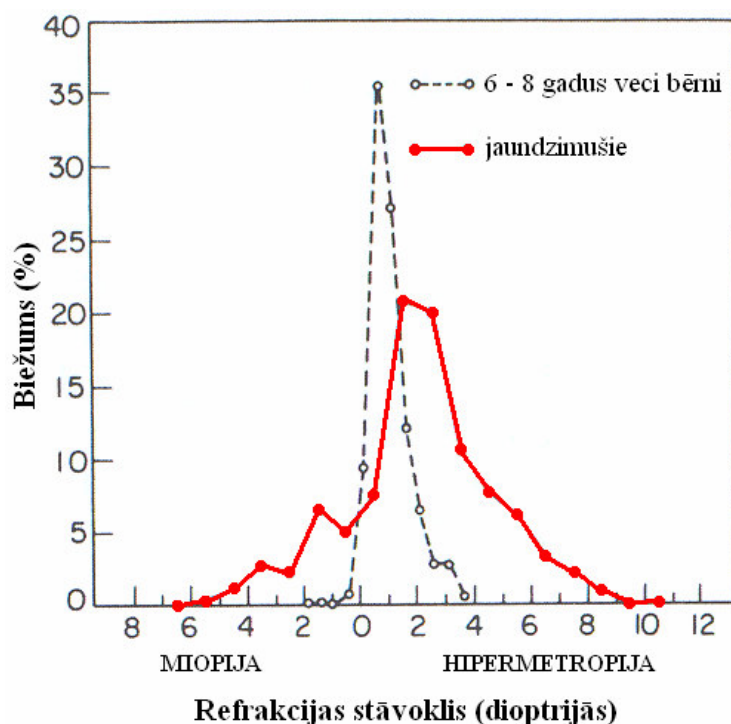
Lai īstenotu maģistra darbā izvirzītos mērķus, tika veikti sekojoši uzdevumi:

1. Pārbaudīt redzes funkcijas skolas vecuma bērniem ar iekārtu *ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest*;
2. Pārbaudīt redzes funkcijas skolas vecuma bērniem ar standarta optometrisko pārbaudi, kuras rezultāti tiek uzskatīti par “zelta standartu”;
3. Noteikt skrīninga iekārtas atsevišķu testu ticamības parametrus (jutīgumu un specifiskumu);
4. Noteikt, kādi testi ir nepieciešami efektīvam skolēnu redzes skrīningam.

1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Refrakcijas izplatība bērnu vecumā

Bērnā piedzimstot, visbiežākais refrakcijas veids ir zemas vai vidējas pakāpes hipermetropija (skat. 1.1. att.). Emetropizācijas mehānismam, kurš visstraujāk norisinās bērna pirmajos divos dzīves gados, ir vissvarīgākā loma bērna pamata refrakcijas veidošanā. Emetropizācijas mehānisma ietvaros palielinās acs ābola aksiālais garums, acs lēca un radzene paliek plakanākas, bet acs priekšējā kamera padziļinās [8]. Šis process turpinās vidēji līdz 13 gadu vecumam.



1.1. att. Refrakcijas izmaiņas emetropizācijas ietekmē. Ar nepārtraukto līniju parādīts refrakcijas sfēriskā ekvivalenta (SE) sadalījums jaundzimušo vidū, ar pārtraukto līniju – SE sadalījums 6 – 8 gadus veciem bērniem [1]

Pasīvās emetropizācijas teorijas pamatā ir acs programmēta augšana un ģenētiska predispozīcija. Emetropa acs ir gandrīz ideāli sfēriska, bet miopa acs – izstiepta, tai pat laikā hipermetropa acs ir saplacināta priekšēji-mugurējās ass virzienā (skat. 1.1. tab.). Bet nemazāk svarīgi faktori, kuri ietekmē bērna refrakcijas veidošanos, ir apkārtējās vides faktori. Emetropizācijas mehānisms var būt traucēts, ja pastāv tādas acs patoloģijas vai anomālijas, kuras traucē veidoties uz tīklenes skaidram attēlam, piemēram, formas deprivācija un optiskā defokusēšanās [1, 8].

Savstarpēja saistība starp acs ābola asu garumiem un refrakcijas kļūdu [8]

Ass (mm)	Miopija	Emmetropija	Hipermetropija
Priekšēji-mugurējā	26,68	24,62	23,63
Šķērsgriezumā	25,12	24,91	24,51

Pirmsskolas vecuma bērniem biežākais refrakcijas veids ir +0,50 D līdz +1,00 D vāja hipermetropija ar standartdeviāciju $\pm 1,00$ D (*Sorsby et al.*, 1960) [1, 9]. Pēc *Baldwin* (1991) datiem vairāk kā 80 % bērnu no 5 līdz 7 gadu vecumam ir no +0,50 D līdz +3,00 D liela hipermetropija. Hipermetropija lielāka par +5,00 D sastopama retāk kā 5 % bērnu, un mazāk kā 3 % bērnu ir miopija (skat. 1.1. att.). Pirmsskolas vecuma bērniem ar hipermetropiju un vāju akomodāciju, emetropizācijas mehānisms mēdz neieslēgties, kā rezultātā viņiem bieži attīstās akomodatīva šķielēšana.

Pēc *Hirsch* (1964) datiem bērni ar +1,50 D lielu hipermetropiju 5 – 6 gadu vecumā paliks hipermetropi arī 13 – 14 gadu vecumā, jo skolas laikā hipermetropija samazinās nenozīmīgi. Ja pirmsskolas vecumā ir bijusi no +0,50 D līdz +1,25 D liela hipermetropija, tad uz pubertātes vecumu šiem bērniem ir sagaidāma emetropija. Bet, ja hipermetropija šajā vecumā ir zem +0,50 D – bērniem ir sagaidāma miopija.

Skolas laikā, no 5 līdz 14 gadiem, hipermetropija turpina samazināties līdz sasniedz +0,25 D līdz +0,50 D. Kaut arī hipermetropijai ir tendence samazināties, tomēr no 7 gadiem līdz pusaudžu vecumam tā mainās mazāk kā par 1,00 D, pie tam augstas pakāpes hipermetropija visbiežāk paliek ar nemainīgu refrakcijas stāvokli vai samazinās nenozīmīgi [1, 10, 11].

Tā *Zandic et al.* (1993) un *Mäntyjärvi* (1985) konstatēja minimālo hipermetropijas samazināšanos vecumā no 7 līdz 15 gadiem (skat. 1.2. tab.). *Kempf et al.* (1928), lietojot homotropīnu, sākumskolas vecuma bērniem konstatēja, ka hipermetropija turpina samazināties no 6 līdz 12 gadiem, un vidējā refrakcija 12-gadīgiem bērniem ir nedaudz lielāka par +0,50 D. Līdzīgi *Zandic et al.* (1993), lietojot savā ilglaicīgajā pētījumā tropikamīdu, parādīja, ka bērniem no 6 līdz 12 gadu vecumam hipermetropija samazinās nenozīmīgi: no +0,73 D uz +0,50 D.

Lai arī vairums sākumskolas bērnu paliek ar hipermetropiju, dažiem sāk attīstīties juvenīlā miopija, tāpēc skolas laikā pieaug bērnu skaits ar miopiju (*Baldwin*, 1991). Juvenīlās miopijas lielākais riska faktors ir iedzimtība (*Mutti et al.*, 2002), bet provocējošie faktori ir saspringts, pārmērīgs darbs tuvumā, liela mācību slodze [12].

Vidējās ikgadējās izmaiņas refrakcijā (dioptrijās) bērniem ar miopiju un hipermetropiju [13]

Vecuma grupa (gadi)	Hipermetropija (D)	Miopija (D)
7 – 8	-0,03	-0,88
8 – 9	-0,07	-0,93
9 – 10	-0,09	-0,83
10 – 11	-0,08	-0,80
11 – 12	-0,10	-0,76
12 – 13	-0,11	-0,65
13 – 14	-0,04	-0,52
14 – 15	-0,09	-0,46

Tā *Gwiazda et al.* (1993) konstatēja, ka ir 42 % varbūtība miopijas attīstībai bērnam, ja viņa abiem vecākiem ir miopija, 22,5 % – ja vienam vecākam ir miopija un 8 % – ja miopijas vecākiem nav. Pēc citu autoru datiem, ja abiem vecākiem ir miopija, varbūtība, ka miopija būs arī bērnam, ir 60 % (*Ong un Ciuffreda*, 1997), bet *Zandic et al.* (1994) konstatēja tādu varbūtību tikai 12 % gadījumu.

Tomēr citi autori uzskata, ka skolas vecumā miopija attīstās tikai nelabvēlīgu vides faktoru dēļ, bet pārmantojama ir vienīgi agrīna augstas pakāpes miopija, kura sāk attīstīties vēl pirmsskolas vecumā. Uzskata, ka arī hipermetropija un astigmātisms ir pārmantojami, bet par šiem refrakcijas anomāliju veidiem nav tik plašu pētījumu kā par miopiju [14, 15, 16]. Pie tam iedzimta miopija ir sastopama 2 vai pat 3 reizes biežāk kā iedzimta hipermetropija.

Ir pētījumi, kuri apstiprina, ka, jo agrīnāk sāk attīstīties miopija, jo augstākas pakāpes tā būs beigās [17, 18], izņemot iedzimtu miopiju, kurai nav tendences nozīmīgi progresēt [1]. Tiem bērniem, kuriem veidojas „skolas vecuma” miopija, process progresē līdz aptuveni pusaudžu vecumam (skat. 1.2. tab.) [13, 19]. Veicot pētījumus šajā vecuma grupā, ir konstatēts, ka 70 % bērnu, kuriem miopija sāka attīstīties pirms 11 gadu vecuma, 16 gadu vecumā bija no -3,00 D līdz -5,75 D liela miopija. Bet, ja miopija sāka attīstīties pēc 11 gadu vecuma, tad 16 gados tā bija mazāka par -3,00 D (*Mäntyjärvi*, 1985) [17]. Kā arī *Goss* (1990) konstatēja, ka miopijas progresēšanas ātrums ir lielāks bērniem ar ezoforiju tuvumā, salīdzinot ar bērniem ar miopiju, kuriem tuvumā ir ortoforija vai līdz 6 Δ eksoforija [20, 21].

Daži pētījumi liecina, ka tādi binokularitātes traucējumi kā, piemēram, konverģences nepietiekamība, var provocēt skolas vecuma bērniem anizotropijas veidošanos (vismaz 1,00 D lielu refrakcijas starpību starp abām acīm). Anizotropijas izplatība dažādās valstīs dažādās vecuma grupās ir atspoguļota 1.3. tabulā. Pēc daudzu autoru datiem anizotropijas biežums pieaug ar cilvēka vecumu. Tā *Flom un Bedell* (1985) konstatēja, ka anizotropijas

izplatība bērniem vecuma grupā no 5 līdz 12 gadiem ir 3,4 %, bet pusaudžiem tā sastopama 6 % gadījumū.

1.3.tabula

Anizotropijas izplatības svārstības dažādās vecuma grupās [8]

Valsts	Vecums (gadi)	Anizotropija (%)
Lielbritānija	0,5 – 0,75	1,3
ASV	0,25 – 9	0,0
Ķīna	5 – 15	0,6
Čīle	5 – 15	0,8
Honkonga	7	2,5

Emetropizācijas process ietekmē arī astigmātismu. Astigmātisms strauji samazinās divos pirmajos bērna dzīves gados. Uz skolas vecumu (no 5 līdz 7 gadiem) nozīmīgs astigmātisms ir sastopams tikai no 2 % līdz 4 % bērnu [10, 11]. *Hirsch* (1963) konstatēja, ka emetropizācijas mehānisma dēļ 12 gadu vecumā 72 % bērnu astigmātisms ir mazāks par 0,25 D, kā arī, ja 6 gadu vecumā attiecība tiešais astigmātisms pret apgriezto ir 5:1, tad 12 gadus veciem bērniem tā ir 2:11. Arī citu autoru dati liecina, ka pirmsskolas vecumā izplatītāks ir tiešais astigmātisms [18].

Plaši ilglaicīgi pētījumi parādīja, ka refrakcijas izplatība lielā mērā ir atkarīga no etniskās grupas. Amerikas Savienotajās Valstīs veiktajā pētījumā starp afrikāņu, aziātu, kaukāziešu un spāņu etniskām grupām ir konstatēts, ka miopija visvairāk ir izplatīta aziātiem (18,5 %), salīdzinot ar spāņiem (13,2 %), afrikāņiem (6,6 %) un kaukāziešiem (4,4 %). Hipermetropija visvairāk ir izplatīta kaukāziešiem (19,3 %), salīdzinot ar spāņiem (12,7 %), afrikāņiem (6,4 %) un aziātiem (6,3 %). Astigmātisms visbiežāk ir sastopams spāņiem (36,9 %) salīdzinājuma ar aziātiem (33,6 %), kaukāziešiem (26,4 %) un afrikāņiem (20 %) (*Kleinstejn et al.*, 2003). Kopumā, šī pētījuma rezultāti rāda, ka skolas vecuma bērniem (no 5 līdz 17 gadiem) astigmātisms ap 1,00 D vidēji sastopams 28,4 % bērnu, hipermetropija +1,25 D vai vairāk – 12,8 % bērnu un miopija -0,75 D vai vairāk – 9,2 % bērnu [1].

1.2. Skolas vecuma bērnu redzes problēmas

Labai redzei ir liela loma bērnu vispārīgajā attīstībā, jo vairums informācijas par notikumiem apkārtējā pasaulē cilvēks saņem ar redzi. Ja bērnam ir traucējumi kādā no redzes funkcijām, tas var negatīvi ietekmēt ne tikai bērna motoro attīstību, bet reizēm arī radīt problēmas ar mācībām skolā. Kad bērna redzes asums ir zemāks par pieņemto normu, redzes speciālista uzdevums ir atrast tam iemeslu un ar nepieciešamiem korekcijas līdzekļiem

atjaunot to līdz pieņemtajai normai. Refrakcijas anomālijas tieši ietekmē bērna redzes asumu. Refrakcijas kļūdu konstatēšana un koriģēšana ne tikai uzlabo bērna redzes asumu, bet arī koriģē acu stāvokli akomodatīvas ezotropijas gadījumā, tādejādi atjaunojot bērna binokularitāti. Rezultātā bērns mazāk izvairās veikt darbus tuvumā, tādā veidā potenciāli uzlabojot viņa mācību sasniegumus.

Redzes pamatprasības skolā ir:

- skaidra redze tālumā un tuvumā, jo bērniem jāredz skaidri un komfortabli 35 – 40 cm attālumā un uz tāfeles;
- stabila binokulārā redze;
- brīvas un simetriskas acu kustības, jo bērniem jāspēj vadīt acis pāri lapai precīzi un vienmērīgi, kā arī ātri un precīzi mainīt skatu no viena fiksācijas objekta uz otru;
- ātra un noturīga akomodācija, jo bērnam jā saglabā abu acu precīza akomodācija uz konkrētā attālumā esošu objektu, lai redzētu to skaidri, kā arī jāspēj ātri mainīt akomodāciju, mainot skatu uz citā attālumā novietotu intereses objektu;
- plaša perifērā redze, jāspēj saskatīt apkārt novietotus objektus, kad skatiens vērsts taisni uz priekšu;
- kā arī jābūt labi attīstītai acu-roku motorai koordinācijai [22].

1.2.1. Pazemināts redzes asums

Redzes asuma novērtēšana ir būtiska katram bērnam. Ja redzes asums bērnam ir labs, tad gandrīz vienmēr bērns var efektīvi lietot savu redzi. Tomēr labs redzes asums neizslēdz redzes orgāna patoloģiju [1].

Nekoriģētas miopijas gadījumā bērns neredz skaidri tālumā, kas ir uzrakstīts uz tāfeles. Tādiem bērniem nav raksturīgas astenopiskas sūdzības. Ja tomēr bērnam ir galvassāpes vai acu saspringums, tad visdrīzāk šie simptomi ir saistīti ar citiem iemesliem: astigmātismu, anizotropiju, akomodācijas vai vergēnces traucējumiem [23]. Vidējas un augstas pakāpes nekoriģētas miopijas gadījumā bērnam var rasties grūtības ar sociālo integrāciju. Tādēļ ka bērns neredz pietiekami labi tālumā, viņš retāk iesaistās vienaudžu spēlēs, kļūst nedrošs, ieslēdzas sevī. Koriģējot miopiju, jāņem vērā bērna akomodācijas funkciju stāvoklis, kā arī no dažu autoru pētījumiem izriet, ka pie 0,75 D lielas miopijas hipokorekcijas tā progresē daudz straujāk nekā pilnas korekcijas gadījumā (*Chung et al.*, 2002).

Zemas un vidējas pakāpes hipermetropija ir paškompensējama uz akomodācijas rēķina. Bērniem ar hipermetropiju bieži konstatē arī akomodācijas traucējumus: akomodācijas nepietiekamību, akomodācijas kūtrumu vai ļoti augstu AK/A attiecību (akomodatīvās konverģences attiecību pret akomodācijas vienību) [1]. Ja akomodācija nespēj kompensēt

hipermetropiju pilnā apjomā, tad parādās sūdzības par pastāvīgu vai periodisku miglainu redzi, fokusēšanās problēmām un astenopiskas sūdzības [4]. Tādiem bērniem ir raksturīgs acu apsārtums, asarošana un bieža mirkšķināšana. Parasti tādiem bērniem ir vērojami binokularitātes traucējumi, kā rezultātā viņiem ir traucēta acu-roku koordinācija, parādās grūtības lasīt un veikt redzes uzdevumus tuvumā [2].

Pirmsskolas vecumā bērna redzes asums abās acīs var būtiski atšķirties, piemēram, iepriekš nekonstatētas un neārstētas ambliopijas dēļ, jo agrīnā bērna vecumā nav bijusi atbilstoša redzes profilakse. Lietot oklūderi ambliopijas ārstēšanai skolā, var sagādāt bērnam psiholoģiskas problēmas. Viens no ambliopijas riska faktoriem ir anizotropija. Anizotropija bērniem gandrīz vienmēr ir asimptomātiska un viegli konstatējama redzes pārbaudes laikā. Tomēr, ja tā netiek koriģēta pirmsskolas vecumā, var izveidoties ambliopija un šķielēšana. Anizotropija lielāka par 1,50 D ir riska faktors, lai izveidotos stabila ambliopija. *Levartovsky et al.* (1998) parādīja, ka, neskatoties uz ambliopijas ārstēšanu bērniem ar anizotropiju virs 1,50 D, 6 gadus pēc ārstēšanas beigām 75 % bērnu redzes asums ir nozīmīgi pazemināts, salīdzinot ar to laiku, kad ambliopijas ārstēšana bija pārtraukta [1].

Slikta redzes asuma dēļ bērniem ar nekoriģētām refrakcijas anomālijām reti veidojas normāla motorā jeb lielo kustību attīstība, kā arī smalkā motorika jeb sīko kustību attīstība. Laba motorika ir nepieciešama rakstīšanas prasmju attīstībai un matemātikas apgūšanai, var būt ietekmētas arī lasīšanas prasmes, novedot līdz valodas prasmju attīstības anomālijām. Samazināta vizuālā stimulācija var ietekmēt bērna sociālo integrāciju, jo bērns neredz pietiekami labi, lai pilnvērtīgi sadarbotos ar apkārtējo vidi, un pat nevar atpazīt vienaudžus. Tādēļ atbilstoša refrakcijas noteikšana un optiskās korekcijas nozīmēšana ir būtiska pirmsskolas un skolas vecuma bērniem, tā samazinot redzes rehabilitācijas nepieciešamību un samazinot veselības aprūpes izmaksas vēlākā periodā.

1.2.2. Binokulārās redzes un konverģences traucējumi

Binokulārās redzes problēmas ir sastopamas vidēji 10 % bērnu [24]. *Scheiman et al.* konstatēja, ka skolas vecuma bērnu vidū, kuriem ir binokulārās redzes traucējumi, 7,1 %, ir konverģences ekscess (pārmērīga konverģences darbība) un 4,6 % – konverģences nepietiekamība [24] Pie konverģences ekscesa bērns sūdzas par galvassāpēm, miglošanos un dubultošanos, veicot darbus tuvumā. Šiem bērniem var būt grūtības koncentrēties, grūtības saprast izlasīto vielu, viņi izvairās veikt darbus tuvumā. Biežākās bērna sūdzības pie konverģences nepietiekamības ir acu saspringums, galvassāpes, miglaina redze tuvumā, grūtības pārrakstīt tekstu no grāmatas, viņi bieži pārlasa jau izlasīto vai uzrakstīto, zaudē vietu

lasot. Citas sūdzības nav tik specifiskas un var arī neliecināt par konverģences nepietiekamību, piemēram, galvas reibšana lasot, miegainība, vienas acs aizvēršana lasot, izvairīšanās veikt darbus tuvumā.

Binokulārās redzes traucējumi var negatīvi ietekmēt bērna sensorās un motorās funkcijas, kas var pasliktināt bērna sekmību skolā. Nekompensētie binokulārās redzes traucējumi var izraisīt bērna lielo un sīko kustību attīstības kavēšanos, grūtības mācībās, tai skaitā redzes uztveres deficītu, grūtības saprast mācību priekšmetus, uzmanības deficītu un sensorās integrācijas deficītu. Ja binokularitātes problēmas parādās līdz 6 – 8 gadu vecumam, bērnam sūdzību var arī nebūt izveidojušās supresijas dēļ. Tomēr vecākiem bērniem ir astenopiskas sūdzības, biežākās no kurām ir acu nogurums, periodiski miglaina redze, trulas sāpes ap acīm, plakstiņu raustīšanās, galvassāpes, periodiska dubultošanās. Vecākie skolēni atrodas attīstības stadijā „lāsīt, lai mācītos” nevis „mācās lasīt”. Tagad izmainās bērna prasības redzei: viņiem jāpārraksta smalku tekstu no grāmatas, jānoraksta teksts no tāfeles, redzei jābūt precīzai, spēlējot tādas sporta spēles kā basketbols, teniss u.c. Pieaug bērna prasības efektīvai redzei ilgstoša tuvuma darba laikā. Līdz ar to, veicot redzes pārbaudi šajā vecuma grupā, jāliek uzsvāru uz stabilu un noturīgu binokulāro redzi.

Viena no stabilas un noturīgas binokulārās redzes priekšrocībām ir laba stereoredze. *Richardson et al.* (2005) konstatēja, ka normālu stereoredzes asumu, kas ir smalkāks par 40 – 60", bērni sasniedz 5 – 8 gadu vecumā [1]. Nekoriģētas refrakcijas anomālijas un it īpaši anizotropija samazina stereoredzes asumu, bet ar atbilstošu optisko korekciju stereoredzes asums bērniem ātri sasniedz aprakstīto normu. Tāpēc skolas vecuma bērniem būtu jānosaka gan redzes raksturu, gan stereoredzes sliekšni.

1.2.3. Akomodācijas traucējumi

Akomodācija sasniedz pieaugušo līmeni jau 3 – 4 mēnešu vecumā. Akomodācijas problēmas ir sastopamas mazāk kā 10 % no skolas vecuma bērnu, kad dominē akomodācijas nepietiekamība – 2 % bērnu un akomodācijas spazma – 1,8 % bērnu [24]. Tomēr no 61 % līdz 85 % bērnu ar lasīšanas problēmām un 85 % bērnu, kas atpauzē mācībās, ir konstatēti akomodācijas traucējumi: samazināta akomodācijas amplitūda vai akomodācijas viegluma traucējumi [1]. Par iemesliem akomodācijas traucējumiem var būt acu patoloģijas (piemēram, intraokulāri iekaisumi, lēcas skleroze), neiroloģiski stāvokļi (piemēram, galvas traumas, trešā kraniālā nerva neiropātija), farmakoloģisku līdzekļu lietošana, sistēmiski stāvokļi (piemēram, *myastenia gravis*, botulisms, difterija, cukura diabēts, Vilsona slimība, vaskulārā hipertensija, tuberkuloze, zobu kariess, anēmija un daudzi citi).

Pie akomodācijas traucējumiem bērnam var būt sekojošas sūdzības: miglaina redze, galvas sāpes, slikta dūša un izvairīšanās no darbiem tuvumā. Šie simptomi traucē bērna mācību izaugsmes un rezultātā var novest pie zemākas dzīves kvalitātes. Tātad šo funkciju novērtēšana un, nepieciešamības gadījumā, terapija ir būtiska bērniem ar lasīšanas problēmām. Lai atšķirtu akomodācijas traucējumus no binokulārās redzes traucējumiem, jāveic visi iespējamie akomodācijas funkciju novērtēšanas testi: pozitīvās un negatīvās relatīvās akomodācijas novērtēšana, dinamiskā retinoskopija, akomodācijas amplitūdas un viegluma novērtēšana [19].

1.3. Klīniskais skrīnings

Pēc definīcijas skrīnings ir zinātniski pamatots pakalpojumu komplekss, kas norisinās tieši saskaņā ar standartizētas izmeklēšanas tehnoloģijas protokolu [25]. Medicīnā skrīningu lieto, lai atklātu konkrētu slimību personām bez jebkādam slimības klīniskām pazīmēm un simptomiem [25, 26, 27].

Lai skrīninga pārbaudei būtu ticami rezultāti, tā procedūrai jābūt standartizētai, neatkarīgai no tā, kurš un kurā vietā šo pārbaudi veiks. 1968. gadā Pasaules Veselības organizācija definēja desmit nolikumus, lai reglamentētu efektīvu skrīninga programmu:

1. Meklētam stāvoklim jābūt nopietnai veselības problēmai.
2. Meklētam stāvoklim jābūt ārstējamam un, ja diagnoze ir uzstādīta, pacientam jānodrošina atbilstoša un valstī oficiāli pieņemta ārstēšana.
3. Diagnostikai un ārstēšanai jālieto atbilstoša aparatūra.
4. Ir nepieciešams atklāt saslimšanas latentu stāvokli.
5. Jālieto atbilstoši testi un nepieciešamais izmeklēšanas apjoms.
6. Testiem jābūt pieņemamiem iedzīvotājiem.
7. Nepieciešams pareizi vērtēt slimības vēsturi no tās latentām pazīmēm līdz tīšām izpausmēm.
8. Ārstēšanas plānam jābūt saskaņotam ar pacientu.
9. Izmaksām katrā saslimšanas gadījumā, ieskaitot diagnostiku un ārstēšanu, jābūt sabalansētām, tas ir, tām nav jābūt lielākām par kopumā medicīnai paredzētajiem izdevumiem.
10. Pacientam jāatrodas pastāvīgā kontrolē, regulāri uzkrājot diagnostiskos parametrus, kā arī diagnozei nav jābūt uzstādītai vienreiz un uz visiem laikiem [1, 27, 28].

Skrīningam lietotie testi parasti atšķiras no diagnostikā lietotajiem testiem. Skrīninga testi bieži ir kvalitatīvi, tos lieto tikai, lai novērtētu slimības esamību vai neesamību. Bet diagnostiskus testus lieto, lai veiktu kvantitatīvus mērījumus, lai noteiktu slimības progresēšanas prognozes [27]. Ideāls tests skrīningdiagnostikas veikšanai ļautu sadalīt visas

izmeklētās personas „slimajās” un „veselajās” (vai tādās, kurām nepieciešama vai nav nepieciešama tālāka imeklēšana). Šāds tests visiem veselajiem vienmēr būtu negatīvs, bet visiem slimajiem – pozitīvs. Tomēr reāli neviena testa rezultāti visos gadījumos pareizi neatspoguļos īstenību, tas ir, slimības esamību vai neesamību. Vienmēr būs arī slimie, kuriem tests būs negatīvs (viltusnegatīvi gadījumi). Savukārt tas izrādīsies pozitīvs arī dažiem veseliem indivīdiem (viltuspozitīvi gadījumi). Tātad jebkura testa informativitāti un praktisko pielietojamību noteiks tas, cik daudz (ideālā gadījumā – cik maz) būs šādu viltuspozitīvu un viltusnegatīvu atbilžu salīdzinājumā ar abu veidu pareizām atbildēm (patiesi pozitīvām un patiesi negatīvām).

Skrīninga testa precizitāti raksturo tā jutība – spēja atklāt slimniekus un specifiskums – spēja atsijāt veselos. Abas vērtības ir testam raksturīgas īpašības, kas principā nav atkarīgas no slimības izplatības populācijā (plašāk par skrīninga testa raksturojošiem parametriem un precizitātes novērtēšanas metodēm skat. 1. pielikumu) [29, 30]. Skrīningdiagnostikā ideālā gadījumā būtu jāizmanto tikai testi ar augstu jutību un specifiskumu [25, 28, 29].

Jebkura testa pareizības (tā jutības un specifiskuma) vērtējums teorētiski būtu jāsalīdzina ar patieso slimību esamību vai neesamību izmeklētajām personām. Realitātē par patieso slimības stāvokli bieži ir iespējams spriest vienīgi pēc līdzīga, klīniskā situācijā visbiežāk lietotā testa rezultātiem. Šādam testam piešķir „zelta standarta” lomu, kas, kā var secināt, bieži ir relatīvs. Kā arī ikviens diagnostisks tests nav vērtējams absolūtās, bet vienīgi varbūtīgās kategorijās [29]. Ideālā gadījumā skrīninga testam jābūt vienkāršam un ātram, tam jābūt viegli saprotamam, atkārtojamam un atšifrējamam pat nemedicīniskam personālam.

1.4. Skolas vecuma bērnu redzes skrīnings

Bērnu obligātās profilaktiskās redzes pārbaudes veic dažādos vecumos. Pirmo šādu pārbaudi veic vidēji 12 mēnešu vecumā, ar mērķi konstatēt un koriģēt ambliopiju izraisošus faktorus [5]:

- augstas pakāpes refrakcijas anomālijas, piemēram, hipermetropiju lielāku par +4,00 D, augstas pakāpes astigmātismu lielāku par 2,50 D, vai anizometropiju, kura ir riska faktors ambliopijai un/vai šķielēšanai;
- iedzimtu šķielēšanu (tās biežums Skandināvu populācijā ir 1 – 2 % [4]);
- tādas acs orgāna pataloģijas, kuras traucē veidoties skaidram attēlam uz tīklenes vai attīstīties acs orgānam, piemēram, iedzimta katarakta, iedzimta glaukoma, tapetoretinālas abiotrofijas, retinoblastoma [4, 31].

Tātad, izņemot iedzimtas pataloģijas, bērniem šajā vecumā izplatītākās problēmas ir ambliopija, šķielēšana un refrakcijas kļūda [32].

Nākošā obligātā profilaktiskā redzes pārbaude bērniem daudzās valstīs norisinās 3 līdz 4 gadu vecumā [4, 5, 31, 33, 34]. Pārbaūžu mērķis šajā vecumā ir konstatēt un koriģēt refrakcijas anomālijas un šķielēšanu, kas var būt ambliopiju izraisošs faktors, jo ambliopija ir visbiežākais iemesls monokulāram redzes pazeminājumam jauniem cilvēkiem Rietumeiropā. Ir konstatēts, ka tādēļ cieš bērna vispārīgā attīstība un lasīšanas prasmes [32, 35].

Šajā vecumā dažiem bērniem parādās akomodatīva ezotropija (tās biežums Skandināvu populācijā ir 2 – 2,5 %). Bērns aktīvi lieto savu akomodāciju, līdz ar to nekoriģēta augstas pakāpes hipermetropija ir lielākais riska faktors akomodatīvas ezotropijas attīstībai (*Simons and Glasser, 1988*) [4, 5], kad palielinās stimuls uz konvergenci, jo, lai iegūtu skaidru redzi tuvumā, ir jāakomodē vairāk. Ir pierādīts, ka šķielēšanas attīstības risks bērnam palielinās 10 reizes ja viņa vecākiem ir šķielēšana (anomālijas biežums 25 % pret 2,5 %). Bet šķielēšanas biežums pieaug līdz 86 %, kad ģimenes anamnēzē ir šķielēšana un bērnam ir hipermetropija lielāka par +2,00 D [24, 32]. Pilnas akomodatīvas ezotropijas gadījumā, izkorigējot hipermetropiju pilnā apjomā, bērnam veidojas normāla binokulārā redze. Tas ir svarīgi ne tikai bērna sporta aktivitātēm bērnībā, bet arī neliels dažu profesiju izvēli pieaugušā vecumā, kur ir nepieciešama stereoredze, piemēram, šoferis un pilots [4]. Pati par sevi šķielēšana ir arī ambliogēns faktors, tāpēc agrīna šī stāvokļa konstatēšana un korekcija ļauj izvairīties no rehabilitācijas izdevumiem, kuri saistīti ar ambliopijas ārstēšanu [1].

Tad daudzās valstīs pirms pašas skolas seko pēdējā obligātā profilaktiskā redzes pārbaude, kuras mērķis ir atklāt iepriekšējās redzes pārbaudēs nekonstatētu ambliopiju vai ambliopiju izraisošus faktoros – augstas pakāpes astigmātismu (lielāku par 1,50 D) un hipermetropiju [32, 36], šķielēšanu, acs orgāna patoloģijas. Ir pētījumi, kuru rezultāti liecina, ka nekoriģēta hipermetropija ir viens no faktoriem, kuri pazemina bērna sekmību mācībās [4]. Šobrīd ir arī pēdējais vecums, kad varētu uzsākt ambliopijas ārstēšanu. Neskatoties uz to, ka eksistē pierādījumi veiksmīgai ambliopijas ārstēšanai arī pēc 8 gadu vecuma, tomēr oklūzijas bieži ir psiholoģiski nepieņemamas bērniem skolas vecumā un tāpēc ambliopijas ārstēšana ir apgrūtināta un vairs nedod vēlamus rezultātus (*Clarke et al., 2003*) [1, 4]. Tomēr ir dati, kuri liecina (*Beauchamp et al., 2010*), ka gandrīz divas trešdaļas bērnu nesaņem adekvātu redzes aprūpi pirmsskolas vecumā [31, 37], tāpēc ambliopijas konstatēšanu un ambliogēno faktoru likvidēšanu būtu jāturpina arī skolas vecuma bērniem.

Dažās valstīs pirmsskolas vecuma bērniem nosaka, vai viņu krāsu redze atbilst standartam [3, 4, 34]. Krāsu redzes deficīta atrašana pirmsskolas vecumā ir svarīga tāpēc, ka lielākā daļa no sākumskolas izglītības procesa ir saistīta ar krāsu atpazīšanu, bet krāsu deficīta esamība var radīt grūtības dažu redzes uzdevumu pildīšanā [4, 38]. Pie tam slikta krāsu redze var būt indikators tīklenes un redzes nerva slimībām. Literatūrā minēts, ka krāsu redzes defekti ir sastopami 8 % vīriešu un 0,5 % sieviešu. Tomēr daudzos pētījumos ir parādīts, ka to

izplatība bērnu vecumā ir zemāka. Tā *Birch and Platts* (1993) konstatēja, ka bērniem vecuma grupā no 3 līdz 11 gadiem, krāsu redzes deficīts ir sastopams 6,6 % zēnu un 0,4 % meiteņu [4].

Katrai valstij nedaudz atšķiras vecums, kad veic šīs bērnu obligātās redzes pārbaudes, kā arī atšķiras redzes pārbaudē iekļauto testu klāsts. Saskaņā ar Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumiem Nr. 1046, kas stājās spēkā 2007. gada 17. decembrī, Latvijā bērniem obligātās profilaktiskās redzes pārbaudes ir paredzētas:

- 13 – 24 mēnešu vecumā (redzes spēju orientējoša pārbaude, šķielēšanas leņķis ar aizklāšanas un prizmas testu, acs ābolu kustības, skiaskopija pēc īsas cikloplēģijas, acs dibena apskate, paplašinot zīlītes);
- 3 gadu vecumā (salīdzinoša redzes asuma pārbaude pēc E burtu tabulas vai zīmējumu tabulas, šķielēšanas leņķis ar aizklāšanas un prizmas testu, acs ābolu kustības, skiaskopija pēc īsas cikloplēģijas, acs dibena apskate, paplašinot zīlītes);
- apskate pirms skolas 6 – 7 gadu vecumā (redzes asums tuvumā un tālumā, stereoredzes un binokulārās redzes pārbaude, acu kustību pārbaude, konverģences pārbaude, šķielēšanas leņķis ar aizklāšanas un prizmas testu, acs ābolu kustības, skiaskopija pēc īsas cikloplēģijas, acs dibena apskate, paplašinot zīlītes) [33].

Kā jau minēts šī darba ievadā, ne tikai Latvijā, bet arī daudzās citās valstīs skolas vecuma bērniem regulāras redzes pārbaudes neveic. Tomēr ir valstis, kur ar likumu noteiktā kārtībā bērniem jāveic redzes skrīnings vienreiz vai pat divas reizes mācību gada laikā [3, 4, 5, 6, 7, 25].

Tik biežu pārbažu mērķis ir atklāt bērniem binokulārās redzes traucējumus to agrīnajā stadijā, kā arī konstatēt miopijas attīstību pēc iespējas ātrāk un ar atbilstošiem korekcijas līdzekļiem un redzes terapijas pasākumiem nepieļaut tās strauju progresēšanu. Piemēram, Beļģijā bērniem regulāras redzes pārbaudes veic no 3 līdz 18 gadu vecumam un redzes pārbaudēs iekļauj redzes asuma noteikšanu tālumā un tuvumā, Hiršberga testu, aizklāšanas testu, krāsu redzi, stereoredzi, refrakcijas noteikšanu optometrista kabinetā [34], kā arī veic ikgadēju redzes skrīningu skolās.

Kopumā, runājot par skolas vecuma bērnu redzes aizsardzības sistēmu, tā iekļauj trīs etapus:

1. Pirmais etaps – visu skolēnu no pirmās līdz divpadsmitai klasei vispārīga skrīninga apskate, lai atlasītu bērnus ar neatbilstošām redzes funkcijām. Parasti redzes skrīningu veic ar specifisku, šim nolūkam paredzētu aparatūru [4, 25].
2. Otrais etaps – padziļināta redzes pārbaude un diagnozes uzstādīšana tiem bērniem, kuriem ir pazemināts redzes asums, traucētas binokulārās redzes funkcijas vai kas pieder pie tā saucamās „riskā grupas”.

3. Trešais etaps – bērnu ar neatbilstošām redzes funkcijām ārstēšana un novērošana dinamikā [25].

Dažās valstīs šīs obligātās ikgadējās skolēnu redzes pārbaudes veic oftalmologi vai optometrieti atbilstošās medicīnas iestādēs, bet citās valstīs bērnu redzes aizsardzības ietvaros ir izstrādātas speciālas redzes skrīninga programmas [3, 25, 39]. Veicot redzes skrīningu skolēniem, daudz mazāks laiks tiek patērēts viena bērna redzes funkciju noteikšanai, tas ļauj izvairīties no ārstnieciskā personāla iesaistīšanas skrīninga procesā, ļauj veikt bērnu redzes skrīningu skolās [3, 25, 35, 39].

Reizēm šāda redzes skrīninga ietvaros nosaka tikai bērna redzes asumu tālumā. Bet pēc daudzu autoru datiem [3, 40, 25, 41] šāds skrīnings neatspoguļo īsteno bērna redzes funkciju stāvokli un nav pietiekams efektīvam redzes skrīningam. Arī Latvijā dažās skolās vēl joprojām redzes skrīningu veic skolas medmāsa, nosakot bērna redzes asumu tālumā (5 metru attālumā), un gadījumā, ja noteiktais bērna redzes asums ir zemāks par 0,8 Snella decimālajām vienībām ($\log\text{MAR} > 0,2$), nosūta bērnu padziļinātai izmeklēšanai pie bērnu oftalmologa. Bet šādas pārbaudes neveic katrā skolā, līdz ar to vairums bērnu paliek bez jebkādas redzes aprūpes.

Citās valstīs izstrādātais skolas vecuma bērnu redzes skrīnings iekļauj vairākus testus un tos izpildīt var vai nu skolas medmāsa, kura ir speciāli apmācīta paplašinātam redzes funkciju skrīningam, vai nu arī nemedicīniskais personāls (piemēram, brīvprātīgie bērnu vecāki), kurš ir izgājis sagatavošanas kursus un ieguvis sertifikātu skolas vecuma bērnu redzes skrīningam [3, 25].

Atbilstoši Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumiem Nr. 1046, kas stājušies spēkā 2007. gada 17. decembrī [33], padziļinātu redzes funkciju izmeklēšanu bērniem Latvijā var veikt tikai oftalmologs, jo šādas pārbaudes ietvaros bērna refrakcijas novērtēšanai ir jālieto cikloplēģiskie farmakoloģiskie līdzekļi. Tomēr redzes funkciju skrīningu varētu veikt arī optometrists, kura profesionālā darbība to pieļauj. Tā, atbilstoši profesiju standartam, optometrista profesionālā darbība ietver:

- Redzes optisko un funkcionālo anomāliju veida un apjoma noteikšanu;
- Optisko redzes palīg līdzekļu: briļļu, kontaktlēcu un citu speciālo palīg līdzekļu nozīmēšanu, izgatavošanu un pielāgošanu;
- Sabiedrības un indivīdu konsultēšanu par acs un redzes veselības profilakses jautājumiem un ergonomiku;
- Redzes orgāna patoloģiju konstatēšanu un nosūtīšanu pie oftalmologa vai ģimenes ārsta, vai cita speciālista konsultācijai [42].

Runājot par skrīninga pārbaudes standartiem skolas vecuma bērniem, var izdalīt deviņus punktus:

1. Skrīninga pārbaudes mērķis ir atlasīt skolēnus ar redzes traucējumiem divās grupās:
 - a) bērni, kuriem ir nosliece uz binokulārās redzes traucējumiem un miopiju – „riskā grupa”. Tādiem bērniem ir pozitīvs hipermetropijas skrīninga tests, kā arī ir redzes asuma divu rindiņu starpība starp tālumam un tuvumu;
 - b) bērni, kuriem ir novirzes no normas: pazemināts redzes asums tālumā (mazāks par 0,8 vai 0,65 Snellena decimālajām vienībām [40]) vai binokulārās redzes traucējumi.
2. Izmeklēšanas periodiskums – vienreiz vai divas reizes mācību gadā [3, 25, 37].
3. Izmeklēto parametru daudzums un raksturs. Balstoties uz vairāku autoru datiem [3, 25, 43, 44], nepieciešamais minimums ir:
 - Redzes asums tālumā un tuvumā;
 - Hipermetropijas skrīninga tests;
 - Redzes raksturs;
 - Heteroforiju tests.
4. Redzes funkciju parametru normatīvi:
 - Redzes asums (skat. 1.4. tab.);

1.4. tabula

Redzes asuma un hipermetropijas testa normatīvi 1 – 11 klašu skolniekiem [25]

Tests	1 – 2 klašu skolēni	3 – 11 klašu skolēni
Redzes asums tālumā	V = 0.9	V = 1.0
Redzes asums tuvumā	V = 0.9	V = 1.0
Hipermetropijas tests	Pozitīvs	Negatīvs

V – Snellena decimālās redzes asuma vienības

- Redzes raksturs – binokulāra redze;
 - Heteroforijas tests – ortoforija tālumā un fizioloģiska (3 – 6 Δ) eksoforija tuvumā [21, 45].
5. Skrīninga apskati veic pēc vecuma grupām un visās vecuma grupās.

Lai arī pieļaujamās vērtības redzesn asumam tālumā un hipermetropijas skrīninga testa sagaidāmie rezultāti dažāda vecuma bērniem nedaudz atšķiras (skat. 1.4. tab.), tomēr profilaktiskos redzes skrīningos par kritēriju tālākai padziļinātai diagnostikai kalpo iegūtais redzes asums sliktāk redzošajā acī $\leq 0,8$ (logMAR 0,1) [3, 25, 40]. Pēdējā laikā parādās pētījumi, kur par šādu kritēriju redzes asumam tālumā rekomendē izvēlēties redzes asuma vērtību $\leq 0,65$ (logMAR 0,2) [40]. Tāds kritērijs ir pamatots ar to, ka tikai nelielai daļai bērnu ar redzes asumu zem 0,8 būs konstatētas nozīmīgas refrakcijas anomālijas un izrakstītas

brilles. Tāpēc šāda kritērija izvēle ļautu padarīt redzes skrīningu efektīvāku. Ja bērnam ir astenopiskas sūdzības vai skrīninga laikā viņam ir konstatētas binokulārās redzes traucējumi, tas ir nosacījums obligātai tālākai redzes funkciju pārbaudei pie redzes speciālista [3, 4, 25].

6. Skrīninga brigādes organizatoriskā struktūra: redzes pārbaudi bieži veic divi cilvēki, viens no viņiem veic redzes pārbaudi, bet otrs reģistrē iegūtos rezultātus specializētā pārbaudes protokolā. Tāda darba kārtība ļauj racionāli izmantot darba laiku un saīsināt redzes pārbaudes laiku uz vienu pacientu [25].
7. Prasības skrīninga brigādes tehniskajam aprīkojumam: tam katrā no skrīninga brigādēm jābūt standartizētam [4]. Redzes skrīningam paredzētais aprīkojums var būt dažāds, te var būt pārnēsājams testu objektu komplekts [25], datorizētas redzes skrīninga programmas [3, 39] vai automatizētas iekārtas redzes skrīningam [3, 46].
8. Redzes skrīninga laikā ar luksmetru nepieciešams novērtēt apgaismojuma līmeni mācību telpās [47, 48], jo viens no faktoriem miopijas attīstībai un progresēšanai ir redzes režīma un redzes higiēnas neievērošana [22, 49, 50]. Papildus jāvērtē skolas mēbeļu atbilstību bērnu augumam, jo bērna nepareiza darba poza ne tikai veicina redzes pārslodzi, bet arī veicina stājas traucējumu attīstību [22].

Eiropas Savienības normatīvi (*The European Standard EN 12464-1:2002*) prasa ievērot noteikta apgaismojuma līmeni klases telpās. Nepieciešamais apgaismojuma līmenis galda plaknē ir 150 lx, ja kā gaismas avotu izmanto kvēldiega spuldzes, un 300 lx, ja kā gaismas avotu izmanto fluorescējošās dienas gaismas lampas. Tāfeles apgaismojumam jābūt 500 lx, kā arī jāseko, lai uz tās neveidotos aizēnojumi (skat. 1.2. att.) [51]. Papildus, apgaismojumam telpās jāatbilst arī sekojošiem nosacījumiem – tam jābūt pietiekami spilgtam, vienmērīgi sadalītam, bez apžilbumu vai ēnu veidošanās uz darba virsmām [47, 48]. Kā rāda pētījumi, nepietiekams apgaismojuma līmenis novērots pat 70 % no pārbaudītajām skolām [25].



1.2. att. Nepieļaujams tāfeles aizēnojums klases telpā [Pieejams:

http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45/publications/Technical_reports/lighting_in_schools.pdf]

9. Redzes skrīninga izmeklēšanas rezultāti atbilstoši jādokumentē: bieži tos uzglabā gan pacientu kartiņu veidā, gan ievada datorizētajā datu bāzē [25, 28]. Balstoties uz Latvijas Republikas Ārstniecības likuma 50. pantu, kurš stājās spēkā 1997. gada 1. oktobrī, iegūtajiem datiem jāievēro konfidencialitātes principi [52]. Jāgādā, ka, informācija par bērna veselības stāvokli netiks izpausta trešajām personām (izņemot citas ārstniecības personas, ja tās tieši iesaistītas ārstniecībā).

Skrīninga laikā visiem atlasītajiem bērniem no riska grupas un ar pazeminātu redzes asumu būtu jānodrošina 100 % padziļināta redzes pārbaude pie optometrista vai oftalmologa. 1.5. tabulā ir atspoguļots bērnu procents dažādās vecuma grupās, kuriem šāda padziļināta pārbaude būtu nepieciešama.

1.5. tabula

Bērnu sadalījums pa dzimumiem un vecuma grupām ar redzes skrīninga laikā konstatētām redzes anomālijām [25]

Bērnu grupa	1 – 4 klases	5 – 8 klases	9 – 11 klases	Kopā
Pazeminātā redze (meitenes)	5,8 %	13,3 %	22,0 %	13,7 %
Pazeminātā redze (zēni)	4,3 %	11,6 %	19,7 %	11,9 %
Riska grupa (meitenes)	13,4 %	9,8 %	8,6 %	10,6 %
Riska grupa (zēni)	11,0 %	8,5 %	6,9 %	8,8 %

No 1.5. tabulas datiem var secināt, ka ar vecumu palielinās bērnu procents ar pazeminātu redzi, kā arī meitenēm pazemināta redze ir sastopama biežāk nekā zēniem. Līdzīgus rezultātus ieguvuši arī citi autori [53, 54].

Papildus tam, ka redzes skrīninga laikā agrīni tiek konstatētas redzes funkciju anomālijas un skrīninga process ļauj iesaistīt profilaktiskās redzes pārbaudēs neārstnieciskas personas, ir daudzi pētījumi, kuri liecina, ka redzes skrīnings viennozīmīgi ir ekonomiski izdevīgāks par bērnu ikgadēju nosūtīšanu uz redzes pārbaudi medicīniskā iestādē [37, 40, 55]. Piemēram, Arizonas izglītības departamenta veiktā analīze liecina (ASV, 2008), ja salīdzina, cik izmaksā par „zelta standartu” pieņemtā standarta optometriskā pārbaude un skrīninga pārbaude bērniem vecuma grupā no 5 līdz 8 gadiem, tad starpība sastāda gandrīz 38 miljonu dolāru gadā [37].

Tomēr, lai bērnu redzes aizsardzības sistēma būtu efektīva, miopijas, akomodācijas traucējumu, šķielēšanas un ambliopijas profilaksei jānorisinās ne tikai skolās, bet arī mājās. Bērnu vecākiem un aizbildņiem jāuzņemas atbildība par adekvātas darba vides nodrošināšanu bērniem. Viņiem būtu jāseko redzes speciālista rekomendācijām un jāved bērns uz redzes

pārbaudēm tik bieži, cik to ir ieteicis redzes speciālists. Ja bērnam nepieciešams redzes korekcijas līdzeklis, to savlaicīgi jāiegādājas, kā arī jāseko tā pareizam lietošanas režīmam. Ja bērnam ir nozīmēti ortoptiskie vingrinājumi, vecākiem un bērnu aizbildņiem jāpalīdz savam bērnam tos realizēt mājās, jāseko šo vingrinājumu pildīšanas režīmam.

1.5. Iekārtas skolas vecuma bērnu redzes skrīningam

Dotajā brīdī daudzās valstīs veic pētījumus un notiek diskusijas par to, vai redzes skrīnings skolas vecuma bērniem ir vajadzīgs, ar kādu aprīkojumu šādus skrīningus veikt un kādus testus būtu jāiekļauj redzes skrīningā, lai tas būtu ātrs, informatīvs, bērnam draudzīgs, kā arī lai skrīninga veikšanai varētu piesaistīt nemedicīnisku, bet speciāli apmācītu personālu un lai skrīnings paliktu ekonomiski izdevīgs.

Šobrīd par skolas vecuma bērnu skrīningu nav izveidots viens vienīgs standarts, kā jānorisinās skolēnu redzes skrīningam, un eksistē vairākas redzes skrīninga programmas. Daudzās valstīs no 1969. gada par vislabāko skolēnu redzes pārbaudē modeli tika uzskatīta *MCT (The Modified Clinical Technique)* [43, 44], kuru izstrādāja *Blum, Peters* un *Bettman*, balstoties uz sava pētījuma rezultātiem, kas norisinājās no 1954. līdz 1956. gadam Kalifornijā. Pētījuma ietvaros katru gadu tika noteiktas redzes funkcijas 941 bērnam, kuri mācījās no pirmās līdz sestai klasei.

Rezultātā autori konstatēja, ka efektīvam skolēnu redzes skrīningam jāiekļauj:

1. Redzes asumu tālumā;
2. Hipermetropijas skrīninga testu ar +1,50 D vai +2,00 D lēcu;
3. Aizklāšanas testu tālumā un tuvumā (jo ar to var konstatēt, vai šķielēšana ir manifesta vai latentā);
4. Jāizmeklē acs orgāna iespējamās patoloģijas.

Rezultātā ar šādu skrīninga veidu var konstatēt pazeminātu redzes asumu tālumā, nozīmīgu refrakcijas anomāliju, acu slimības un šķielēšanu. Tomēr jaunākie pētījumi liecina, ka *MCT* piešķirtā „zelta standarta” loma skolas vecuma bērnu redzes skrīningos ir pārspīlēta. Neskatoties uz to, ka dotajam skrīninga modelim ir 98 % jutība un 99 % specifiskums, šāda skrīninga gaita prasa pieredzējuša redzes speciālista iesaistīšanos un nav ekonomiski izdevīga rutīnas lietošanai skolā, kā arī neiekļauj citu redzes funkciju pārbaudi kā tikai aizklāšanas testu tālumā un tuvumā [43, 44].

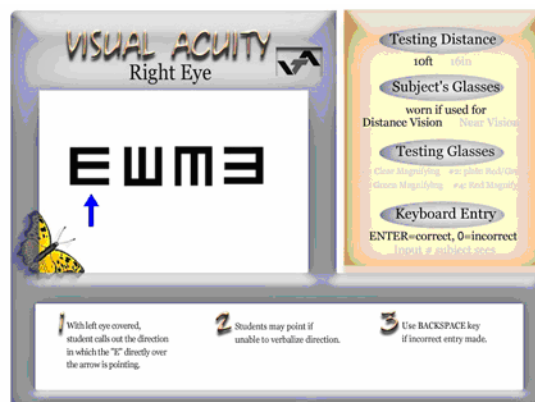
Kā jau minēts šī darba 1.4. nodaļā, redzes skrīninga nolūks ir nodrošināt redzes funkciju novērtēšanu visiem (100 %) skolas vecuma bērniem. Pētījumos ir parādīts, ka augstāka bērnu un viņu vecāku līdzestība redzes skrīningā ir tad, ja to veic ar automatizētām iekārtām [3, 4]. Tādā gadījumā bērni ne tikai labprāt pārbauda redzes funkcijas uz vietas skolā, bet arī ir ar mieru doties uz šādu pārbaudi optometrista kabinetā [4]. Kā arī eksistē pārliecinoši

pierādījumi, ka gan datorizētu programmu, gan automatizētu skrīninga iekārtu izmantošana redzes skrīningā ir ekonomiski izdevīgāka par skolēnu profilaktiskām redzes pārbaudēm klīnikas apstākļos ar medicīniskā personāla iesaistīšanu [4, 39, 56].

Tāpēc šobrīd dažviet tiek izstrādātas un testētas īpaši skolēnu redzes skrīningam paredzētas datorizētas programmas, kā arī esošajām automatizētajām iekārtām ražotāji piedāvā speciālu paketi pirmsskolas un skolas vecuma bērnu redzes skrīningam. Visos gadījumos skrīninga aprīkojumu ticamības parametru novērtēšanai rezultātus salīdzina ar standarta optometrisko pārbaudi, kurai šajos gadījumos ir oficiāli piešķirta „zelta standarta” loma [3].

Viens no speciāli skolēnu redzes skrīningam izveidotiem modeļiem ir *NYSOA* (*New York State Optometric Association*). Ar to var novērtēt redzes asumu tālumā un tuvumā, izpildīt hipermetropijas skrīninga testu, novērtēt redzes raksturu, stereoredzes asuma sliekšni un krāsu redzi. Papildus šī skrīninga ietvaros tiek vērtēta bērnu konverģence un sakādiskās acu kustības. Dotā skrīninga jutība ir 72 % un specifiskums ir 65 %. Testa „Redzes asums tālumā” specifiskums ir tikai 75 % [57], kas nav labākais rezultāts, salīdzinot ar citām skrīninga metodēm, kad līdzīga testa specifiskums visbiežāk ir ap 90 % [3, 31]. Šis skrīninga veids nav ieguvis lielu popularitāti ne tikai savu zemo ticamības rezultātu dēļ, bet arī tāpēc, ka visu šo testu izpilde ir laikietilpīga un prasa gan profesionāla optometrista, gan speciāli apmācīta brīvprātīgā palīga klātbūtni skrīninga laikā, jo skolas medmāsa šo skrīningu nevarētu veikt viena [3].

Šī skrīninga modeļa vietā ir izstrādāta datorizēta programma skolēnu redzes skrīningam *VERA* (*Visual Efficiency Rating*) (skat. 1.3. att.). Ar tās palīdzību var novērtēt ne tikai redzes asumu, bet arī akomodācijas, vergenču un sakāžu traucējumus. Šo datorizēto skrīninga programmu jau četrus gadus veiksmīgi lieto ASV skolās. Šādu testu iekļaušana ir pamatota ar to, ka pie bērna lasīšanas problēmām obligāti jāvērtē arī akomodācija, vergenču un sakādiskās acu kustības [3].

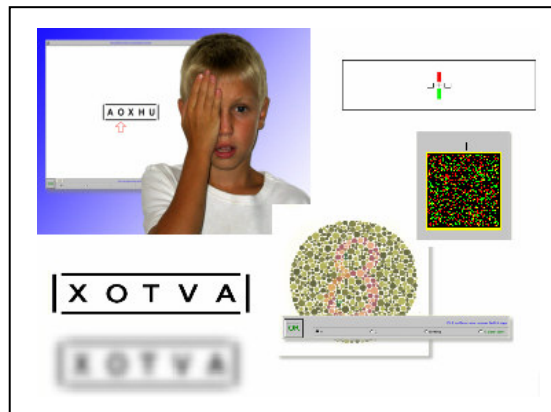


1.3. att. Datorizēta redzes skrīninga programma skolas vecuma bērniem *VERA* [Pieejams:

http://www.visualscreening.com/upgrades-details/vision_screen_program.html]

Skrīninga gaitu ar *VERA* veido divi etapi. Sākumā bērnam nosaka redzes asumu, veic hipermetropijas skrīninga testu ar +2,00 D lēcu, nosaka redzes raksturu, stereoredzes asuma sliksni un fiksācijas disparitāti. Ja šie testi ir veiksmīgi izpildīti, tālāk seko vergences viegluma, akomodācijas viegluma un sakādisko kustību pārbaude. *VERA* skrīninga modelī iekļautajam redzes asuma testam ir konstatēta 75 % jutība un 93 % specifiskums. Tas ir labs rādītājs, jo arī citi pētījumi rāda, ka pieņemams viltuspozitīvo atbilžu procents būtu ap 10 % [31, 58], lai nesūtītu pārāk lielu skolēnu daļu uz nevajadzīgu tālāko redzes pārbaudi pie redzes speciālista. Tomēr nosakot pārejās redzes funkcijas, testa jutība sastādīja vidēji tikai 50 % [3].

Lielbritānijā 2007. gadā bērnu redzes skrīningam ir izstrādāta datorizēta programma, kurai piemīt augsta jutība (94 %) un specifiskums (98 %) (skat. 1.4. att.). Ar tās palīdzību var noteikt redzes asumu tālumā un tuvumā, veikt hipermetropijas skrīninga testu, novērtēt stereoredzi, krāsu redzi un fiksācijas disparitāti [39].



1.4. att. Lielbritānijā izstrādātā datorizētā redzes skrīninga programma [Pieejams: http://www.city.ac.uk/optometry/research/appliedvision/Software/school_screener.html]

Thomson (2007) veiktajā pētījumā sešās Londonas skolās konstatēja, ka ņemot par nosacījumu tālākai bērnu padziļinātai redzes funkciju izmeklēšanai redzes asumu tālumā zemāku par 0,65 Snellena decimālajām vienībām ($\log\text{MAR} > 0,2$) jebkurā no acīm vai samazinātu stereoredzi, 16 % bērnu izkrita datorizētā redzes skrīninga laikā, salīdzinot ar 14 % bērnu, kuri izkrita paralēli noritējušajā optometrista un ortoptista izmeklēšanā. Tas nozīmē, ka izstrādātajai skrīninga metodei piemīt augsta efektivitāte bērnu iespējamo redzes problēmu konstatēšanai un tikai 2 % bērnu būs spiesti nevajadzīgi apmeklēt redzes speciālistu. Par pozitīvu aspektu šim skrīninga modelim ir atzīmēts arī tas, ka to var veikt arī personāls ar minimālām klīniskajām zināšanām.

Dažos ASV štatos skolas vecuma bērnu redzes skrīningam plaši pielieto automatizētās iekārtas, piemēram, *Keystone* vai *Titmus* (skat. 1.5. A un 1.5. B att.). Šo iekārtu ražotāji piedāvā speciāli atlasītu testu virkni skolēnu redzes skrīningam. Ar abām iekārtām var

novērtēt redzes asumu tūlumā un tuvumā, veikt hipermetropijas testu ar +1,50 D vai +2,00 D lēcu, novērtēt heteroforijas, krāsu redzi un horizontālo redzes lauku. Ar *Keystone* iekārtu papildus var novērtēt stereoredzi, bet ar *Titmus* iekārtu – redzes raksturu. Redzes funkciju noteikšana vienam skolēnam ar šīm iekārtām prasa tikai līdz piecām minūtēm laika.



A



B

1.5. att. Automatizētās iekārtas redzes skrīningam: A – Keystone VS-V Pediatric Vision Screener un B – Titmus i200 Vision Tester [Pieejams: <http://west-op.com/titmusi200.html>, <http://www.keystoneview.com>]

Nav pārlicinošu pētījumu par šo vai citās automatizētās iekārtās iekļauto testu precizitāti un piedāvātā skrīninga modeļa efektivitāti. Toties redzes funkciju novērtēšana ar šīm iekārtām aizņem maz laika, strādāt ar tām var arī speciāli apmācīta skolas medmāsa, kā arī šāds redzes skrīnings ir bērnam draudzīgs un šo iekārtu pielietošana ir ekonomiski izdevīga [58].

2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

2.1. Pētījuma dalībnieki

Pētījums sastāvēja no divām daļām. Pirmā daļa norisinājās laika posmā no 2009. gada novembra līdz 2010. gada februārim un tajā piedalījās Rīgas 64. vidusskolas 1. – 11. klases audzēkņi. Redzes funkcijas tika noteiktas 773 bērniem vecumā no 7 līdz 18 gadiem (vidējais vecums $11,8 \pm 3,1$ gadi), 411 meitenēm un 362 zēniem (skat. 2.1. tab.).

2.1. tabula

Pētījuma dalībnieku skaita sadalījums pēc vecuma un dzimuma Rīgas 64. vidusskolas audzēkņiem

Klase	Meitenes	Zēni	Kopā:
1.	41	38	79
2.	34	33	67
3.	34	32	66
4.	31	47	78
5.	36	34	70
6.	36	34	70
7.	53	29	82
8.	42	38	80
9.	45	32	77
10.	26	24	50
11.	33	21	54
Kopā:	411	362	773

Lai arī skrīninga mērķis ir atlasīt bērnus ar pazeminātām redzes funkcijām, tomēr pētījumā piedalījās arī tie bērni, kuriem jau iepriekš tika konstatētas refrakcijas anomālijas un izrakstīta atbilstoša redzes korekcija. Tādi bērni (117 jeb 15,1 % no izlases) pētījumā piedalījušies ar savu esošo korekciju vai bez tās, ja korekcijas nebija līdzī (44 bērni jeb 5,7 % no izlases). 9 bērniem (1,2 % no izlases) optiskās korekcijas stiprums bija ekvivalents zemas un vidējas pakāpes hipermetropijai vai hipermetropijai kombinācijā ar zemas un vidējas pakāpes astigmātismu, bet 64 bērniem (8,3 % no izlases) – zemas un vidējas pakāpes miopijai vai miopijai kombinācijā ar zemas un vidējas pakāpes astigmātismu. Detalizēti bērnu redzes korekcijas stiprumi ir attēloti 2. pielikumā. Nevienam pētījumā iesaistītajam dalībniekam nebija manifestas šķielēšanas.

Otrā pētījuma daļa norisinājās 2011. gada aprīlī. Otrās pētījuma daļas mērķis bija novērtēt, cik daudz laika aizņems svarīgāko redzes funkciju noteikšana tālumā un tuvumā ar

ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest iekārtu, kā arī lai aprobētu skrīninga iekārtas stereoredzes sliekšņa testu. Šajā pētījuma daļā piedalījās 86 Rīgas Purvciema vidusskolas 3. – 4. klases audzēkņi vecumā no 8 līdz 12 gadiem (vidējais vecums $9,6 \pm 0,1$ gadi), 41 meitene un 45 zēni (skat. 2.2. tab.).

2.2. tabula

Pētījuma dalībnieku skaita sadalījums pēc vecuma un dzimuma Rīgas Purvciema vidusskolas audzēkņiem

Klase	Meitenes	Zēni	Kopā:
3.	10	16	26
4.	31	29	60
Kopā:	41	45	86

Šajā pētījuma daļā piedalījās tie bērni, kuriem iepriekš netika konstatētas refrakcijas anomālijas, kā arī 14 koriģēti ametropi (16,3 % no izlases), kuri pētījumā piedalījušies ar savu esošo korekciju. Dalībnieku optiskās korekcijas stiprums netika novērtēts. Nevienam pētījumā iesaistītajam dalībniekam nebija manifestas šķielēšanas.

Saskaņā ar zinātnieka ētikas kodeksa 2. punkta 2.7. apakšpunktu [59] pētījumā piedalījās tikai tie bērni, kuru vecāki vai aizbildņi ir devuši rakstisku piekrišanu (skat. 3. pielikumu). Pirms uzsākt pētījumu bērnu vecāki vai aizbildņi tika informēti par uzsāktā pētījuma mērķiem un redzes pārbaudē izmantojamo aparatūru. Paši pētījuma dalībnieki nezināja pētījuma mērķus un sagaidāmos rezultātus. Visiem pētījuma dalībniekiem noslēgumā tika izsniegta informācija par redzes stāvokli un atbilstošas rekomendācijas (skat. 4. pielikumu).

2.2. Aparatūra un stimuli

2.2.1. ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest

ESSILOR ERGOVISION ir jaunākās paaudzes automatizēta iekārta redzes funkciju noteikšanai (skat. 2.1. att.). Iekārta ir izstrādāta tā, lai nodrošinātu fizioloģiskus un ergonomiskus skatīšanās apstākļus. Pacientam skatoties pa augšējiem iekārtas lodziņiem (primārā skata pozīcija), tiek noteiktas redzes funkcijas tālumā, bet, skatoties pa apakšējiem lodziņiem (skats 30° uz leju no primārās pozīcijas) – tuvumā (skat. 2.1. att.). Redzes funkciju noteikšanai tālumā simulētais attālums ir 5 m, bet tuvumā – 33 cm [60].



2.1. att. ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest iekārta un skata pozīcijas, pārbaudot redzes funkcijas tālumā un tuvumā. Pacientam skatoties pa augšējiem aparāta lodziņiem (skats taisni uz priekšu), tiek noteiktas redzes funkcijas tālumā, bet, skatoties pa apakšējiem lodziņiem (vēršot skatu 30° uz leju) – tuvumā [Pieejams: <http://www.essilor.pl/?pageid=123&lang=pl>]

Iekārta dod iespēju izpildīt 12 dažādus testus. Pirmie 10 testi ir paredzēti redzes funkciju pārbaudei tālumā, 11. tests ir paredzēts redzes asuma noteikšanai tuvumā, bet 12. tests nosaka horizontālā redzes lauka robežas. Ar pults palīdzību (skat. 2.2. att.) var pārslēgt aplūkojamus testus, izvēlēties, vai testa objekts tiks aplūkots monokulāri vai binokulāri, kā arī ieslēgt stimulus horizontālā redzes lauka noteikšanai. *ESSILOR ERGOVISION* komplektā ir piedāvāts standartizētais protokols, kuru operators aizpilda redzes funkciju pārbaudes laikā (skat. 5. pielikumu).



2.2. att. ESSILOR ERGOVISION pults. Ar lielajām trīsstūrveida pogām secīgi tiek pārslēgti 12 testi. Ar divām apaļām pogām, kas atrodas pults kreisajā pusē, regulē, vai redzes funkcijas tiks pārbaudītas monokulāri vai binokulārti, kā arī tiek izvēlēts skatīšanās attālums – 5 m vai 33 cm. Ar sešām apaļajām pogām, kas atrodas pults labajā pusē, tiek ieslēgti stimuli horizontālā redzes lauka noteikšanai [Pieejams: www.visiotest.it/visiotest_physiologique.htm]

Pirmais tests (skat. 2.3. att.) ir paredzēts, lai pēc iespējas vairāk atslābinātu pacienta akomodāciju. Šis tests palīdz izslēgt proksimālo akomodācijas daļu un ļauj izvairīties no kļūdām, kas tālāk varētu būt pieļautas, nosakot pacienta redzes asumu.



2.3. att. Testa objekts akomodācijas atslābināšanai [60]

Ar otro testu nosaka monokulāro redzes asumu tūlumā labajai acij. Šo testu pacients redz tikai ar labo aci. Iekārtā redzes asuma pārbaudei izmanto *ETDRS* veida tabulas, kur kā optotipi tiek lietoti Landolta gredzeni. Redzes asums ir izteikts Snellena decimālās vienībās.

Operators lūdz, lai pacients nosauc 12. optotipu rindiņu. Ja pacients to nespēj, lūdz, lai nosauc nākamo 10. horizontālo rindiņu virs iepriekšējās. Turpina tik ilgi, līdz attiecīgā rindiņa ir nosaukta pilnā apmērā. Ar kontroles tabulas palīdzību (skat. 2.4. att.) operators var sekot pacienta atbildēm un novērtēt atbilžu precizitāti. Izmeklēšanas protokola sadaļā „redzes asums tūlumā labajai acij” ar krustiņu atzīmē lauciņu, kas atbilst iegūtajam redzes asumam.

2	o	o	o	o	o	o	o	c	o	o
3	o	o	o	o	c	o	o	o	o	o
4	o	c	o	o	o	o	o	o	o	o
5	o	o	o	o	o	o	c	o	o	o
6	o	c	c	o	o	c	o	o	o	o
7	o	o	o	o	o	o	o	o	o	c
8	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
10	o	o	o	o	c	o	o	o	o	o
12	c	o	o	o	o	o	o	c	o	o

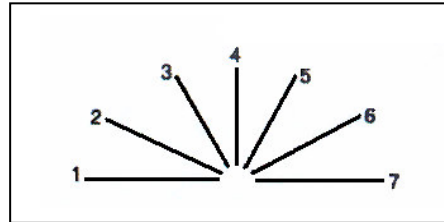
2.4. att. Testa objekta ekvivalents redzes asuma pārbaudei tūlumā labajai acij. 2. rindiņa atbilst decimālajam redzes asumam 0,2, 3. rindiņa – 0,3 utt., redzes asumam 1,0 un 1,2 atbilst attiecīgi 10. un 12. rindiņas [60]

Lai veiktu hipermetropijas skrīningu, *ESSILOR ERGOVISION* paredz iespēju novērošanas kanālā ievietot papildus +1,00 D lēcu. Tas ļauj noskaidrot, vai pacientam ir hipermetropija, kura tiek kompensēta ar akomodācijas palīdzību. Šo testu pielieto, ja pacients testa izpildes laikā nosauca 10. un 12. rindiņu. Ievietojot novērošanas kanālā lēcu +1,00 D, var iestāties divas situācijas:

- ar papildus lēcu pacienta redzes asums samazinās, viņš var nosaukt tikai 4. rindiņu: rezultātu interpretē kā negatīvu testa atradni.
- ar papildus lēcu redzes asums nemainās. Šajā gadījumā rezultātu interpretē kā pozitīvu testa atradni, t.i., pacientam ir hipermetropija un daļa ametropijas ir kompensēta ar akomodācijas palīdzību.

Izmeklēšanas protokola sadaļā „hipermetropijas skrīnings labajai acij” ar krustiņu atzīmē attiecīgo lauciņu.

Trešais tests paredzēts astigmātisma konstatēšanai labajai acij. Testa objekts sastāv no staru figūras ar septiņiem stariem (skat. 2.5. att.). Pacientam jāatbild, kuri no staru figūras septiņiem stariem ir melnākie, tumšākie. Izmeklēšanas protokolā atzīmē, kurus no stariem pacients redzēja tumšākus, vai neatzīmē neko, ja viņš atbild, ka visi stari izskatās vienādi.



2.5. att. Testa objekts astigmātisma konstatēšanai [60]

Ar ceturto testu nosaka monokulāro redzes asumu tālumā kreisajai acij. Šo testu pacients redz tikai ar kreiso aci. Testa objekts, gaita un interpretācija ir līdzīgas attiecīgajam testam labajai acij. Ar kontroles tabulas palīdzību (skat. 2.6. att.) operators seko pacienta atbildēm un novērtē atbilžu precizitāti. Izmeklēšanas protokola sadaļā „redzes asums tālumā kreisajai acij” ar krustiņu atzīmē lauciņu, kas atbilst iegūtajam redzes asumam.

2	o o o o o	o o o o o
3	c o o o o	o o o o o
4	o o c o o	o c o o o
5	o o o o o	c o o o o
6	o c o o o	o o o o o
7	o o o o o	c o o o o
8	o o o o c	o o o o c
10	c o o o o	o c o o o
12	o o o o o	c c o o o

2.6. att. Testa objekta ekvivalents redzes asuma pārbaudei tālumā kreisajai acij [60]

Pēc redzes asuma noteikšanas kreisajai acij, ja pacients ir nosaucis 10. vai 12. rindiņu, veic hipermetropijas skrīningu šai acij. Testa gaita, interpretācija un dokumentēšana ir identiska labās acs testam.

Piektais tests paredzēts astigmātisma konstatēšanai kreisajai acij. Testa objekts, gaita, interpretācija un dokumentēšana ir identiska trešajam testam.

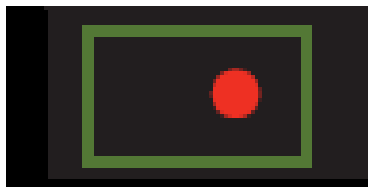
Sestais tests paredzēts redzes asuma pārbaudei tālumā binokulāri. Šo testa objektu pacients redz ar abām acīm vienlaicīgi. Testa objekts, gaita un interpretācija ir līdzīgas attiecīgajiem monokulāriem redzes asuma pārbaudes testiem. Ar kontroles tabulas palīdzību (skat. 2.7. att.) operators seko pacienta atbildēm un novērtē atbilžu precizitāti. Izmeklēšanas

protokola sadaļā „redzes asums tālumā binokulāri” ar krustiņu atzīmē lauciņu, kas atbilst iegūtajam redzes asumam.

2	o c o o o	o o o o o
3	o o o c o	o o o o o
4	c o o o o	o o o o c
5	o o o o o	c o o o o
6	o o o o c	o o c o o
7	o o c o o	o o c o o
8	o c o o o	o o o o c
10	o o o o o	o c o o o
12	o o o o c	o o o o c

2.7. att. Testa objekta ekvivalents redzes asuma pārbaudei tālumā binokulāri [60]

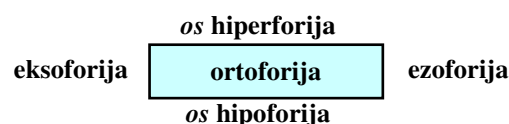
Septītais tests paredzēts heteroforiju noteikšanai tālumā, bet jāatzīmē, ka ar šo testu nevar viennozīmīgi novērtēt, vai pacientam ir latentā vai manifestā šķielēšana. Testa objekts sastāv no sarkana punkta un zaļas taisnstūra kontūras uz tumša fona (skat. 2.8. att.). Kreisās acs priekšā novērošanas kanālā automātiski tiek ievietots zaļš filtrs un tā redz tikai zaļo taisnstūri. Labās acs priekšā novērošanas kanālā automātiski tiek ievietots sarkans filtrs un tā redz tikai sarkano punktu.



2.8. att. Testa objekts heteroforijas noteikšanai. Attēlā parādīta sarkanā punkta pozīcija ortoforijas gadījumā [Pieejams: www.visiotest.it/visiotest_physiologique.htm]

Punkta novietojums attiecībā pret taisnstūri raksturo forijas virzienu un apjomu. Ortoforijas gadījumā sarkanais punkts atrodas zaļā taisnstūra robežās, bet ir nedaudz nobīdīts pa labi (skat. 2.8. att.). Punkta lielums atbilst aptuveni vienai prizmatiskajai dioptrijai. Ja punkts iziet ārpus taisnstūra robežām pa labi, pacientam ir apmēram $2 \pm 1 \Delta$ ezoforija, bet, ja punkts iziet ārpus taisnstūra robežām pa kreisi – $6 \pm 1 \Delta$ eksoforija [60].

Pacientam jautā, vai punkts atrodas taisnstūra robežās vai iziet ārpus tā. Sniegto atbildi atzīmē izmeklēšanas protokolā, iezīmējot punkta atrašanās vietu attiecībā pret taisnstūri (skat. 2.9. att.).



2.9. att. Heteroforija testa dokumentēšana un interpretācija

Astotais tests paredzēts kontrastredzes noteikšanai, skatu fiksējot tālumā. Testa objektu veido trīs optotipu rindiņas, kuru lielumi atbilst Snellena decimālajam redzes asumam: 4. rindiņa – 0,4, 6. rindiņa – 0,6 un 8. rindiņa – 0,8. Katra rindiņa sadalīta trīs optotipu grupās ar kontrastu lielumiem 0,6, 0,4 un 0,2 (skat. 2.10. att.). Fona apgaismojuma intensitāte ir 200 cd/m².

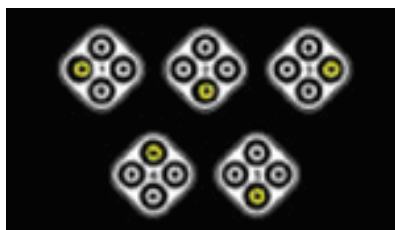
Pacients ar redzes asumu 1,0 vai 1,2 un normālu kontrastjutību var nosaukt visus optotipus, vai nenosauc tikai optotipu grupu, kura atbilst redzes asumam 0,8 un kontrastam 0,2 [60]. Ar kontroles tabulas palīdzību (skat. 2.10. att.) operators seko pacienta atbildēm un novērtē atbilžu precizitāti. Izmeklēšanas protokolā atzīmē iegūto rezultātu.

4	0,6	0,4	0,2
6	o o o o	o o o o	o o o o
8	o o o o	o o o o	o o o o
	o o o o	o o o o	o o o o

2.10. att. Testa objekta ekvivalents kontrastredzes pārbaudei tālumā. 4. rindiņa atbilst decimālajam redzes asumam 0,4, 6. rindiņa – 0,6 un 8. rindiņa – 0,8 [60]

Ar devītā testa palīdzību nosaka pacienta stereoredzes jeb telpiskās redzes sliekšni. Testa objekts ir melnie aplī, kuri ir apvienoti piecās grupās pa četriem aplīem grupā (skat. 2.11. att.). Katra grupa ir atzīmēta ar skaitli no 1 līdz 5.

Testa veikšanai labās un kreisās acs attēli ir atdalīti ar polarizētiem filtriem, kas automātiski tiek ievietoti aparāta novērošanas kanālos. Katra testa stereofīgūra ir veidota no diviem savstarpēji horizontāli nobīdītiem aplīem. Šie aplī projicējas acīs nekorespondējošos tīkļu punktos, bet smadzenēs abu acu attēli tiek savienoti, veidojot vienu kopīgu attēlu un radot telpiskuma sajūtu [60, 61].



2.11. att. Testa objekts stereoredzes sliekšņa noteikšanai. Katrā no grupām trīs aplī atrodas vienā plaknē, bet ceturtais aplis (iezīmēts ar dzeltenu krāsu) – citā plaknē

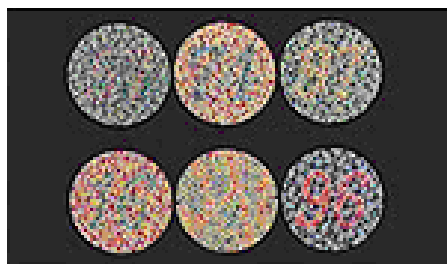
[Pieejams: www.visiotest.it/visiotest_physiologique.htm]

Pacientam jāatbild, kurš no aplīšiem katrā no grupām ir telpiski izvirzīts uz āru: kreisais, labais, augšējais vai apakšējais. Atbildi reģistrē izmeklēšanas protokolā. Stereoredzes sliekšņa lielumi ir atspoguļoti 2.3. tabulā.

Stereoredzes sliekšnis katrai apļu grupai [60]

Grupas Nr.	Stereoasums, loka sekundēs
1. grupa	400"
2. grupa	200"
3. grupa	100"
4. grupa	70"
5. grupa	50"

Ar desmito testu var noteikt vai pacienta krāsu redze atbilst standartam. Šajā testā tiek izmantotas sešas no Dr. Išiharas izstrādātām izohromatiskajām krāsu platēm (skat. 2.12. att.). Ar testa palīdzību ir iespējams noteikt vai pacientam ir izmaiņas krāsu uztverē uz sarkanās-zaļās krāsu ass.

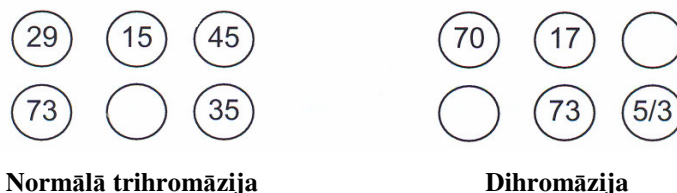


2.12. att. Testa objekts krāsu redzes pārbaudei

[Pieejams: www.visiotest.it/visiotest_physiologique.htm]

Testu veic monokulāri, jo krāsu redzes defekti, kas ir iegūti dzīves laikā, var izpausties tikai vienai acij, kā arī abu acu iesaistīšanās gadījumā bojājuma pakāpe katrai acij var atšķirties. Testu var veikt binokulāri, ja no anamnēzes ir zināms par iedzimtu dihromāziju.

Pacienti ar normālu un anormālu krāsu uztveri redzēs uz izohromatiskajām platēm atšķirīgus ciparus (skat. 2.13. att.). Iegūtos rezultātus reģistrē izmeklēšanas protokolā.



Normālā trihromāzija

Dihromāzija

2.13. att. Cipari, kurus redz pacienti ar normālu un anormālu krāsu redzi uz testa objekta [60]

Vienpadsmitais tests ir paredzēts redzes asuma noteikšanai tuvumā. Testu var veikt monokulāri vai binokulāri. Palūdz, lai pacients nosauc 12. optotipu rindiņu. Ja viņš to nespēj,

lūdz, lai nosauc nākamo horizontālo rindiņu virs iepriekšējās. Turpina tik ilgi, līdz attiecīgā rindiņa ir nosaukta pilnā apmērā. Ar kontroles tabulas palīdzību (skat. 2.14. att.) operators seko pacienta atbildēm un novērtē atbilžu precizitāti. Izmeklēšanas protokola sadaļā „redzes asums tuvumā” ar krustiņu atzīmē lauciņu, kas atbilst iegūtajam redzes asumam.

2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○
10	○	○	○	○	○
12	○	○	○	○	○

2.14. att. Testa objekta ekvivalents redzes asuma pārbaudei tuvumā [60]

Divpadsmitais tests ir paredzēts horizontālā redzes lauka lieluma noteikšanai. Redzes lauks tiek pārbaudīts ar mirgojošu oranžās krāsas diožu palīdzību (skat. 2.15. A att.), kurus pacients redz apmēram 1° leņķī. Pārbaudi veic katrai acij atsevišķi. Ja pacients lieto brilles, testu būtu labāk veikt bez tām, jo briļļu ietvars var ierobežot redzes lauku [60].

Kā fiksācijas objekts tiek lietots sarkans punkts uz melna fona (skat. 2.15. B att.). Pacients redz šo punktu ar abām acīm, skatoties iekārtas pa augšējiem lodziņiem (primārā skata pozīcijā). Lūdz, lai pacients fiksē skatu uz sarkano punktu, kā arī nekustina galvu un acis testa laikā un saka „pa labi” vai „pa kreisi”, kad pamanīs mirgojošās gaismiņas. Operators spiež vienu pēc otras taustiņus ar uzrakstiem 100°, 90°, 80°, 70°, 60° un beigās taustiņu ar uzrakstu *N* (skat. 2.2. att.). Ar taustiņu *N* novērtē tīklenes jutību nazālajā redzes lauka daļā. Pacientam ir jāatbild 5 sekunžu laikā. Rezultātus reģistrē izmeklēšanas protokolā.



A



B

2.15. att. A – gaismas diožu novietojums horizontālā redzes lauka lieluma noteikšanai. B – testa objekts skata fiksācijai izmeklēšanas laikā [Pieejams: www.visiotest.it/visiotest_physiologique.htm]

Universālais autorefraktometrs *TOMEY TR-4000* (skat. 2.16. att.) ir iekārta objektīvās refrakcijas noteikšanai. Aparāts mērījumus veic infrasarkanajā gaismā. Lai veiktu mērījumu, operatoram jāmaina projicētā infrasarkanā mērķa vergence, fokusējot attēlu uz pacienta tīklenes. Iekārta automātiski aprēķina acs refrakcijas lielumu, reģistrējot no tīklenes atstaroto staru vergenci [62, 63].



2.16. att. Autorefraktometrs *TOMEY TR-4000*

[Pieejams: <http://www.bon.de/tomey-tr4000-autorefractor-p-506.html?language=en>]

Uzliekot zodu uz zoda balsta un piespiežot pieri pie pieres atbalsta, mērījuma laikā pacienta galva atrodas fiksētā stāvoklī (skat. 2.17. A att.). Pacients skatās aparāta iekšpusē uz redzamajā gaismā projicētu fiksācijas objektu (skat. 2.17. B att.). Pacientam redzamu fiksācijas objektu lieto, lai nodrošinātu stabilu skata fiksāciju un adekvātu akomodācijas atslābināšanos. Pretējā gadījumā akomodācija tiektos iegūt fizioloģiskā miera stāvokli. Papildus, proksimālās akomodācijas atslēgšanai, autorefraktometrā tiek pielietota speciāla automātiska sistēma *AUTO FOGGING*. Šī sistēma nodrošina fiksācijas objektam maināmu vergenci: atslābinoties akomodācijai fiksācijas objekta vergence samazinās (objekts šķietami attālinās), tādēļ vienmēr tiek saglabāts papildus stimulants akomodācijas atslābināšanai [62, 63].



A

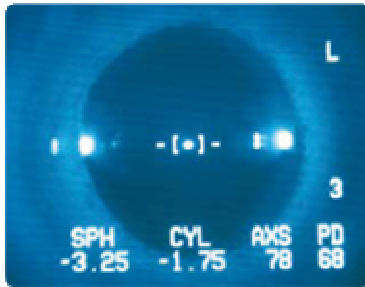


B

2.17. att. **A** – princips pacienta galvas fiksācijai veicot mērījumus ar autorefraktometru: zods ir uzlikts uz zoda balsta un piere ir piespiesta pie pieres atbalsta. **B** – fiksācijas objekts pacienta skata fiksācijai *TOMEY TR-4000* aparātā

[Pieejams: <http://www.1stretinalscreen.com/servicesadditional.asp>,
<http://www.ocusys.com.mx/tomeyfolletospdf/TR-4000.pdf>]

Operators centrē tēmēšanas mērķi precīzi pacienta acs zīlītes centrā un veic mērījumus labajai un tad kreisajai acij. Mērīšanas rezultāti tiek apstrādāti ar speciālu statistisko programmu un jau mērīšanas laikā tie parādās uz autorefraktometra ekrāna (skat. 2.18. A att.). Aparāts paredz iespēju iegūtos rezultātus izdrukāt (skat. 2.18. B att.).



A

DATE :			
ID : 0001			
NAME :		
	SPH	CYL	AXS
<R>	-5.00	-0.75	15
	-5.00	-0.75	12
*	-5.00	-0.50	18
<L>	-3.75	-1.75	176
	-5.00	-1.75	175
*	-4.00	-1.50	175
	PD = 66mm		
	TOMEY		

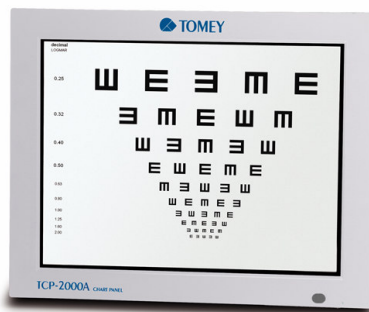
B

2.18. att. Mērīšanas rezultātu reprezentācija. **A** – kreisās acs mērījuma rezultāts uz *TOMEY TR-4000 CRT* ekrāna. Veicot mērījumu, operators centrē tēmēšanas mērķi pacienta acs zīlītes centrā. **B** – autorefraktometra izdruka ar izmeklējamās personas refrakcijas datiem

[Pieejams: http://belroserefracting.3dcartstores.com/Tomey-TR-4000-Autorefractor_p_16.html, 62]

Ar autorefraktometru *TOMEY TR-4000* var noteikt sfērisku refrakciju diapazonā no +20,00 D līdz -20,00 D un astigmātisku refrakciju diapazonā no +8,00 D līdz -8,00 D ar soļi 0,25 D. Cilindru asu mērījumi notiek diapazonā no 0° līdz 180° ar soli 1°. Mērīšanas laiks ir 0,3 sek. Papildus aparāts nosaka starpzīlīšu attālumu diapazonā no 50 mm līdz 86 mm ar soli 1 mm [62].

TOMEY TCP-2000A – Chart Panel ir datorizēts 19" LCD zīmju panelis (skat. 2.19. att.), kurā ieinstalēti vairāki testi redzes funkciju noteikšanai tālumā un tuvumā. Izmeklēšanas laikā zīmju panelim jābūt novietotam perpendikulāri pacienta skata līnijai. Redzes asuma pārbaudi tālumā var veikt attālumā no 2 līdz 7 metriem, izvēloties redzes asuma skalu, kas ir kalibrēta attiecīgajam attālumam [64].



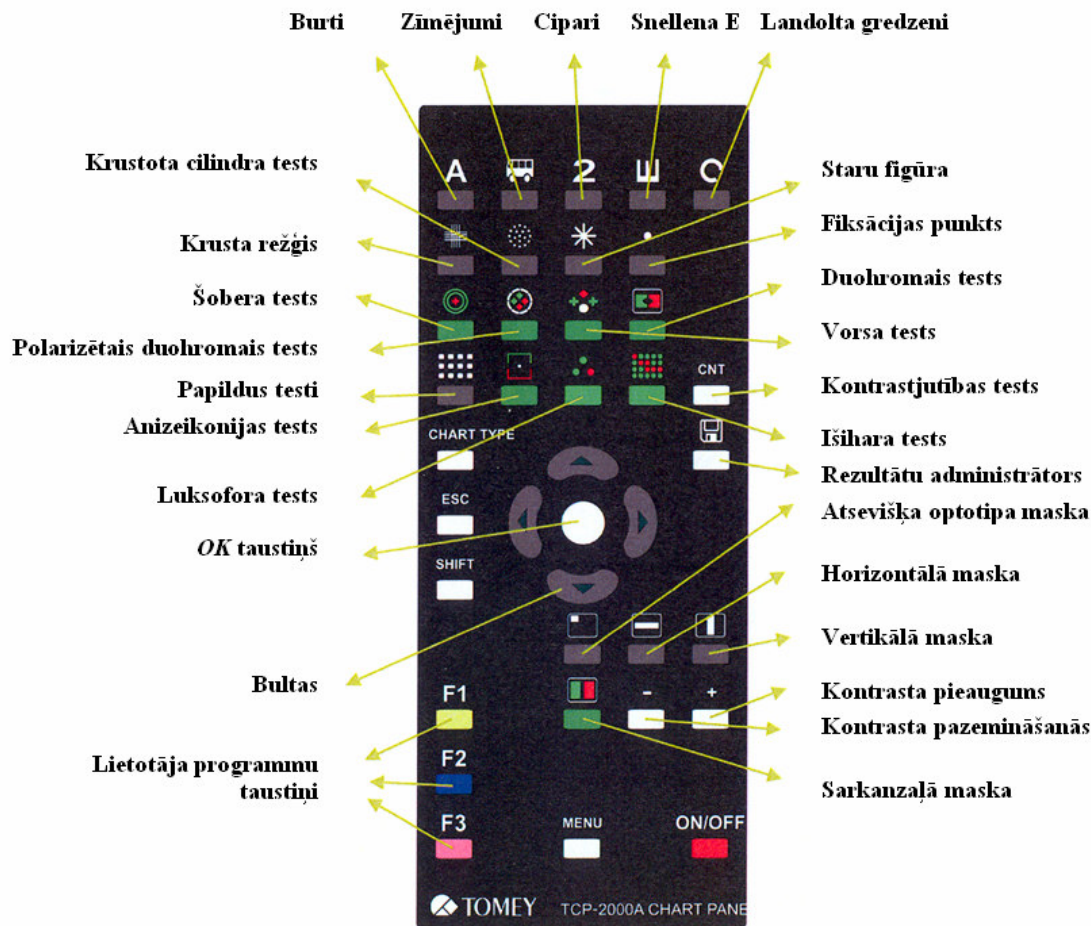
2.19. att. *TOMEY TCP-2000A* datorizēts LCD zīmju panelis [Pieejams: http://orvosimuszerek.hu/en/spd/240-013/TOMEY_TCP2000A_Vizuspanel]

Visas zīmju paneļa funkcijas ir kontrolētas ar tālvadības pultī (skat. 2.20. att.), kur signāla pārraide notiek ar infrasarkanās gaismas palīdzību. Pieejamie testi apkopoti 2.4. tabulā. Pilns *TOMEY TCP-2000A* pieejamo testu saraksts ir apkopots 6. pielikumā.

2.4. tabula

***TOMEY TCP-2000A* pieejamās redzes asuma tabulas un testi**

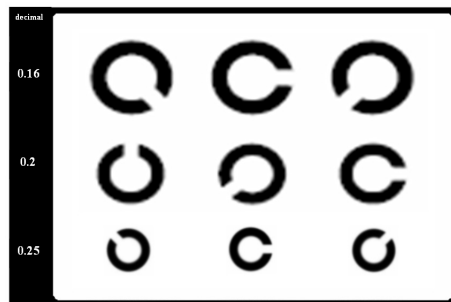
Testu veids	Pieejamie testi
Standarta redzes asuma testi	Snellena E, Landolta gredzeni, burti, cipari, zīmējumi bērniem
Krāsu redzes testi	Išihara tests, 100 HUE tests
Sarkanzaļie testi	Šobera tests, Vorsa tests, duohromais tests, polarizētais duohromais tests, anizeikonijas tests (vertikālais un horizontālais), fiksācijas disparitātes tests
Testi personām ar pazeminātu redzes asumu	ETDRS tests, Crowding Bars, AMD optotipi (nosaka redzes asumu zem 0,0125), Amslera tīkls
Kontrastredzes testi	Kontrastjutības tests, kontrasta regulēšana (<i>Contrast-Adjustment</i>)
Testi bērniem	HOTV, plaukstas, zīmējumi, animācijas
Papildus testi	Testi pacientiem ar dzirdes/runas traucējumiem, video pacientu izglītošanai, 3D attēli, SIRDS



2.20. att. TOMEY TCP-2000A zīmju paneļa infrasarkanā tālvadības pults [64]

Pirms uzsākt darbu zīmju projektoris tika nokalibrēts 3 m darba attālumam, kas izslēgtu neprecizitātes, nosakot bērnu redzes asumu tālumā.

Redzes asuma noteikšanai tika izmantota Snellena tipa tabula ar optotipu veidu – Landolta gredzeni un Snellena decimālajām redzes asuma vienībām (skat. 2.21. att.). Ar doto tabulu ir iespējams noteikt redzes asumu diapazonā no 0,05 līdz 2,0. Noteica nekoriģēto, labāko koriģēto, kā arī redzes asumu ar pētījuma dalībnieka esošo korekciju (ja tāda ir bijusi). Par bērna redzes asumu tika pieņemta rindiņa, kura bija nosaukta pilnā apjomā. Iegūtie rezultāti tika reģistrēti *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītēs: „komentāri”, blakus attiecīgajām sadaļām „redzes asums tālumā labajai acij”, „redzes asums tālumā kreisajai acij” un „redzes asums tālumā binokulāri”.



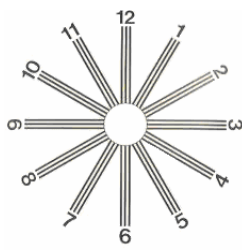
2.21. att. Snellena tipa tabula ar optotipu veidu – Landolta gredzeni un Snellena decimālajām redzes asuma vienībām [64]

Ja pētījuma dalībnieka nekoriģētais monokulārais redzes asums bija 1,0 un augstāks, testa objekts tika izmantots hipermetropijas skrīningam. Testa gaita un interpretācija ir identiska attiecīgajiem testiem labajai un kreisajai acij, kas ir apskatīti 2.2.1. nodaļā. Testa rezultāti tika reģistrēti *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītēs: „komentāri”, blakus attiecīgajām sadaļām „hipermetropijas skrīnings labajai acij” un „hipermetropijas skrīnings kreisajai acij”.

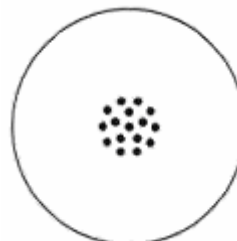
Papildus, testa objekts tika lietots sfēriskās korekcijas precizēšanai ar +0,25 D lēcu. Tests ļauj pārliecināties, ka pēc subjektīvās korekcijas noteikšanas pacienta akomodācija ir maksimāli atslābināta. Ja nosacījums izpildās, tad esošajai korekcijai priekšā pieliekot papildus +0,25 D stipru lēcu, redzes asums pazemināsies. Ja redzes asuma pazemināšanos nenovēro, tas liecina par nepilnīgi koriģētu hipermetropiju vai pārkoriģētu miopisko refrakciju [61].

Astigmātisma konstatēšanai tika izmantota staru figūra (skat. 2.22. A att.), bet precizēšanai – testa objekts darbam ar krustoto cilindru (skat. 2.22. B att.). Abus testus veic monokulāri. Sāk ar staru figūras testu. Bērnā acs priekšā liek pozitīvu optisko apmieglojumu, kas bija vienāds ar aptuveni pusi no prognozējamā cilindra lieluma (ja iegūtais redzes asums ar sfēriskās ametropijas korekciju bija 0,8 vai vairāk, tika lietota +0,75 D apmieglojošā lēca; ja redzes asums bija zemāks, lietota stiprāka apmieglojošā lēca [61]). Tad bērnam jautāts, kuri no staru figūras divpadsmit stariem ir melnāki, tumšāki. *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītēs „komentāri” blakus attiecīgajām sadaļām „astigmātisms labajai acij” un „astigmātisms kreisajai acij” tika atzīmēts, kurus no stariem pētījuma dalībnieks redzēja tumšākus, vai neatzīmēja neko, ja bērns atbildēja, ka visi stari izskatās vienādi.

Ja tests uzrādīja pozitīvu testa rezultātu, darbu ar staru figūru turpināja un ar subjektīvās korekcijas metodēm atrada aptuveno astigmātisma ass virzienu un stiprumu. Pēc tam esošo astigmātisko korekciju precizēja ar krustoto cilindru, bērnam skatu fiksējot uz testa objekta, kas ir paredzēts darbam ar krustoto cilindru.



A



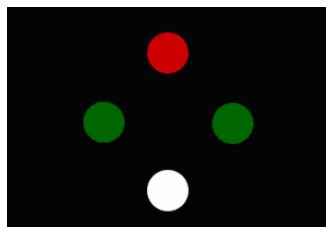
B

2.22. att. Astigmātisma testi. A – staru figūra astigmātisma konstatēšanai. B – testa objekts astigmātisma precizēšanai darbam ar krustoto cilindru

[Pieejams: <http://itemgroup.info/index.php?tp=16fda76f1b1e6177>,
<http://www.btv.co.th/?lang=en&main=technology&sub=bvax>]

Pētījuma dalībnieku redzes rakstura novērtēšanai tika izmantots Vorsa tests. Testa objektu veido divas zaļas, viena sarkana un viena balta figūra (skat. 2.23. att.). Abu acu attēlu atdalīšanai tiek lietotas sarkanzaļās brilles. Balta figūra ir kopīgais objekts abām acīm, kas stimulē fūzijas darbību. Ar vienu aci bērns redzēja divus zaļus un vienu baltu elementu, ar otro aci – vienu sarkanu un vienu baltu elementu.

Bērnam tika jautāts, cik elementus viņš redz un kādas krāsas tie ir. Binokulāras redzes gadījumā pacients redz figūru, kas sastāv no četriem elementiem (skat. 2.23. att.). Monokulāras redzes gadījumā redz vai nu tikai divus sarkanus, vai nu tikai trīs zaļus elementus. Monokulāri alternējošas redzes gadījumā pacients pārmaiņus redz vai nu divus sarkanus, vai nu trīs zaļus elementus. Vienlaicīgas redzes gadījumā pacients redz piecus elementus – divus sarkanus un trīs zaļus, un elementu grupas ir nobīdītas viena attiecībā pret otru virzienā un attālumā, kas ir atkarīgs no dubultošanās virziena un apjoma [61]. Testa rezultāts tika reģistrēts *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītē: „komentāri”, blakus sadaļai „stereoredze tālumā”.



2.23. att. Testa objekts redzes rakstura noteikšanai. Vorsa tests

[Pieejams <http://www.medrounds.org/ophthalmology-pearls/2010/02/smartphones-in-ophthalmology-potential.html>]

Heteroforijas noteikšanai tālumā tika izvēlēts Šobera tests, jo pēc savas būtības tas vistuvāk atbilst *ESSILOR ERGOVISION* iekārtā pielietotajam testam heteroforijas noteikšanai. Biežāk Šobera testu pielieto redzes rakstura novērtēšanai un ambliopās acs

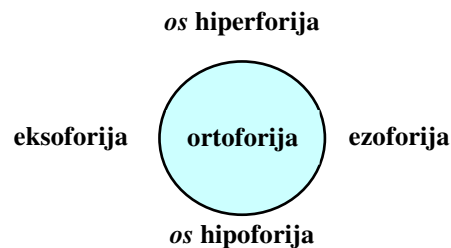
supresijas konstatēšanai [61, 65]. Ja Šobera testu lieto heteroforijas noteikšanai, tad jāatzīmē, ka ar šo testu nevar novērtēt, vai pacientam ir latentā vai manifestā šķielēšana.

Testa objekts sastāv no sarkana krusta un diviem zaļās krāsas apliem uz tumša fona (skat. 2.24. att.). Abu acu attēlu atdalīšanai tiek lietotas sarkanzaļās brilles. Rezultātā viena acs redz tikai sarkano krustu, bet otrā – tikai zaļus apļus.



2.24. att. Testa objekts heteroforijas noteikšanai – Šobera tests. Attēlā parādīta sarkanā krusta pozīcija ortoforijas gadījumā [Pieejams <http://www.lea-test.fi/en/assessme/stpeter/index.html>]

Krusta novietojums attiecībā pret apliem raksturo heteroforijas virzienu un apjomu. Ortoforijas gadījumā sarkanais krusts atrodas zaļo aplu vidū (skat. 2.24. att.), bet heteroforiju gadījumā – ir nobīdīts sānis, uz leju vai uz augšu no tiem. Pētījuma dalībniekam tika jautāts, vai krusts atrodas aplu vidū vai arī ir nobīdīts uz kādu no pusēm (skat. 2.25. att.). Ar prizmu palīdzību pārvietojot krustu aplu centrā, var kvantitatīvi novērtēt forijas lielumu. Rezultāts tika reģistrēts *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītē: „komentāri”, blakus sadaļai „heteroforija tālumā”.

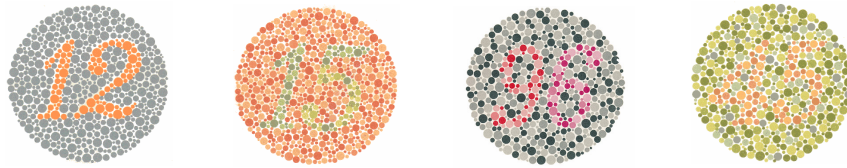


2.25. att. Šobera testa interpretācija, ja sarkanās krāsas filtrs atrodas labās acs priekšā

Krāsu redzes pārbaudei tika izmantotas Išiharas izohromatiskās krāsu plates (skat. 2.26. att.). *TOMEY TCP-2000A* ir instalēta testa versija no 24 platēm. Testu veica monokulāri bez korekcijas, ja pētījuma dalībnieka redzes asums bija 1,0 un augstāks, vai ar atbilstošu optisko korekciju, ja redzes asums tālumā bija pazemināts. Līdzīgi, kā ar *ESSILOR ERGOVISION* iekārtā pielietoto krāsu redzes testu, ar Išiharas testa palīdzību ir iespējams noteikt tikai zaļās-sarkanās krāsas uztveres traucējumus. Tests nav paredzēts, lai atšķirtu dihomāziju no anomālās trihomāzijas. Tāpat nav iespējams noteikt, vai izmaiņas ir L vai M tipa vālītēs [1].

Pacienti ar normālu un anormālu krāsu uztveri redz uz izohromatiskajām platēm atšķirīgus ciparus. Testu interpretē kā normālu krāsu redzi vai ahromatopsiju. Iegūtie rezultāti

tika reģistrēti *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītē: „komentāri”, blakus sadaļai „krāsu redze tālumā”. Ja pacientam, izpildot Išiharas testu, iegūtais rezultāts ir ahromatopsija, tad, lai precīzi noteiktu krāsu redzes defekta veidu, ir rekomendēts papildus izpildīt *100 HUE* testu, kas ir pieejams zīmju panelī. Dotajā pētījumā iesaistītajiem bērniem, kuriem Išiharas testā tika konstatēta ahromatopsija, šis tests netika veikts.



2.26. att. Dažas no Išiharas testa izohromatiskajām platēm, kas ir lietotas *TOMEY TCP-2000A* zīmju projektorā [Pieejams: http://www.tomey.de/images/stories/tomey-pdf/tcp2000_pros.pdf]

Pētījuma dalībnieku kontrastjutības sliekšņa noteikšanai tika izmantots zīmju panelī pieejamais kontrastjutības tests. Testa objektus veido aplī ar sinusoidāliem režģiem iekšpusē. Izmeklēšanas laikā tiek demonstrēti pieci dažādu telpisko frekvenču režģi, katrs no tiem ar astoņiem dažādiem kontrastjutības līmeņiem (skat. 2.5. tab.).

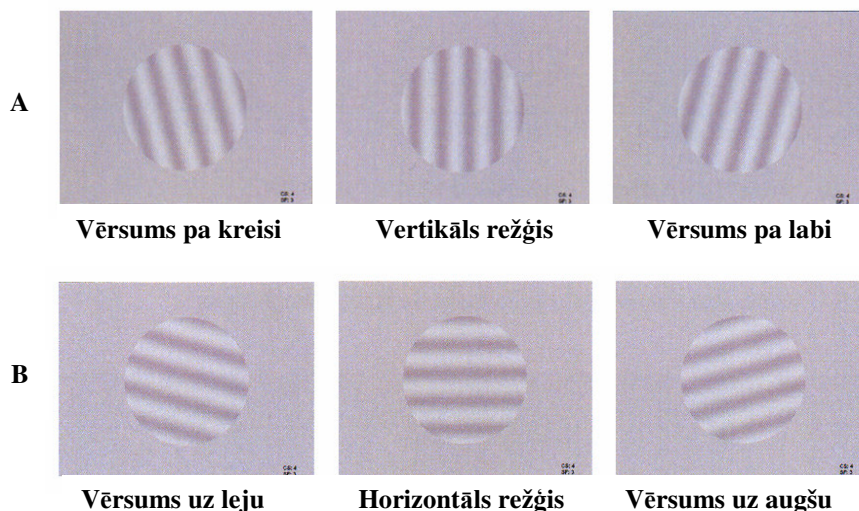
2.5. tabula

Sinusoidālo režģu kontrastjutības vērtības pie astoņiem dažādiem kontrastiem

Līnija	Telpiskā frekvence (ciklī/grādā)	Kontrastjutība							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	1,5	4	7	12	20	35	70	120	170
B	3	4	9	15	24	44	85	170	220
C	6	5	11	21	45	70	125	185	260
D	12	5	8	15	323	55	88	125	170
E	18	4	7	10	15	26	40	65	90

Līnijas A, B ... E, atbilst vertikālām līnijām uz kontrastjutības sliekšņa ziņojuma pie attiecīgas sinusoidālā režģa frekvences (skat. 2.28. att.) [64]

Režģa orientācija randomizēti rotē no vertikālās vai horizontālās pozīcijas pa 15° pulksteņrādītājā virzienā vai pretī tam (skat. 2.27. A un 2.27. B att.). Ir iespējamas divas testa versijas: ar pa vertikāli orientētiem režģiem un pa horizontāli orientētiem režģiem. Testu veica binokulāri bez korekcijas, ja pētījuma dalībnieka redzes asums bija 1,0 un augstāks, vai ar atbilstošu optisko korekciju, ja redzes asums tālumā bija pazemināts.

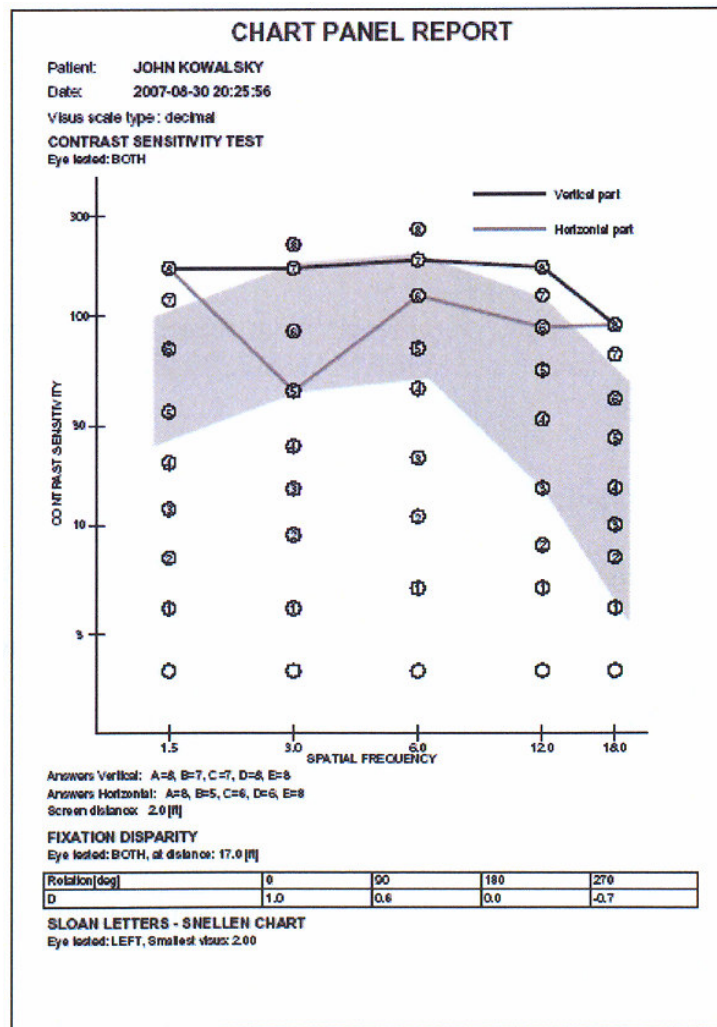


2.27. att. Kontrastjutības testa divas versijas un seši iespējamie režģu vērsumi. A – vertikālā režģu orientācija. B – horizontālā režģu orientācija. Režģa orientācija rotē no vertikālās vai horizontālās pozīcijas pa 15° pulksteņrādītāja virzienā vai pretī tam [64]

Vertikālajā testa versijā pētījuma dalībniekam bija jāpasaka, vai režģa vērsums iet pa labi vai pa kreisi no vertikāles (skat. 2.27. A att.). Novērotājs, balstoties uz personas atbildēm, uz tālvadības pulsts spieda bultiņas „uz augšu” vai „uz leju”, ja bērns atbildēja, ka režģa vērsums ir vertikāls; bultiņu „pa kreisi”, ja atbildēja, ka režģa vērsums iet pa kreisi, vai bultiņu „pa labi”, ja bērns atbildēja, ka režģa vērsums iet pa labi. Ja bērns ziņoja, ka neredz, kāds ir režģa vērsums, tad novērotājs spieda taustiņu „OK” (skat. 2.20. att.) [64].

Horizontālajā testa versijā pētījuma dalībniekam bija jāpasaka, vai režģa vērsums iet uz augšu vai uz leju no horizontāles (skat. 2.27. B att.). Novērotājs, balstoties uz bērna atbildēm, uz tālvadības pulsts spieda bultiņas „pa kreisi” vai „pa labi”, ja bērns atbildēja, ka režģa vērsums ir horizontāls; bultiņu „uz augšu”, ja atbildēja, ka režģa vērsums iet uz augšu, vai bultiņu „uz leju”, ja bērns atbildēja, ka režģa vērsums iet uz leju. Ja bērns ziņoja, ka neredz, kāds ir režģa vērsums, tad novērotājs spieda taustiņu „OK” (skat. 2.20. att.) [64].

Iegūt ziņojumu par pacienta kontrastjutību katrā no testa versijām ir iespējams, spiežot uz tālvadības pulsts taustiņu „OK”, pēc attiecīgās testa versijas beigām. Rezultātā iegūst kontrastjutības līkni. Ja pacienta kontrastjutības līkne atrodas pelēkās platās joslas intervālā, tad pieņem, ka viņam ir normāla kontrastjutība. Iegūtā līkne ļauj novērtēt, vai kontrastjutība ir samazināta visām telpiskām frekvencēm, vai tikai daļai no tām (skat. 2.28. att.). Iegūtie rezultāti tika reģistrēti *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītē: „komentāri”, blakus sadaļai „kontrastredze tālumā binokulāri”.



2.28. att. Kontrastjutības testa rezultātu reprezentācija. Attēlā parādītas kontrastjutības līknes, kuras iegūtas pacientam, izpildot vertikālo un horizontālo testa versijas [64]

2.2.4. ESSILOR OPTOPROX

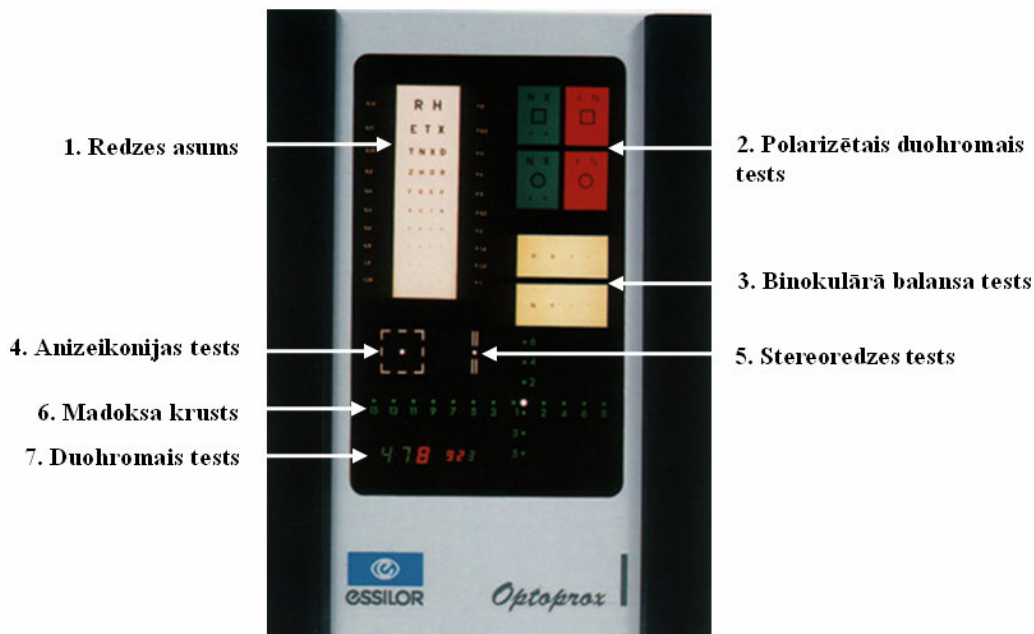
ESSILOR OPTOPROX ir iekārta redzes funkciju noteikšanai tuvumā. Aparāts dod iespēju izpildīt 7 dažādus testus (skat. 2.29. att.). Ar speciālu testu izvēles slēdzi secīgi pārslēdz aplūkojamus testus, izgaismojot tos. Visu redzes funkciju pārbaude notiek 33 cm attālumā, pacientam turot aparātu rokās [66].

Standarta optometriskās redzes pārbaudes laikā tika izmantoti sekojošie *ESSILOR OPTOPROX* testa objekti:

1. Tests redzes asuma pārbaudei. Testa objekts veidots pēc standarta Snellena redzes asuma tabulas principiem ar optotipu veidu – burtiem un Snellena decimālajām redzes asuma vienībām (skat. 2.29. att.). Optotipi sakārtoti rindīnās, kuru lielums atbilst decimālajam redzes asumam no 0,1 līdz 1,25. Noteica nekoriģēto, labāko koriģēto un redzes asumu ar bērna esošo korekciju (ja tāda ir bijusi). Par pētījuma dalībnieka redzes asumu tika pieņemta rindīņa, kura

bija nosaukta pilnā apjomā. Iegūtie rezultāti tika reģistrēti *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītē: „komentāri”, blakus sadaļai „redzes asums tuvumā binokulāri”.

2. Stereoredzes tests. Testa objektu veido četras vertikālas svītriņas ar punktu pa vidu (skat. 2.29. att.). Ar doto testu stereoredzi var novērtēt kvalitatīvi. Abu acu attēlu atdalīšanai lieto brilles ar polarizētiem filtriem: viena acs redz testa svītriņas kreisajā pusē, bet otra – labajā. Punkts ir kopīgais objekts abām acīm, kas stimulē fūzijas darbību. Lai polarizācijas asis testam un brillēm perfekti sakristu, testu liek precīzi perpendikulāri pacienta skata līnijai. Pacientam jautā, cik svītriņu viņš redz, cik punkti ir saskatāmi, kur punkts ir novietots un vai rodas telpiskuma sajūta. Par stereoredzi liecina, virs testa plaknes. Ja pacients redz četras svītriņas ar punktu pa vidu vai divas svītriņas ar punktu pa vidu, bet telpiskuma sajūta neveidojas, tad ar šo metodi stereoredzi novērtēt nevar. Ja pacients redz divas svītriņas un punktu, kas ir nobīdīts pa labi vai pa kreisi no svītriņām un telpiskuma sajūta neveidojas, tad viņam ir monokulāra redze un, attiecīgi, nav stereoredzes. Iegūtie rezultāti tika reģistrēti *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītē: „komentāri”, blakus sadaļai „stereoredze tālumā”.



2.29. att. *ESSILOR OPTOPROX* iekārta ar iespējamajiem 7 testu objektiem [Pieejams:

<http://www.essilor.pl/?pageid=114&lang=pl>]

Ar Titmuss testa palīdzību nosaka pacienta stereoredzes sliekšni (skat. 2.30. att.). Testa veikšanai, labās un kreisās acs attēlu atdalīšanai, ir nepieciešamas brilles ar polarizētiem filtriem. Lai polarizācijas asis testam un brillēm perfekti sakristu, testu liek precīzi perpendikulāri pacienta skata līnijai. Testu veic 40 cm attālumā, tad novērtētais stereoredzes sliekšnis ir vienāds ar 3000" [67], ja pacients telpiski redz tikai mušas spārnus, 400", ja telpiski redz vienu no dzīvniekiem A rindā, 200" – B rindā un 100" – C rindā [68].



2.30. att. Titmuss tests [Pieejams: http://ep.yimg.com/ca/I/western-ophthalmics_2154_19803258]

Smalkāko stereoredzes asumu ir iespējams noteikt ar apliem, kuri ir apvienoti deviņās grupās pa četriem apliem grupā. Katra grupa ir atzīmēta ar skaitli no 1 līdz 9. Pētījuma dalībniekam bija jāatbild, kurš no aplīšiem katrā no grupām ir telpiski izvirzīts uz āru: kreisais, labais, augšējais vai apakšējais. Stereoredzes sliekšņa lielumi aplū grupām un telpiski izvirzīta aplīša novietojums ir atspoguļoti 2.6. tabulā. Bērna stereoredzes sliekšņa lielums tika reģistrēts *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā ailītē: „komentāri”, blakus sadaļai „stereoredze tālumā”.

Stereoredzes sliekšnis katrai apļu grupai un telpiski izvirzīta aplīša novietojums [68]

Grupas Nr.	Telpiski izvirzīta aplīša novietojums	Stereoasums, loka sekundēs
1. grupa	uz leju	800"
2. grupa	pa kreisi	400"
3. grupa	uz leju	200"
4. grupa	uz augšu	140"
5. grupa	uz augšu	100"
6. grupa	pa kreisi	80"
7. grupa	pa labi	60"
8. grupa	pa kreisi	50"
9. grupa	pa labi	40"

2.3. Pētījuma gaita*2.3.1. Pirmā pētījuma daļa*

Pētījuma pirmajā daļā sākumā redzes pārbaude tika veikta ar speciālo skrīninga iekārtu *ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest*. Pirmkārt, katram pētījumā iesaistītajam dalībniekam tika aizpildīta *ESSILOR ERGOVISION* standartizētā protokola pases daļa (skat. 5. pielikumu). Tika atzīmēts testēšanas datums, dalībnieka vārds, uzvārds, dzimšanas gads un dzimums. Tika noskaidrots, vai bērnam jau ir optiskā korekcija un vai tā ir līdzī. Ja optiskās korekcijas līdzeklis ir bijušas brilles, to stiprumi tika nomērīti ar diopmetru *SHIN-NIPPON LM-15C*, ar kura palīdzību var nomērīt sfēru un cilindru ar soli 0,25 D, diapazonā no +25,00 D līdz -25,00 D [69]. Stiprumi tika reģistrēti protokola pases daļas attiecīgajā ailītē. Ja pētījuma dalībnieka optiskās korekcijas līdzeklis ir bijušas kontaktlēcas, to stiprumi tika reģistrēti no viņa vārdiem.

Bērni, kuriem jau iepriekš tika konstatētas refrakcijas anomālijas un izrakstīta atbilstoša redzes korekcija, mērījumos ar *ESSILOR ERGOVISION* piedalījušies ar savu esošo korekciju vai bez tās, ja korekcijas nebija līdzī. Lai sāktu mērījumu ar skrīninga iekārtu, bērnam bija jāapsēžas pie aparāta un jāpiespiež pierē pie pieres atbalsta. Bērnam skatoties pa augšējiem iekārtas lodziņiem (primārā skata pozīcija), tika veikti pirmie 10 testi:

1. akomodācijas atslābināšanas tests;
2. monokulārā redzes asuma noteikšana tālumā labajai acij un hipermetropijas skrīnings labajai acij, ja bērns testa izpildes laikā nosauca 10. vai 12. rindiņu;

3. astigmātisma konstatēšana labajai acij;
4. monokulārā redzes asuma noteikšana tālumā kreisajai acij un hipermetropijas skrīnings kreisajai acij, ja bērns testa izpildes laikā nosauca 10. vai 12. rindiņu;
5. astigmātisma konstatēšana labajai acij;
6. redzes asuma pārbaude tālumā binokulāri;
7. heteroforijas novērtēšana tālumā;
8. kontrastredzes novērtēšana tālumā;
9. stereoredzes jeb telpiskās redzes sliekšņa noteikšana tālumā;
10. krāsu redzes novērtēšana tālumā.

Tad skatoties pa apakšējiem lodziņiem (skats 30° uz leju no primārās skata pozīcijas) tika veikts 11. tests – redzes asuma noteikšana tuvumā. Un atkal bērnam skatoties pa augšējiem iekārtas lodziņiem, tika veikts 12. tests – horizontālā redzes lauka lieluma noteikšana.

Visu testu izpildes laikā operators sekoja bērnu atbildēm un izmeklēšanas protokolā atbilstošajās ailītēs reģistrēja iegūtos rezultātus. Šāda redzes funkciju pārbaude vienam bērnam prasīja vidēji 10 minūtes laika.

Turpinājumā tiem pašiem bērniem redzes pārbaude tika veikta arī ar standarta optometrisko pārbaudi. Pirmkārt, tika veikta objektīvās refrakcijas noteikšana ar autorefraktometru *TOMEY TR-4000*. Bērnam bija jāapsēžas pie aparāta, jāuzliek zodu uz zoda balsta un jāpiespiež pieri pie pieres atbalsta. Bērns tika instruēts turēt abas acis vaļā, skatīties aparāta iekšpusē un fiksēt skatu uz aparātā redzamo fiksācijas objektu. Tika veikti trīs secīgi refrakcijas mērījumi katrai acij. Izdruka ar bērna refrakciju tika ielīmēta *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā pases daļā ailītē „komentāri”.

Tālāk sekoja standarta optometriskā redzes pārbaude, kuras laikā tika noteikta pētījuma dalībnieku subjektīvā refrakcija un novērtētas redzes funkcijas tālumā un tuvumā. Bērnam tika uzlikts universālais proves rāmis (*ESSILOR*), nepieciešamie testa objekti redzes funkciju novērtēšanai tālumā tika projicēti ar datorizētā *LCD* zīmju paneļa *TOMEY TCP-2000A – Chart Panel* palīdzību, refrakcijas korekcijai tika lietotas lēcas no pārnēsājamā proves lēcu komplekta (*ESSILOR*). Tika veikti sekojošie testi:

1. monokulārā redzes asuma noteikšana tālumā labajai acij bez korekcijas vai ar esošo korekciju, ja bērnam tāda ir bijusi līdzī;
2. hipermetropijas skrīnings labajai acij, ja bērna nekorrigētais redzes asums bija 1,0 un augstāks;
3. labākās sfēriskās korekcijas noteikšana labajai acij;

4. astigmātisma tests labajai acij ar staru figūru, pielietojot nepieciešamo pozitīvo optisko apmieglojumu un astigmātiskās komponentes precizēšana ar krustoto cilindru, ja testa laikā pētījuma dalībniekam tika konstatēts astigmātisms;
5. refrakcijas sfēriskās komponentes precizēšana labajai acij, izmantojot +0,25 D lēcas testu;
6. redzes asuma un subjektīvās refrakcijas noteikšana kreisajai acij analogi kā tas tika noteikts labajai acij (skat. 1. – 5. punktu);
7. binokulārā redzes asuma noteikšana tālumā bez korekcijas vai ar esošo korekciju, ja bērnam tāda ir bijusi līdzī, kā arī ar labāko sfero-cilindrisko korekciju;
8. heteroforijas novērtēšana tālumā ar Šobera testu;
9. redzes rakstura novērtēšana tālumā ar Vorsa testu;
10. kontrastredzes novērtēšana tālumā. Sākumā tests tika veikts katram pētījuma dalībniekam, bet pēc provizorisko rezultātu iegūšanas, tika veikts tikai tiem bērniem, kuriem tika konstatēta pazemināta kontrastredze vai testu nevarēja izpildīt ar *ESSILOR ERGOVISION* iekārtu. Tests tika veikts monokulāri bez korekcijas, ja bērns bija emetrops, vai ar labāko sfero-cilindrisko korekciju, ja viņa redzes asums tālumā bija pazemināts;
11. krāsu redze tālumā. Sākumā tests tika veikts katram pētījuma dalībniekam, bet pēc provizorisko rezultātu iegūšanas, tika veikts tikai tiem bērniem, kuriem tika konstatēta ahromatopsija vai testu nevarēja izpildīt ar *ESSILOR ERGOVISION* aparatūru. Tests tika veikts monokulāri bez korekcijas, ja bērns bija emetrops, vai ar labāko sfero-cilindrisko korekciju, ja viņa redzes asums tālumā bija pazemināts.

Pēc tam tika noteiktas bērnu redzes funkcijas tuvumā:

1. binokulārais redzes asums tuvumā ar *ESSILOR OPTOPROX* iekārtu. Tests tika veikts bez korekcijas vai ar esošo korekciju, ja bērnam tāda ir bijusi līdzī, kā arī ar piemeklēto labāko sfero-cilindrisko korekciju. Ja standarta optometriskās pārbaudes laikā pētījuma dalībniekam bija konstatēts pazemināts koriģētais redzes asums tālumā vienai vai abām acīm, tests tika veikts monokulāri;
2. negatīvās relatīvās akomodācijas noteikšana. Mērījums tika veikts 33 cm attālumā bērnam esot ar piemeklēto labāko sfero-cilindrisko korekciju. Bērns tika instruēts skatīties uz redzes asuma skalas *ESSILOR OPTOPROX* optotipiem, kas ir vienu rindiņu lielāki nekā redz sliktāk redzošā acs, un censties saglabāt attēlu skaidru. Binokulāri papildus korekcijas lēcām tika liktas vienāda stipruma pozitīvas lēcas ar pieaugošu stiprumu. Lielākais lēcu stiprums, ar kuru bija iespējama skaidra redze, tika interpretēts kā relatīvās akomodācijas negatīvā rezerve;

3. pozitīvās relatīvās akomodācijas noteikšana. Mērījums tika veikts 33 cm attālumā bērnam esot ar piemeklēto labāko sfero-cilindrisko korekciju. Bērns tika instruēts skatīties uz redzes asuma skalas *ESSILOR OPTOPROX* optotipiem, kas ir vienu redzes asuma rindiņu lielāki nekā redz sliktāk redzošā acs, un censties saglabāt attēlu skaidru. Binokulāri papildus korekcijas lēcām tika liktas vienāda stipruma negatīvas lēcas ar pieaugošu stiprumu. Lielākais lēcu stiprums, ar kuru bija iespējama skaidra redze, tika interpretēts kā relatīvās akomodācijas pozitīvā rezerve;
4. stereoredze tuvumā ar *ESSILOR OPTOPROX* iekārtu (kvalitatīvi) 33 cm attālumā, vai ar Titmuss testu (kvantitatīvi) 40 cm attālumā;
5. heteroforijas novērtēšana tuvumā ar aizklāšanas testu. Tika izmantots akomodatīvs fiksācijas objekts ar labi saskatāmām smalkām detaļām un necaurspīdīgs aizklājējs. Tests tika veikts bez korekcijas vai ar to, ja bērnam korekcija bija izrakstīta pastāvīgai nēsāšanai. Fiksācijas objekts tika turēts 33 cm attālumā bērna acu līmenī un katra acs tika pārmaiņām aizklāta ar aizklājēju. Bērns tika instruēts skatīties uz fiksācijas objektu. Atkarībā no tā vai vienpusējā aizklāšanas testa versijā refleksācijas kustību veica atklātā acs vai aizklātā acs pēc aizklājēja noņemšanas, varēja atšķirt, vai bērnam ir heterotropija vai heteroforija. Atkarībā no refleksācijas kustības virziena, tika novērtēts šķielēšanas virziens. Ar alternējošo prizmu aizklāšanas testu tika novērtēts šķielēšanas apjoms prizmatiskajās dioptrijās;
6. konverģences tuvuma punkta (KTP) noteikšana ar plūstošās konverģences novērtēšanas metodi. Tika izmantots akomodatīvs fiksācijas objekts ar labi saskatāmām smalkām detaļām. Tests tika veikts bez korekcijas vai ar to, ja bērnam ir bijusi augstas pakāpes ametropija. Fiksācijas objekts tika turēts bērna deguna augstumā un vienmērīgi tuvināts viņam. Bērns tika instruēts skatīties uz fiksācijas objektu un pateikt, kad tas sadubultosies. Attālums centimetros no bērna acs orbītas ārējās malas līdz vietai, kur konverģence ir izsmelta un parādās dubultošanās (subjektīvs rezultāts) vai novērotājs redz, ka viena acs pārstāj fiksēt (objektīvs rezultāts), tika pieņemts par KTP.

Visu testu izpildes laikā optometrists sekoja pētījuma dalībnieku atbildēm un *ESSILOR ERGOVISION* izmeklēšanas protokolā ailītēs „komentāri” pie atbilstošajām sadaļām reģistrēja iegūtos rezultātus. Koriģētais monokulārais redzes asums un atbilstošā sfero-cilindriskā korekcija tika reģistrēti standartizētajā protokolā ailītēs: „komentāri”, blakus attiecīgajām sadaļām „redzes asums tālumā labajai acij” un „redzes asums tālumā kreisajai acij”. Relatīvās akomodācijas negatīvā un pozitīvā rezerves, heteroforija tuvumā un KTP

vērtības tika atzīmētas *ESSILOR ERGOVISION* standartizētajā protokolā pases daļā ailītē „komentāri”. Redzes funkciju pārbaude ar standarta optometrisko pārbaudi vienam bērnam prasīja vidēji 10 līdz 15 minūtes laika. Kopumā vienam pētījuma dalībniekam redzes funkciju izmeklēšana ar abām metodēm aizņēma 20 – 25 minūtes.

2.3.2. Otrā pētījuma daļa

Pētījuma otrajā daļā redzes funkcijas tika novērtētas tikai ar *ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest* iekārtu. Tā kā *ESSILOR ERGOVISION* iekārta paredz iespēju vienu un to pašu testu izpildīt gan tālumā (skatoties pa augšējiem aparāta lodziņiem), gan tuvumā (skatoties pa apakšējiem aparāta lodziņiem), tika veikti sekojošie testi:

1. monokulārā redzes asuma noteikšana tālumā labajai acij un hipermetropijas skrīnings labajai acij, ja pētījuma dalībnieks testa izpildes laikā nosauca 10. vai 12. rindiņu;
2. monokulārā redzes asuma noteikšana tālumā kreisajai acij un hipermetropijas skrīnings labajai acij, ja pētījuma dalībnieks testa izpildes laikā nosauca 10. vai 12. rindiņu;
3. redzes asuma pārbaude tālumā binokulāri, kā netieša binokulārās redzes novērtēšana (normālas binokulāras redzes gadījumā binokulārais redzes asums ir tāds pats vai augstāks kā monokulāri noteiktais redzes asums [60]);
4. heteroforiju novērtēšana tālumā;
5. heteroforiju novērtēšana tuvumā;
6. stereoredzes jeb telpiskās redzes sliekšņa noteikšana tālumā (kā netieša binokulārās redzes novērtēšana);
7. stereoredzes jeb telpiskās redzes sliekšņa noteikšana tuvumā (kā netieša binokulārās redzes novērtēšana);
8. binokulārā redzes asuma noteikšana tuvumā vai redzes asuma tuvumā noteikšana monokulāri, ja pētījuma dalībniekam bija konstatēts pazemināts redzes asums tālumā vienai no acīm;
9. lai aprobētu skrīninga iekārtas stereoredzes sliekšņa testu, 26 no pārbaudē iesaistītajiem bērniem tika novērtēts stereoredzes sliekšnis tuvumā ar Titmuss testu.

Visu testu izpildes laikā novērotājs sekoja pacientu atbildēm un jaunajā izveidotajā izmeklēšanas protokolā (skat. 7. pielikumu) atbilstošajās ailītēs reģistrēja iegūtos rezultātus. Šāda redzes funkciju pārbaude vienam bērnam prasīja vidēji 4 minūtes laika.

2.4. Rezultāti un to analīze

Iegūto datu statistiskai analīzei tika izmantots *MS Excel* datu analīzes rīks *Data Analysis*:

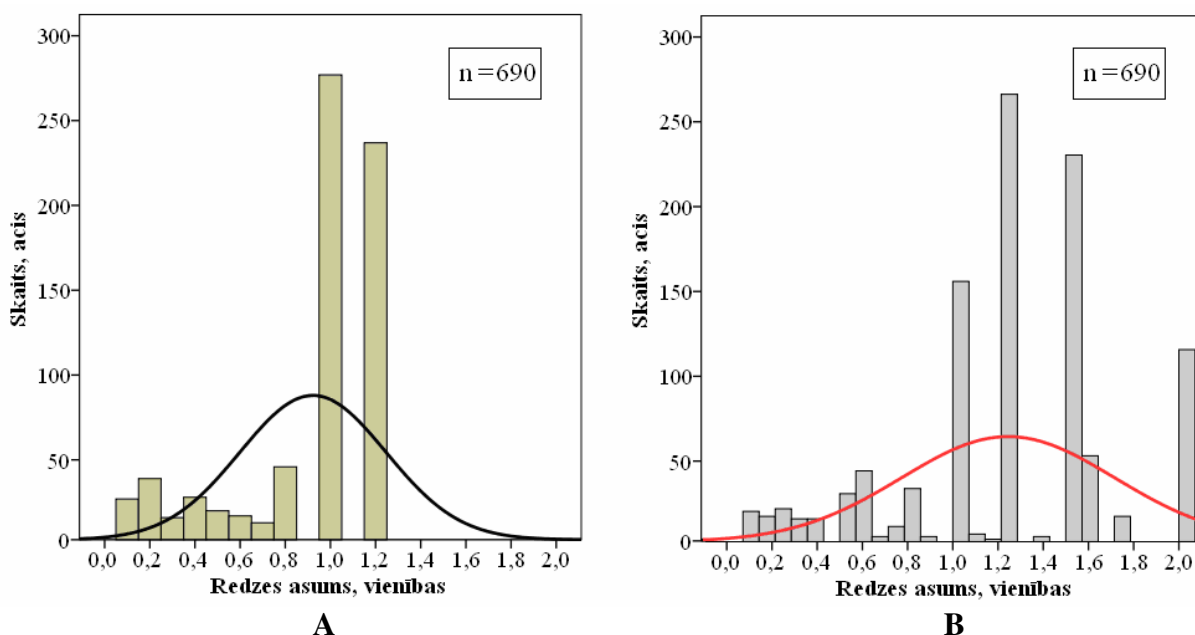
1. *t-Test: Paired Two Sample for Means (2-tail)*;
2. *Anova: Two-Factor Without Replication*;
3. *Regression*.

Histogrammu konstruēšanai un *ESSILOR ERGOVISION* atsevišķu testu ticamības parametru noteikšanai tika izmantoti *PASW Statistics 18* rīki *Histogram* un *ROC Curve*.

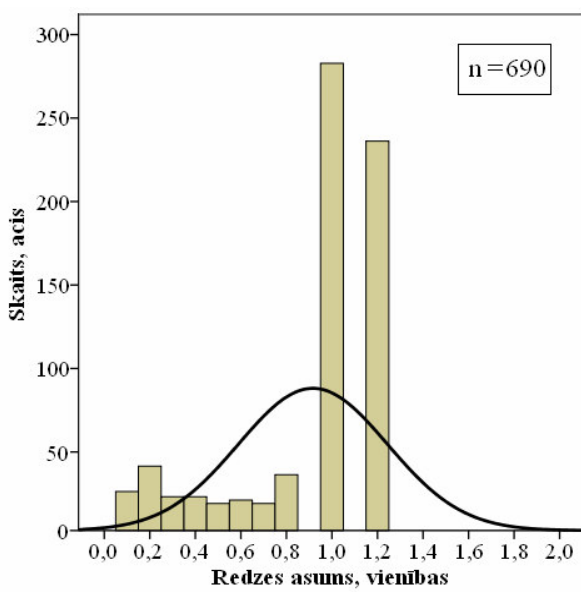
2.4.1. Redzes asums tālumā

Veicot statistisko analīzi monokulārajam un binokulārajam redzes asumiem tālumā, tika ņemti vērā dati par redzes asumu, noteiktu bez korekcijas vai ar bērna esošo korekciju. Izanalizēti dati decimālajam redzes asumam, kas bija noteikts ar divām dažādām metodēm – skrīninga iekārtu *ESSILOR ERGOVISION* un standarta optometrisko pārbaudi.

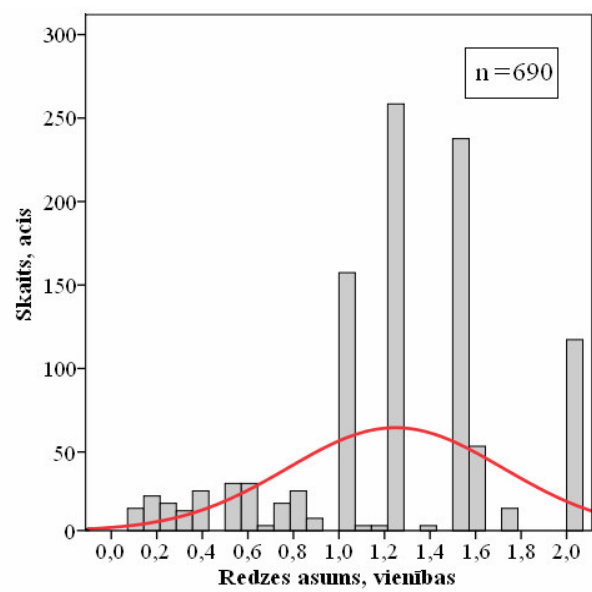
No iegūto histogrammu sadalījuma līknēm (skat. 2.31. A, 2.31. B, 2.32. A un 2.32. B att.) var redzēt, ka ar abām metodēm iegūtās monokulārā redzes asuma vērtības pilnīgi nesakrīt, bet sadalījuma līkņu profili ir līdzīgi un atbilst normālajam sadalījumam. Līdzīga aina sadalījuma līknēm ir arī binokulārajam redzes asumam tālumā (skat. 2.33. A un 2.33. B att.). Jāņem vērā, ka ar skrīninga iekārtu maksimālais redzes asums, kuru ir iespējams novērtēt ir 1,2, bet ar *Tomey Chart Panel* – 2,0.



2.31. att. Histogrammas ar normālā sadalījuma līknēm labās acs redzes asumam tālumā: A – iegūtas ar *ESSILOR ERGOVISION*, B – iegūtas standarta optometriskās pārbaudes laikā

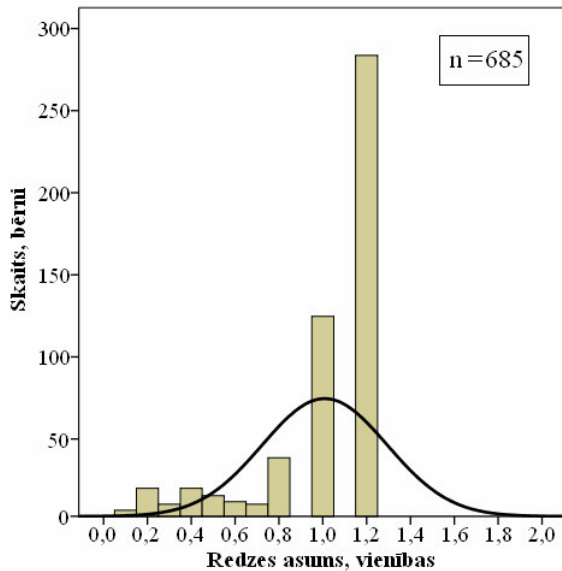


A

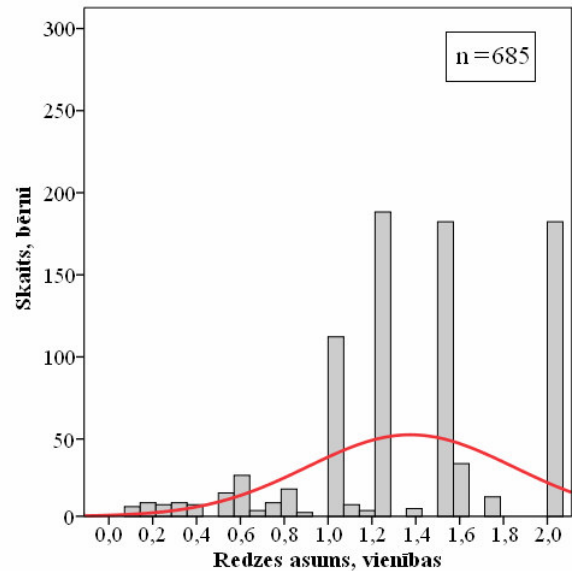


B

2.32. att. Histogrammas ar normālā sadalījuma līknēm kreisās acs redzes asumam tālumā: A – iegūtas ar *ESSILOR ERGOVISION*, B – iegūtas standarta optometriskās pārbaudes laikā



A



B

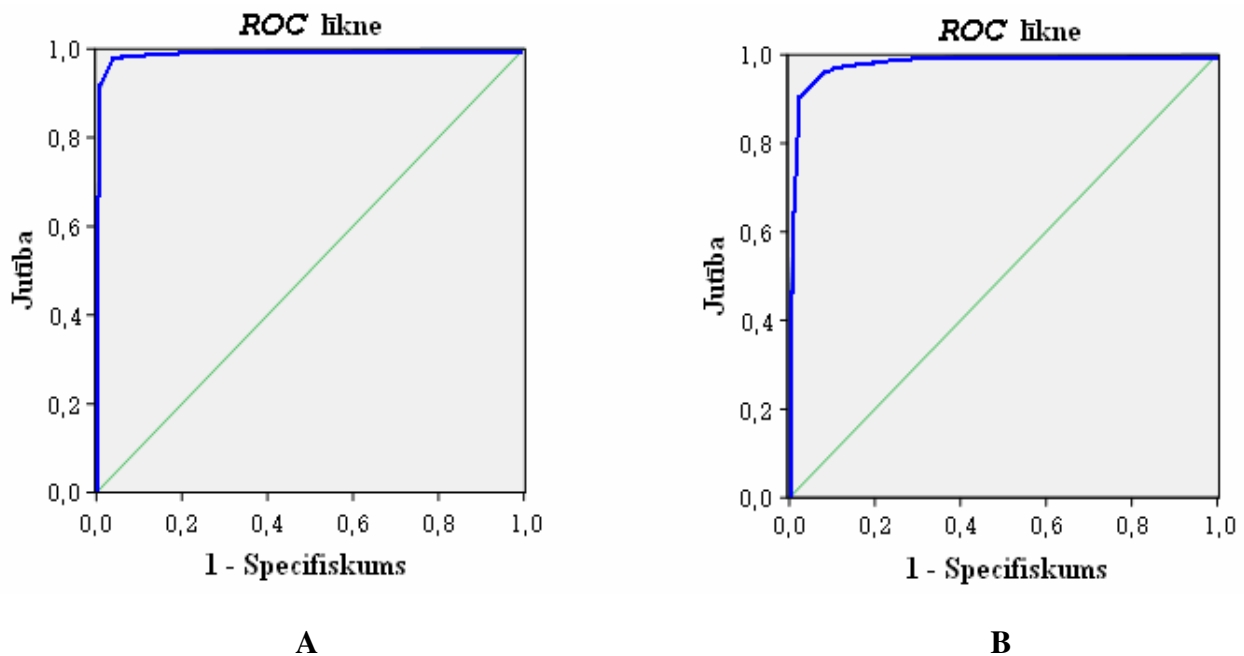
2.33. att. Histogrammas ar normālā sadalījuma līknēm binokulārām redzes asumam tālumā: A – iegūtas ar *ESSILOR ERGOVISION*, B – iegūtas standarta optometriskās pārbaudes laikā

Salīdzinot ar abām metodēm iegūtā monokulārā redzes asuma vidējās vērtības, *t*-testa rezultāti parāda, ka starp rezultātiem pastāv statistiski nozīmīga atšķirība (labās acs monokulārais redzes asums: $t(2\text{-tail}) = 31,2$, $p = 7,3 \cdot 10^{-134}$; kreisās acs monokulārais redzes asums: $t(2\text{-tail}) = 30,9$, $p = 2,1 \cdot 10^{-132}$). Līdzvērtīgi rezultāti ar *t*-testu iegūti binokulārajam redzes asumam tālumā ($t(2\text{-tail}) = 31,0$, $p = 1,4 \cdot 10^{-132}$).

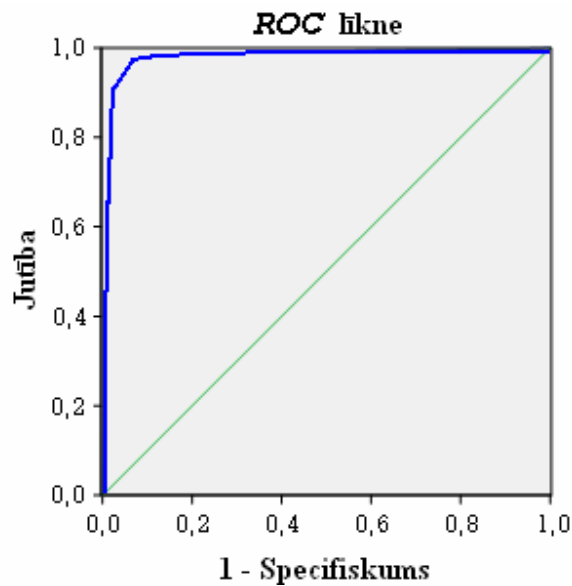
Neskatoties un to, ka rezultātu vidējās vērtības atšķiras, tomēr dati savstarpēji korelē. Gan monokulārā, gan binokulārā redzes asuma gadījumos starp datiem pastāv cieša lineārā korelācija (labās acs redzes asums: $r = 0,83$, $p = 1,2 \cdot 10^{-178}$; kreisās acs redzes asums: $r = 0,81$, $p = 5,1 \cdot 10^{-164}$; binokulārais redzes asums: $r = 0,77$, $p = 9,1 \cdot 10^{-138}$).

Statistiskā analīze parāda, ka gan monokulārajam, gan binokulārajam redzes asumiem lielāka redzes asuma vērtība tiks iegūta ar standarta optometrisko pārbaudi. Tātad *ESSILOR ERGOVISION* uzrādīs mazāku redzes asumu, nekā ir īstenībā, bet to var uzskatīt par pozitīvu īpašību dotajai metodei, jo redzes skrīninga rezultātā netiks palaisti garām bērni ar samazinātu redzes asumu tālumā.

Ar skrīninga iekārtu monokulārais redzes asums mazāks par 1,0 tika konstatēts 27 % bērnu un 17 % – ar standarta optometrisko pārbaudi. Binokulārais redzes asums tālumā mazāks par 1,0 konstatēts 21 % bērnu ar skrīninga aparāturu un 13 % bērnu ar standarta pārbaudi. Kā var redzēt, bērnu procents, kuriem redzes asums ir zem 1,0 un līdz ar to šie bērni „izkristu” redzes pārbaudē ar skrīninga iekārtu, nav dramatiski augstāks par īsteno bērnu procentu ar redzes asumu zem 1,0 (monokulārajam redzes asumam – 10 %; binokulārajam redzes asumam – 8 %) un nepārsniedz literatūrā minēto pieļaujamo atšķirību 10 % [3, 31, 57]. Līdz ar to skrīninga iekārtas rezultātus varētu uzskatīt par ticamiem un metodiku lietojamu. Lai to papildus pārbaudītu, tika veikts *ESSILOR ERGOVISION* testu „redzes asums tālumā monokulāri un binokulāri” ticamības parametru novērtējums ar *ROC* analīzi. Atbilstošās *ROC* līknes monokulārajiem redzes asumiem tālumā attēlotas 2.34. A un 2.34. B attēlos, bet binokulārajam redzes asumam – 2.35. attēlā.



2.34. att. *ROC* līknes monokulārajam redzes asumam tālumā: A – labās acs redzes asumam, B – kreisās acs redzes asumam



2.35. att. ROC līkne binokulārajam redzes asumam tālumā

No iegūtajām līknēm var secināt, ka testiem ir augsta jutība un specifiskums (skat. 2.7. tab.), kas liecina, ka testi tiešām ir labi piemēroti pazemināta monokulārā un binokulārā redzes asuma konstatēšanai.

2.7. tabula

ROC analīzes rezultātu tabula ($n = 690$; $P = 95 \%$)

Analīzes radītāji	Labā acs	Kreisā acs	Binokulāri
Laukums zem ROC līknes	0,99	0,98	0,98
Testa jutība	99,2 %	97,7 %	97,8 %
Testa specifiskums	92,0 %	91,1 %	90,8 %

Iegūtā *ESSILOR ERGOVISION* testa jutība ir 99,2 % labajai acij un 97,7 % kreisajai acij liecina par to, ka tests spēj izcili atlasīt bērnus ar redzes asumu zem 1,0 un tikai apmēram 8 % izmeklējamo personu ar redzes asumu 1,0 (skat. 2.7. tab. „Testa specifiskums”) tiks iekļauti grupā ar pazeminātu redzes asumu. Binokulārā redzes asuma tālumā testa ticamības parametri ir līdzīgi (skat. 2.7. tab.).

Arī ROC analīze uzrāda nelielu starpību *ESSILOR ERGOVISION* iegūtajos rezultātos, salīdzinot ar standarta pārbaudi. Monokulāri iegūtajam redzes asumam viltuspozitīvo atbilžu procents ir 8 % labās acs redzes asumam un 9 % kreisās acs redzes asumam. Tas ir 8 līdz 9 % bērnu, kuriem redzes asums ir 1,0 vai vairāk, ar *ESSILOR ERGOVISION* iekārtu konstatēs redzes asumu zem 1,0, kas sakrīt ar reāli iegūtajiem rezultātiem, kad redzes asums zem 1,0 ar skrīninga iekārtu konstatēts par 10 % vairāk bērnu, nekā tas bija noteikts standarta optometriskās pārbaudes laikā (27 % bērnu redzes asums zem 1,0 ar skrīninga iekārtu un 17

% – ar optometrisko pārbaudi). Līdzīgi, binokulāri iegūtajām redzes asumam viltuspozitīvo atbilžu procents ir 9 %, tas ir aptuveni 9 % bērnu ar redzes asumu 1,0 vai vairāk, nosakot to ar skrīninga iekārtu iegūst redzes asumu zem 1,0. Tas sakrīt ar reāli iegūtajiem rezultātiem, jo binokulārais redzes asums ar *ESSILOR ERGOVISION* iekārtu zem 1,0 konstatēts par 8 % vairāk bērnu, nekā optometriskās pārbaudes laikā (21 % bērnu redzes asums zem 1,0 ar skrīninga iekārtu un 13 % – ar optometrisko pārbaudi).

Visi iegūtie rezultāti liecina tikai par to, ka testam ir augsta kvalitāte pazemināta redzes asuma konstatēšanai un, veicot redzes asuma pārbaudi tālumā ar skrīninga iekārtu, atsijāsies nedaudz vairāk bērnu tālākai izmeklēšanai, nekā īstenībā ir ar redzes asumu zem 1,0. Tātad tests var būt lietots skrīningdiagnostikai, lai atsijātu pacientus ar pazeminātu redzes asumu tālumā.

ESSILOR ERGOVISION sniedz hipotēzes par iespējamo ametropiju atkarībā no iegūtā redzes asuma (skat. 2.8. tab.). Lai pārbaudītu šīs hipotēzes, apkopoti standarta optometriskās pārbaudes laikā subjektīvi noteikto refrakcijas anomāliju veidi pie dažādiem *ESSILOR ERGOVISION* iegūtajiem redzes asumiem (skat. 2.9. tab.). Apstrādājot rezultātus, ņemts vērā monokulārais redzes asums labajai un kreisajai acij ($n = 1264$ acis) un no datu analīzes izslēgti bērni ar koriģētu ametropiju, kuri veica redzes asuma pārbaudi ar *ESSILOR ERGOVISION* ar savu esošo korekciju.

Tika izveidota līdzīga tabula (skat. 2.9. tab.), ņemot vērā literatūrā minēto refrakcijas anomāliju klasifikāciju pēc pakāpēm:

- zemas pakāpes miopija (līdz -3,00 D), vidējas pakāpes miopija (no -3,25 D līdz -6,00 D), augstas pakāpes miopija (virs -6,00 D);
- zemas pakāpes hipermetropija (līdz +2,00 D), vidējas pakāpes hipermetropija (no +2,25 D līdz +5,00 D), augstas pakāpes hipermetropija (virs +5,00 D);
- zemas pakāpes astigmātisms (līdz $\pm 1,00$ D), vidējas pakāpes astigmātisms (no $\pm 1,25$ D līdz $\pm 2,00$ D), augstas pakāpes astigmātisms (no $\pm 1,25$ D līdz $\pm 2,00$ D), ļoti augstas pakāpes astigmātisms (virs $\pm 3,00$ D) [1, 2, 23].

Hipotēze par iespējamo ametropiju atkarībā no iegūtā redzes asuma [60]

Snellena decimālais redzes asums	Hipotēze par iespējamo ametropiju
0,1	Vidējas pakāpes miopija
	Vidējas pakāpes hipermetropija vai hipermetropija, kas daļēji kompensēta ar akomodāciju
	Astigmātisms: augstas pakāpes miops vai augstas pakāpes hipermetrops, kas daļēji kompensēts ar akomodāciju
0,2	Zemas pakāpes miopija
	Zemas pakāpes hipermetropija vai hipermetropija, kas daļēji kompensēta ar akomodāciju
	Astigmātisms: vidējas pakāpes miops vai vidējas pakāpes hipermetrops, kas daļēji kompensēts ar akomodāciju
0,5	Vāja miopija
	Vāja hipermetropija vai hipermetropija, kas daļēji kompensēta ar akomodāciju
	Astigmātisms: viegls miops vai viegls hipermetrops
0,7	Ļoti vāja miopija
	Ļoti vāja hipermetropija vai hipermetropija, kas daļēji kompensēta ar akomodāciju
	Vājš astigmātisms
1,0	Nav miopijas
	Akomodācija pilnīgi kompensē hipermetropiju
	Ļoti vājš astigmātisms

Ametropiju veidi pie dažādiem *ESSILOR ERGOVISION* iegūtajiem redzes asumiem

Snellena decimālais redzes asums	Acis	Ametropijas veids
0,1	33	Zemas pakāpes miopija (no -0,25 līdz -2,75 D)
	6	Vidējas pakāpes miopija (no -3,50 līdz -4,50 D)
	8	Zemas pakāpes miopija kombinācijā ar zemas un vidējas pakāpes astigmātismu (no -0,50 līdz -2,50 D sph ar -0,50 līdz -1,75 D cyl)
0,2	44	Zemas pakāpes miopija (no -0,25 līdz -2,50 D)
	2	Vidējas pakāpes miopija (no -4,00 līdz -4,25 D)
	2	Zemas pakāpes hipermetropija (līdz +0,75D)
	9	Zemas pakāpes miopija kombinācijā ar zemas un vidējas pakāpes astigmātismu (no -0,25 līdz -2,25 D sph ar -0,50 līdz -1,75 D cyl)
0,5	10	Zemas pakāpes miopija (no -0,25 līdz -1,50 D)
	6	Zemas pakāpes hipermetropija (līdz +1,00 D)
	2	Zemas pakāpes miops astigmātisms (līdz -0,75 D cyl)
	2	Zemas pakāpes hipermetrops astigmātisms (līdz +0,50 D cyl)
0,7	7	Ļoti vāja miopija (līdz -0,50 D)
	13	Zemas pakāpes hipermetropija (līdz +1,00 D)
	2	Zemas pakāpes hipermetrops astigmātisms (līdz +0,50 D cyl)
1,0	7	Ļoti vāja miopija (līdz -0,50 D)
	430	Zemas pakāpes hipermetropija (no +0,75 līdz +2,00 D)
	6	vidējas pakāpes (no +2,25 līdz +3,00 D)
	2	Zemas pakāpes hipermetropija kombinācijā ar astigmātismu (līdz +0,75 D sph ar +0,50 līdz +1,25 D cyl)
	2	Zemas pakāpes miops astigmātisms (līdz -0,50 D cyl)
	7	Zemas pakāpes hipermetrops astigmātisms (līdz +0,75 D cyl)

Lai arī bērnu refrakcija tika noteikta bez cikloplēģijas un standarta optometriskās pārbaudes laikā nav iegūti visi ametropiju veidi, kas ir atspoguļoti kā hipotēzes pie dažādiem redzes asumiem 2.8. tabulā, tomēr konstatētie refrakcijas anomāliju veidi atkārtoti *ESSILOR*

ERGOVISION piedāvātās hipotēzes par iespējamiem ametropiju veidiem. Jāņem vērā, ka standarta optometriskās redzes pārbaudes laikā pie tām pašām ametropijām ir iegūti citi, nedaudz augstāki nekoriģētie redzes asumi. Iespējams tāpēc pie redzes asuma 0,1 ar skrīninga iekārtu ir iespējams iegūt arī zemas pakāpes miopiju. Bet zemas pakāpes hipermetropijas esamība kombinācijā ar redzes asumu 0,2 var liecināt par lielu latentu hipermetropiju, par akomodācijas problēmām vai arī saistīta ar bērna individuālām īpatnībām. Redzes asuma 1,0 iegūšana neizslēdz zemas pakāpes miopijas esamību, jo apskatītiem bērniem koriģētais redzes asums pārsniedza par normu pieņemto redzes asumu 1,0.

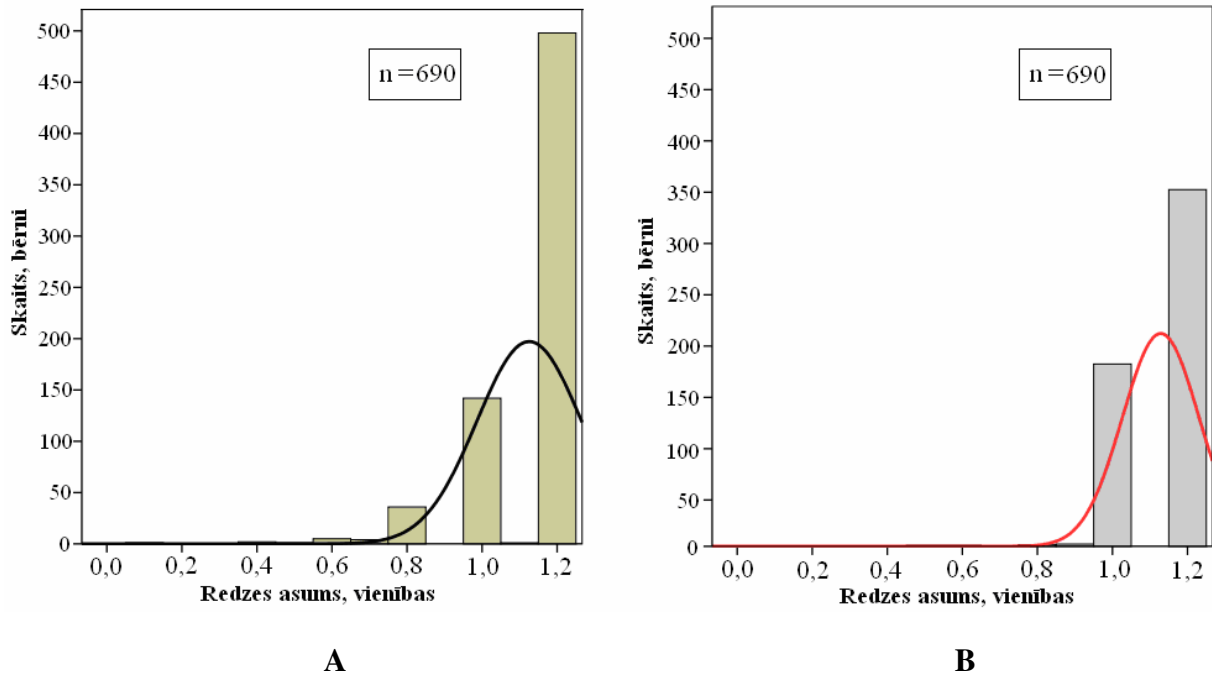
2.4.2. Redzes asums tuvumā

Veicot statistisko analīzi redzes asumam tuvumā, ņemti vērā dati par iegūto binokulāro redzes asumu noteiktu bez korekcijas vai ar bērna esošo korekciju ($n = 690$ bērni). Tika izanalizētās decimālā redzes asuma vērtības, kas noteiktas ar divām metodēm: *ESSILOR ERGOVISION* skrīninga iekārtu un ar standarta optometrisko pārbaudi. Analīze veikta analogi kā redzes asumam tālumā.

No iegūto histogrammu sadalījuma līknēm (skat. 2.36. A un 2.36. B att.) var secināt, ka ar abām metodēm iegūtās redzes asuma vērtības gandrīz pilnībā sakrīt. Ar *ESSILOR ERGOVISION* maksimālais redzes asums, ko var novērtēt ir 1,2, bet ar *OPTOPROX* – 1,25. Abu sadalījuma līkņu profilu maksimumi atrodas pie redzes asuma vērtības 1,2, tomēr ar standarta optometrisko pārbaudi nedaudz biežāk konstatē redzes asumu 1,0 nekā ar skrīninga iekārtu. Tā kā iegūtie rezultāti par noteikto redzes asumu atbilst normālajam sadalījumam, veikts *t*-tests savstarpēji atkarīgu izlašu vidējo vērtību salīdzināšanai.

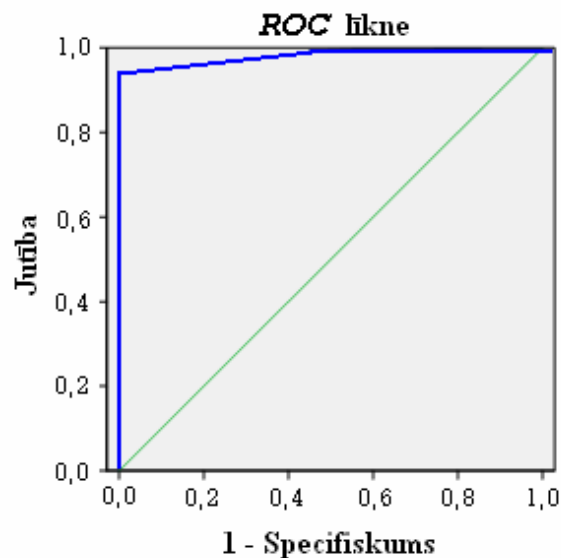
T-testa rezultāti parāda, ka nav statistiski nozīmīgas atšķirības starp ar abām metodēm iegūtā redzes asuma vidējām vērtībām ($t(2\text{-tail}) = 0,7$; $p > 0,05$), kā arī starp abiem rezultātiem pastāv vidēji cieša lineārā korelācija ($r = 0,55$; $p = 8,83 \cdot 10^{-55}$). Tas nozīmē, ka bērniem, kuri atrodas vecuma grupā no 7 līdz 18 gadiem, tests tuvumā uzradīs redzes asumu ļoti tuvu tam, kā būtu noteikts ar standarta optometrisko pārbaudi. Tāds iegūtais rezultāts iespējams ir saistīts ar to, ka abām metodēm maksimāli iespējamā redzes asuma vērtība gandrīz sakrīt (1,2 skrīninga iekārtai un 1,25 optometriskā pārbaudē lietotajam testam). Tā kā skolas vecuma bērniem pazemināts redzes asums tuvumā var būt saistīts ar nekoriģētu augstas pakāpes hipermetropiju vai akomodācijas vājumu, kas ir reti sastopami stāvokļi šajā vecuma grupā [1, 24], tad to var uzskatīt par pozitīvu *ESSILOR ERGOVISION* iekārtas īpašību, jo uz padziļinātu izmeklēšanu nebūs jāšūta pārlietu daudz bērnu. Tā ar skrīninga iekārtu redzes asums tuvumā zem 1,0 ir konstatēts 4 % bērnu, bet standarta optometriskās pārbaudes laikā 2

% bērnu. Līdz ar to tikai 2 % bērnu tiks lieki nosūtīti uz talāku redzes padziļinātu izmeklēšanu.



2.36. att. Histogrammas ar normālā sadalījuma līknēm redzes asumam tuvumā: A – iegūtas ar *ESSILOR ERGOVISION*, B – iegūtas standarta optometriskās pārbaudes laikā

Veicot *ESSILOR ERGOVISION* testa „redzes asums tuvumā” ticamības parametru novērtējumu ar *ROC* analīzi, var secināt, ka testam ir augsta jutība un specifiskums (skat. 2.37. att., 2.10. tab.), kas liecina, ka *ESSILOR ERGOVISION* labi piemērots, lai konstatētu pazeminātu binokulāro redzes asumu tuvumā.



2.37. att. *ROC* līkne binokulārajam redzes asumam tuvumā

Ar *ESSILOR ERGOVISION* var atlasīt visus bērnus ar redzes asumu zem 1,0, jo testa jutība ir 100 %, un tikai apmērām 1 % (skat. 2.10. tab. „Testa specifiskums”) bērnu ar redzes asumu 1,0 un augstāk būs pieskaitīti pie grupas ar pazeminātu redzes asumu un nosūtīti tālākai diagnostikai pie redzes speciālista. Tas labi saskan ar reāli iegūtajiem rezultātiem, jo binokulārais redzes asums tuvumā ar *ESSILOR ERGOVISION* iekārtu zem 1,0 konstatēts par 2 % vairāk bērnu, nekā optometriskās pārbaudes laikā (4 % bērnu redzes asums zem 1,0 ar skrīninga iekārtu un 2 % – ar optometrisko pārbaudi).

2.10. tabula

ROC analīzes rezultātu tabula ($n = 690$; $P = 95$ %)

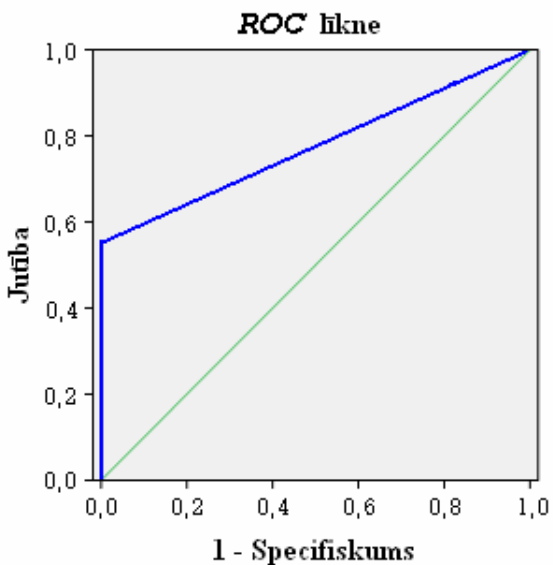
Analīzes radītāji	Redzes asums tuvumā
Laukums zem <i>ROC</i> līknes	0,98
Testa jutība	100,0 %
Testa specifiskums	98,9 %

No abu metožu statistiskās un *ROC* analīzes var secināt, ka redzes skrīninga iekārtai ir ļoti augsta kvalitāte pazemināta redzes asuma konstatēšanai tuvumā un šī metode var tikt pielietota skrīningdiagnostikai.

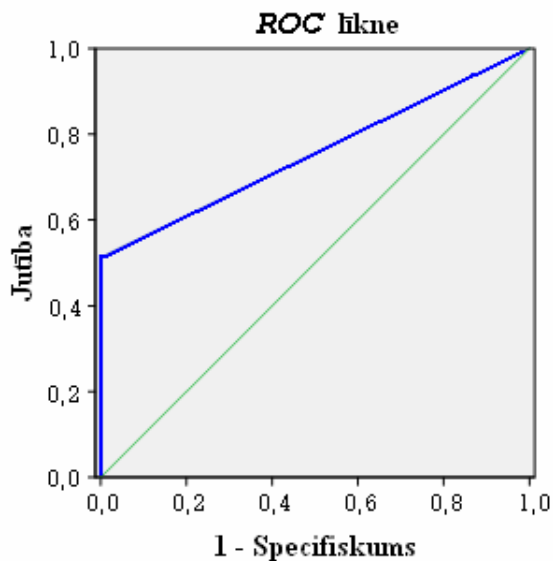
2.4.3. Maļinovska jeb hipermetropijas tests

Veicot hipermetropijas testu ar skrīninga iekārtu, rezultātā tika iegūti dati tikai par to, vai bērnam tests ir pozitīvs vai negatīvs, proti, vai bērnam ir vai nav hipermetropija. Ar skrīninga iekārtu nav iespējams novērtēt hipermetropijas pakāpi. Tā kā šādiem rezultātiem nevar iegūt normālo sadalījumu, *ESSILOR ERGOVISION* testa „hipermetropijas skrīnings” ticamības parametru novērtējumam izmantota tikai *ROC* analīze. Rezultātu analīzei vērtēti tikai to bērnu dati, kuriem pārbaudi veica bez korekcijas un to nekoriģētais redzes asums bija 1,0 vai augstāk (labā acs: $n = 542$ bērni, kreisā acs: $n = 551$ bērns).

Iegūtās *ROC* līknes monokulāri veiktajam hipermetropijas testam attēlotas 2.38. A un 2.38. B attēlos. No *ROC* līknēm var secināt, ka testam nav augsta jutība un ir augsts viltusnegatīvo atbilžu procents. Lai arī *ESSILOR ERGOVISION* testa specifiskums ir 100 %, tātad nevienam bērnam bez hipermetropijas tā kļūdaini netiks konstatēta (skat. 2.11. tab.), tomēr testa jutība ir nedaudz zemāka par 70 %. Tas nozīmē, ka aptuveni trešdaļai bērnu ar hipermetropijas apjomu +1,00 D un vairāk tā paliks nekonstatēta, kas nav apmierinošs rezultāts, ja skrīninga uzdevums ir atsijāt bērnus ar redzes traucējumiem – šajā gadījumā – ar hipermetropiju, kas varētu radīt redzes grūtības.



A



B

2.38. att. ROC līkne Maļinovska testam: A – labajai acij un B – kreisajai acij

2.11. tabula

ROC analīzes rezultātu tabula ($P = 95\%$)

Analīzes radītāji	Labā acs (n = 542)	Kreisā acs (n = 551)
Laukums zem ROC līknes	0,78	0,76
Testa jutība	69,0 %	67,2 %
Testa specifiskums	100,0 %	100,0 %
Viltusnegatīvo atbilžu procents	31,0 %	32,8 %

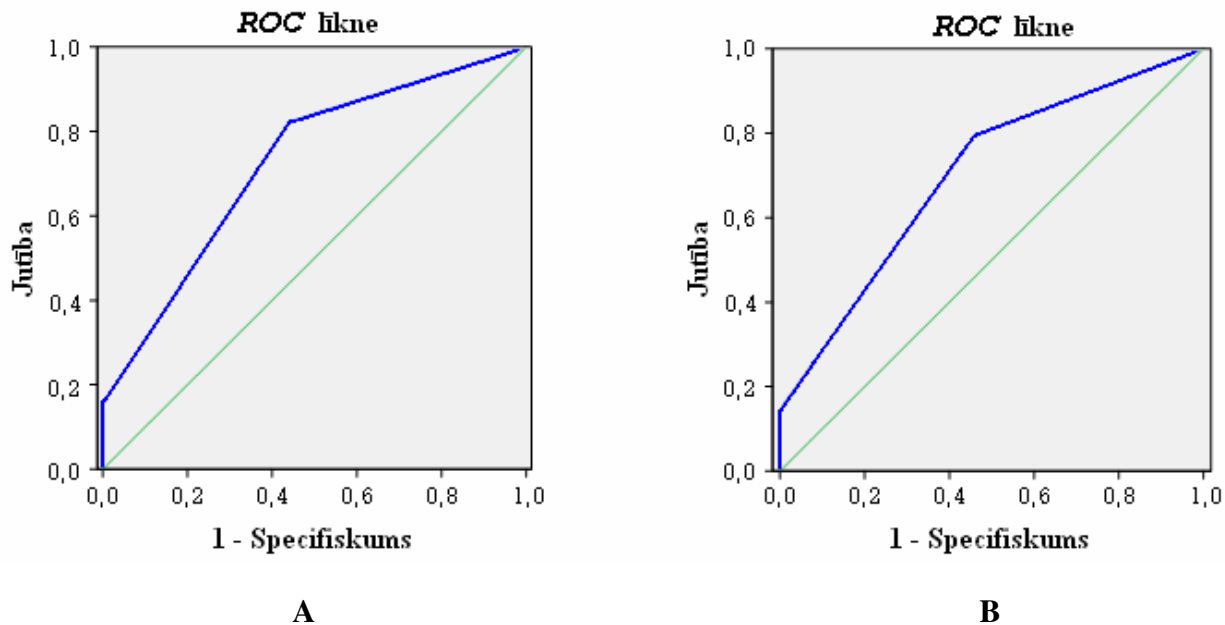
Viens no cēloņiem, kāpēc testa jutība ir zema, varētu būt saistīts ar jautājumu formulējumu bērniem testa laikā. Bieži tika jautāts tikai „Vai ar papildus lēcu ir sliktāk?”, bet netika precizēts, vai, neskatoties uz to, rindiņu joprojām varētu nosaukt. Šis otrais precizējošais jautājums ir ļoti svarīgs, jo, atslābinoties akomodācijai, kontrasts fiksācijas objektam var samazināties, ko bērns varēja sajaukt ar reālo redzes asuma samazināšanos. Tāpēc, cik daudziem bērniem ar *ESSILOR ERGOVISION* tests reāli konstatēs hipermetropiju, būs atkarīgs no testa izpildītāja jautājumu formulējumiem redzes skrīninga laikā.

2.4.4. Astigmātisma tests

Veicot astigmātisma testu ar skrīninga iekārtu, rezultātā tika iegūti dati tikai par to, vai bērnam tests ir pozitīvs vai negatīvs, proti, vai bērnam ir vai nav astigmātisms. Ar skrīninga iekārtu nav iespējams novērtēt astigmātisma pakāpi. Tādēļ rezultātu analīzei izmantota tikai

ROC analīze. Analizēti tikai to bērnu dati, kuriem iepriekš refrakcijas anomālijas nebija konstatētas ($n = 685$ bērni).

No iegūtajām ROC līknēm (skat. 2.39. A un 2.39. B att.) var secināt, ka testam nav augsta jutība un specifiskums. Papildus, *ESSILOR ERGOVISION* testam ir liels viltuspozitīvo atbilžu procents (skat. 2.12. tab.), kas liecina, ka aptuveni trešdaļai bērnu bez astigmātisma ar šo metodi tas būs konstatēts.



2.39. att. ROC līkne astigmātisma testam: A – labajai acij, B – kreisajai acij

2.12. tabula

ROC analīzes rezultātu tabula ($n = 685$; $P = 95\%$)

Analīzes radītāji	Labā acs	Kreisā acs
Laukums zem ROC līknes	0,73	0,70
Testa jutība	85,6 %	83,5 %
Testa specifiskums	69,2 %	68,4 %
Viltuspozitīvo atbilžu procents	30,8 %	31,6 %

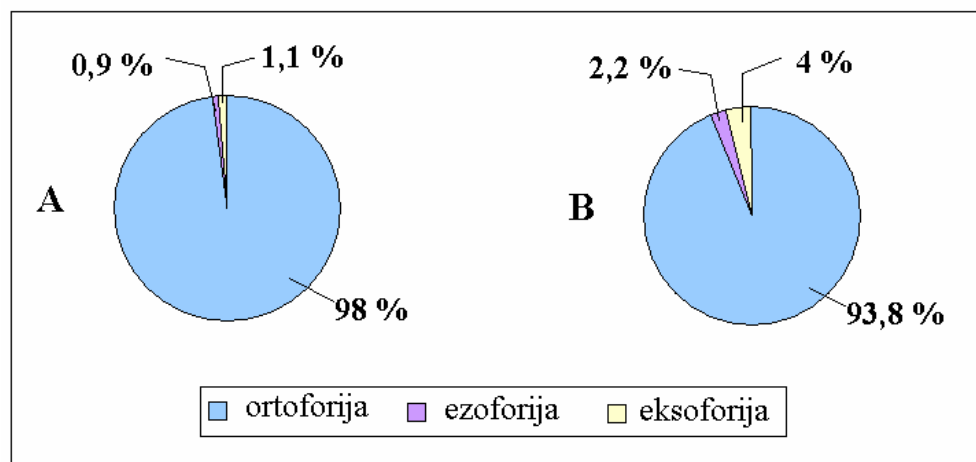
Arī šim testam viens no cēloņiem, kāpēc testa jutība ir zema, varētu būt saistīts ar testa veicēja jautājumu formulējumu un interpretāciju. Testa specifiskums varētu būt augstāks, ja par pozitīvu testa rezultātu reģistrētu bērna atbildi, kad viņš redzēja izteiktāku, melnāku tikai vienu vai divus blakus esošus starus no staru figūras. Šī pētījuma laikā dažiem *ESSILOR ERGOVISION* operatoriem nebija dziļu zināšanu par optometrijas testu izpildīšanu un interpretāciju, tāpēc par pozitīvu testa rezultātu tika reģistrētas arī tādas bērnu atbildes, kad viņi redzēja divus perpendikulāri novietotus vai pat trīs starus. Līdz ar to testu korekti varētu

izpildīt operators, kuram ir dziļas zināšanas optometrijā par astigmātisma testa būtību vai arī operatoram jābūt iemācītam stingri sekot instrukcijām un uzdot papildus precizējošos jautājumus, reģistrējot par pozitīvu testa rezultātu tikai gadījumus, kad bērns redz melnākus vienu staru vai divus blakus esošus starus.

2.4.5. Heteroforijas tests tālumā

Ar abām metodēm (skrīninga iekārtu un standarta optometrisko pārbaudi – Šofera testu) izpildot heteroforijas testu tālumā tika iegūts kvalitatīvs rezultāts: bērnam ir ortoforija, ezoforija vai eksoforija. Analizējot *ESSILOR ERGOVISION* testa „heteroforija tālumā” ticamības parametrus, ņemti vērā tikai to bērnu dati, kuri testu veica bez korekcijas gan skrīninga laikā, gan standarta pārbaudes laikā ($n = 450$).

Veicot heteroforiju pārbaudi ar skrīninga aparatūru, ortoforija konstatēta 441 bērnam (98,0 %), ezoforija – 4 bērniem (0,9 %), bet eksoforija – 5 bērniem (1,1 %) (skat. 2.40. A att.), turpretī standarta optometriskās pārbaudes laikā ortoforija konstatēta 422 bērniem (93,8 %), ezoforija – 10 bērniem (2,2 %) un eksoforija – 18 bērniem (4,0 %) (skat. 2.40. B att.). Jau no šiem datiem var konstatēt, ka ar abām metodēm iegūtie rezultāti būtiski atšķiras.

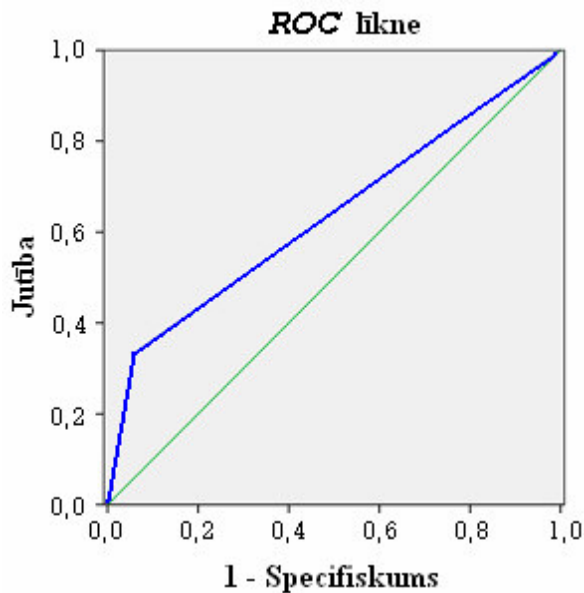


2.40. att. Heteroforiju tālumā sadalījums izlasē, iegūts: A – ar *ESSILOR ERGOVISION*, B – standarta optometriskās pārbaudes laikā

Veicot rezultātu dispersiju analīzi, noskaidrojās, ka iegūtais rezultāts (bērnam ir ortoforija, ezoforija vai eksoforija) ir būtiski atkarīgs no metodes izvēles ($ANOVA: n = 450; F = 10,1; p = 0,002$).

Veicot *ROC* analīzi, no iegūtās *ROC* līknes (skat. 2.41. att.) var secināt, ka testam nepiemīt augsta kvalitāte heteroforiju konstatēšanai tālumā. Tests nemēdz būt pozitīvs

bērniem ar ortoforiju, jo tā specifiskums ir 94 %. Tomēr testam ir zema jutība (skat. 2.13. tab.), un 40 % bērnu ar heteroforiju tā nebūs konstatēta.



2.41. att. ROC līkne heteroforijas testam tūlumā

2.13. tabula

ROC analīzes rezultātu tabula ($n = 450$; $P = 95$ %)

Analīzes rādītāji	Heteroforiju tests tūlumā
Laukums zem ROC līknes	0,64
Testa jutība	60,0 %
Testa specifiskums	94,4 %
Viltusnegatīvo atbilžu procents	40,0 %

Tik zema skrīninga iekārtas testa jutība, iespējams, ir iegūta tādēļ, ka atšķiras ar abām metodēm iegūto rezultātu reģistrēšana. Izpildot testu ar skrīninga iekārtu, ņemot vērā *ESSILOR* rekomendācijas [60], tika reģistrēta ortoforija, ja bērns teica, ka sarkanais aplītis atrodas taisnstūra robežās, un kā stāvokļi „ezoforija” un „eksoforija” tika reģistrēti tikai tie gadījumi, kad bērns sarkano aplīti redzēja ārpus taisnstūra robežām. Šādā gadījumā pie grupas ar ortoforiju ir pieskaitīti arī tie bērni, kuriem bija apmēram līdz 2 Δ liela ezoforija un līdz 6 Δ liela eksoforija. Standarta optometriskās pārbaudes laikā par ortoforijas stāvokli pieņēma tikai situāciju, kad Šobera testā sarkanais krusts atradās tieši pa vidu aplīiem. Tā kā skrīninga mērķis ir atlasīt pacientus tālākai padziļinātai izmeklēšanai, bet ne tikai ar izmeklētās funkcijas nelielām novirzēm no pieņemtās normas, tad *ESSILOR* rekomendācijas uzskatīt par pozitīvu testu rezultātu tikai stāvokļus, kad heteroforija pārsniedz šos rādītājus ir korekta, jo

tik maza apjoma heteroforija reti var rādīt pacienta sūdzības. Heteroforijai pārsniedzot šos radītājus, to jau varētu uzskatīt par trauksmes signālu, lai rekomendētu pacientam tālāku padziļinātu izmeklēšanu. Gadījumā, ja skrīninga testa interpretācija un reģistrācija būtu līdzvērtīga standarta optometriskās pārbaudes testam, iegūtie testa ticamības parametri acīmredzami būtu augstāki.

2.4.6. Kontrastredze, krāsu redze, stereoredzes tests tālumā

Veicot analīzi kontrastredzes, krāsu redzes un stereoredzes testiem, salīdzināti rezultāti, kad pētījuma dalībnieki veica attiecīgo testu ar *ESSILOR ERGOVISION* bez korekcijas vai ar savu esošo korekciju un standarta optometriskās pārbaudes laikā – ar pilno sfero-cilindrisko korekciju vai bez tās, ja bērna nekoriģētais redzes asums bija 1,0 un augstāks ($n = 690$ bērni).

Veicot pārbaudi ar skrīninga iekārtu, pazemināta kontrastredze vai to vispār nevarēja novērtēt tika konstatēta 89 bērniem (12,9 % no izlases), bet jāpiebilst, ka testa izpildes laikā viņu nekoriģētais redzes asums bija no 0,08 līdz 0,8 Snellena decimālajām vienībām. Veicot tiem pašiem bērniem atkārtotu kontrastredzes novērtēšanu ar standarta optometrisko pārbaudi, kad viņu koriģētais redzes asums bija $\geq 1,0$, pazemināta kontrastredze netika konstatēta nevienam no bērniem.

Līdzīgi krāsu redzes atbilstību standartiem ar skrīninga iekārtu nevarēja pārbaudīt 33 bērniem (4,8 % no izlases), kuriem testa izpildes laikā nekoriģētais redzes asums bija no 0,08 līdz 0,8 Snellena decimālajām vienībām. Bet izkorigējot refrakcijas kļūdu šiem bērniem standarta optometriskās pārbaudes laikā, nevienam dihromāzija netika konstatēta.

Dihromāzija tika konstatēta 5 meitenēm (0,7 % no izlases) un 12 zēniem (1,7 % no izlases), veicot pārbaudi ar *ESSILOR ERGOVISION*. Tādi paši rezultāti šiem bērniem tika iegūti, veicot Išihara testu standarta optometriskās pārbaudes laikā. Krāsu redzes defektu izplatība meitenēm šajā izlasē sakrīt ar literatūrā aprakstīto biežumu, bet zēniem tā ir krietni mazāka par literatūrā minētiem 4,5 % [70].

Līdzīgi ar stereoredzes testu tālumā. 19 bērniem (2,8 % no izlases), kuriem nekoriģētais redzes asums tālumā bija zem 0,8, ar skrīninga iekārtu stereoredzes sliekšni novērtēt nebija iespējams, jo bērni nevarēja izšķirt testa objektus. Taču tas neizslēdz, ka stereoredze tālumā ir iespējama. Lai to pārbaudītu, būtu jāveic stereoredzes novērtēšana tālumā ar standarta optometrisko pārbaudi, bet šī pētījuma ietvaros tas netika veikts.

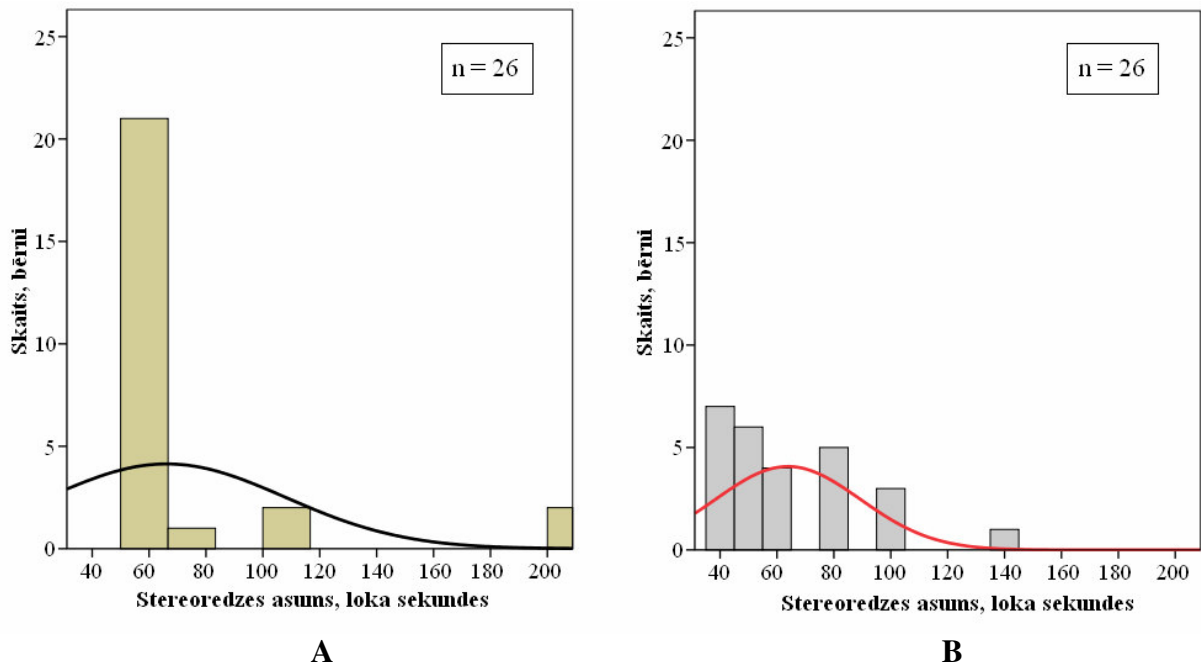
No visa iepriekš minētā var secināt, ka izpildoties nosacījumam – pārbaudīt kontrastredzi, krāsu redzi un stereoredzi tikai ar optimālo korekciju [1], šiem testiem būtu laba diagnostiskā vērtība. Lai testus izpildītu, nepieciešama laba formas redze tālumā. Ja refrakcijas kļūda nav izkorigēta un tādēļ bērnam ir pazemināts redzes asums, tad skrīningā šie

bērni izkrīt nevis tādēļ, ka ir traucēta atbilstošā funkcija, bet gan tādēļ, ka ar savu pazemināto redzes asumu bērns nevar izšķirt testa objekta formu.

2.4.7. Stereoredzes sliekšnis tuvumā

ESSILOR ERGOVISION oriģinālajā izpildījumā stereoredzes sliekšni paredzēts noteikt tālumā. Stereoredzes sliekšnis tuvumā ar skrīninga iekārtu tika novērtēts daļai bērnu otrajā pētījumā daļā ($n = 26$). Ir salīdzināts bērnu stereoredzes asums, iegūts ar *ESSILOR ERGOVISION* un ar Titmuss testu, izpildot testus bērniem, kuriem bija labs redzes asums (augstāks par 1,0 tālumā un tuvumā) un nebija nepieciešama korekcija ne tālumā, ne tuvumā.

Veicot statistisko analīzi, no iegūto histogrammu atbilstošām sadalījumu līknēm (skat. 2.42. A un 2.42. B att.) var secināt, ka ar abām metodēm iegūtās stereoredzes asuma vidējās vērtības gandrīz pilnībā sakrīt. Abu sadalījumu līkņu maksimumi atrodas aptuveni pie stereoredzes asuma vērtības 70". Visbiežāk ar skrīninga iekārtu konstatētais stereoredzes asums ir 50", kas ir viszemākā iespējamā stereoredzes asuma vērtība, kuru var novērtēt ar doto iekārtu. Ar Titmuss testu visbiežāk noteiktais stereoredzes asums ir 40", kas atbilst viszemākais stereoredzes sliekšņa vērtībai, kuru ir iespējams novērtēt ar šo testu.



2.42. att. Histogrammas ar normālā adalījuma līknēm stereoredzes asumam tuvumā: A – iegūtas ar *ESSILOR ERGOVISION*, B – iegūtas standarta optometriskās pārbaudes laikā

Veicot t -testu izlašu vidējo vērtību salīdzināšanai, konstatēts, ka starp ar abām metodēm iegūtā stereoredzes asuma vidējām vērtībām nav statistiski nozīmīgas atšķirības ($t(2\text{-tail}) = 0,4; p > 0,05$). Iegūtais stereoredzes asums nav atkarīgs no aparātūras izvēles ($ANOVA: F =$

0,2; $p > 0,05$) kā arī starp abiem rezultātiem pastāv vidēji cieša lineārā korelācija ($r = 0,72$; $p = 3,20 \cdot 10^{-5}$). Tas nozīmē, ka bērniem, kuri atrodas vecuma grupā no 8 līdz 12 gadiem, pārbaude ar skrīninga iekārtu var būt līdzvērtīga alternatīva standarta stereoredzes sliekšņa noteikšanai ar Titmuss testu.

Tā kā stereoredzei ir lielāka nozīme attāluma novērtēšanai tieši tuvumā, kā arī no visa laika, ko bērns pavada skolā vidēji 54 % laika viņš tērē lasīšanai un 21 % – rakstīšanai [3], tad, pārbaudot stereoredzi ar skrīninga iekārtu, labāk to veikt bērniem tuvumā. Proti, lūgt bērnam stereoredzes pārbaudes laikā skatīties pa iekārtas apakšējiem lodziņiem. Skatoties pa apakšējiem lodziņiem pacients redz „kājām gaisā” (apgrieztu pa 180°) testa objektu, kas ir paredzēts redzes funkciju novērtēšanai tālumā. Tādēļ operatoram jābrīdina bērns, ka viņš redzēs piecas grupas ar aplīšiem, kuru vidū „kājām gaisā” atrodas cipars, un tad jālūdz bērns pateikt, kurš no aplīšiem katrā no grupām ir telpiski izvirzīts uz āru: kreisais, labais, augšējais vai apakšējais atrodas tuvāk bērnam katrā no grupām (stereoefekta virziens nemainās). Lai korekti novērtētu bērna atbildes, arī pašam operatoram jāņem izmeklēšanas protokola lapa kājām gaisā.

2.4.8. Horizontālais redzes lauks

Veicot horizontālā redzes lauka robežu skrīningdiagnostiku ar *ESSILOR ERGOVISION* iekārtu, nevienam pētījumā iesaistītajam dalībniekam sašaurināts horizontālais redzes lauks netika konstatēts. Visiem bērniem redzes lauks no fiksācijas punkta pa horizontāli uz deniņu pusi sasniedza $90^\circ - 100^\circ$, kas sakrīt ar literatūrā aprakstītu normu [48]. Redzes lauks ar standarta optometrisko pārbaudi netika vērtēts.

Vispār redzes lauka defekti veidojas organisku vai funkcionālu bojājumu dēļ jebkurā redzes ceļa daļā – no tīklenes līdz redzes garozai, piemēram, dažādas tīklenes distrofijas, juvenīlā glaukoma, redzes nerva neirīts, izkaisītā skleroze vai redzes ceļu kompresija galvas smadzeņu patoloģisku procesu dēļ.

Bērniem plašs redzes lauks ir būtisks ne tikai lai brīvi orientētos telpā, bet arī motoro funkciju pilnvērtīgai attīstībai. Tomēr literatūrā nav aprakstīti gadījumi, ka redzes skrīninga laikā bērniem būtu vērtēts arī redzes lauks. Ņemot vērā, ka nevienam pētījumā iesaistītajam bērnam tests neuzradīja sašaurinātu redzes lauku, kā arī patoloģijas, kuras izraisa redzes lauka bojājumus, ir ļoti reti sastopamas skolas vecuma bērniem, uzskatām, ka šī testa iekļaušana redzes skrīningā būtu nelietderīga. Pie tam par bērna redzes lauku kopumā nevar spriest, ņemot vērā tikai tā ārējās horizontālās robežas [48]. Ja bērnam redzes lauka iekšpusē atrodas apgabali ar pazeminātu gaismas jutību, kuri var negatīvi ietekmēt redzes uzdevumu izpildīšanu, tad to konstatēšanai būtu jāveic redzes lauka izmeklēšanu klīnikas apstākļos ar

precīzākām iekārtām, piemēram, ar automatizētiem statistiskiem perimetriem, ar kuru palīdzību var konstatēt ne tikai redzes lauka defekta lokalizāciju, bet arī tā dziļumu. Bet lai nonāktu līdz klīniskai hipotēzei, ka tieši redzes lauka bojājumi izraisa bērna sūdzības, rūpīgi jāsavāc anamnēzi un bieži sākumā jānovērtē bērna acs dibena stāvokli, ko nevar izdarīt redzes skrīninga laikā. Tādēļ kopumā pilnvērtīga redzes lauka novērtēšana skolas vecuma bērniem skrīninga laikā nav iespējama.

Vecāko klašu skolēniem – vidusskolēniem, kas gatavojas saņemt autovadītāja tiesības, šo testu tomēr varētu veikt, jo viena no prasībām autovadītājiem ir plašas horizontālā redzes lauka robežas (horizontālais redzes lauks nedrīkst būt mazāks par 120° [71]), bet šo testu nav nepieciešams veikt maziem bērniem – sākumskolas un pamatskolas skolēniem.

Skrīninga iekārtā varētu ievietot slaidu ar testa objektu centrālā redzes lauka novērtēšanai (Amslera tīklu), jo pat nelieli defekti centrālajā redzes lauka daļā var ļoti negatīvi ietekmēt bērna formas redzi. Tomēr Amslera tīkla testu jāveic ar pilno sferocilindrisko korekciju, ko skrīninga laikā nevar nodrošināt, bet pretējā gadījumā tests var uzrādīt pārāk lielu viltuspozitīvo atbilžu procentu.

2.4.9. Redzes funkcijas tuvumā

Pirmajā pētījuma daļā standarta optometriskās pārbaudes laikā bērniem papildus novērtētas tādas redzes funkcijas, kuras nav paredzēts novērtēt standarta pārbaudes laikā ar *ESSILOR ERGOVISION* (heteroforija tuvumā), vai kuras ar skrīninga iekārtu novērtēt nav iespējams (akomodācijas relatīvās rezerves un konverģence) ($n = 690$). Šīs funkcijas pārbaudītas, jo bērnam par iemeslu sūdzībām, kas saistītas ar grūtībām mācīties skolā, var būt binokulārās redzes vai akomodācijas funkciju traucējumi.

Salīdzinot iegūtos rezultātus ar Vika (*Wick*) normu aizklāšanas testa rezultātiem [24], heteroforija ārpus normas robežām ir konstatēta 21,2 % (eksoforija – 12 %, ezoforija – 8,8 %, vertikālā heteroforija – 0,3 %). Normā aizklāšanas testa rezultāts ir ortoforija vai līdz $3 \pm 3 \Delta$ liela eksoforija tuvumā [24]. Līdz ar to heteroforija tuvumā ārpus normas bija konstatēta piektajai daļai no pētījumā iesaistītajiem bērniem. Tā kā dekompensēta heteroforija var izraisīt acu nogurumu, galvassāpes, periodisku redzes miglošanos un dubultošanos, līdz ar to bērnam rodas grūtības pārrakstīt tekstu no grāmatas vai lasīšanas problēmas. Rezultātā bērnam ir pastāvīgas grūtības mācoties. Tādēļ heteroforiju novērtēšana tieši tuvumā skrīninga ietvaros skolas vecuma bērniem būtu lietderīgāka nekā šo funkciju novērtēšana tālumā, kā to paredz darbā izmantotā skrīninga iekārta.

Pielietojot Vika normu konverģences tuvuma punkta atrašanas vietai, noteiktu ar akomodatīvu stimulu ($5,0 \pm 2,5$ cm) [24], KTP tālāks par 8 cm konstatēts 7,2 % pētījumā

iesaistītajiem bērniem. Tā kā attālināts KTP konstatēts nelielai daļai no pētījumā iesaistītiem bērniem, tad šo funkciju skrīninga ietvaros varētu pārbaudīt tikai tiem bērniem, kuriem ir konverģences nepietiekamībai raksturīgas sūdzības, piemēram, acu saspringums, galvassāpes, miglaina redze tuvumā, grūtības pārrakstīt tekstu no grāmatas. Dažās valstīs redzes skrīninga ietvaros šim nolūkam veic bērnu vecāku un/vai skolotāju anketēšanu dienu pirms paša skrīninga (anketas paraugu [24] skat. 8. pielikumā). Balstoties uz anketēšanas rezultātiem, ja bērnam ir konstatētas astenopiskās sūdzības, viņam veic papildus redzes funkciju noteikšanu, piemēram, akomodācijas viegluma un vergences viegluma novērtēšanu [3].

Pielietojot Morgana izstrādātās normas akomodācijas funkciju novērtēšanai [61], negatīvā relatīvā akomodācija ārpus normām konstatēta 1 % bērnu (norma $+2,0 \pm 1,1$ D), bet pozitīvā relatīvā akomodācija – 1,9 % bērnu (norma $-2,25 \pm 0,5$ D). Ņemot vērā, ka šīs akomodācijas funkcijas jāvērtē ar pilnu sfero-cilindrisko korekciju, kā arī dotajai izlasei ir konstatēts tik neliels bērnu skaits ar neadekvātām akomodācijas funkcijām, redzes skrīninga laikā šos testus iekļaut nav lietderīgi, jo iegūtie rezultāti, ja nav koriģēta refrakcijas kļūda, būs neinformatīvi un kļūdaini. Arī šajā gadījumā, lai atsijātu bērnus ar akomodācijas funkciju problēmu, varētu palīdzēt anketēšana, jo dažās vietās, kur skolēnu redzes skrīninga ietvaros veic tikai redzes asuma novērtēšanu tālumā, uz padziļinātu redzes funkciju novērtēšanu pie redzes speciālista aizsūta tos bērnus, kuriem ir konstatēts pazemināts redzes asums un kuriem ir astenopiskās sūdzības [3].

2.4.10. Otrā pētījuma daļa

Otrajā pētījuma daļā piedalījās 86 bērni. Ņemot vērā pirmajā pētījuma daļā iegūtos rezultātus par katra no *ESSILOR ERGOVISION* testa precizitātes novērtējumu un to, ka skrīningam jābūt ātram, jāiekļauj viegli saprotamus testus, bet jābūt pietiekami efektīvām, lai atsijātu bērnus ar redzes problēmām, tika izveidota testu virkne saīsinātam redzes skrīningam, ko veikt ar doto skrīninga iekārtu.

Ņemot vērā citu valstu pieredzi redzes skrīningos skolas vecuma bērniem [25, 39, 72], šajā pētījuma daļā bija iekļauti:

- testi redzes asuma novērtēšanai tālumā un tuvumā;
- hipermetropijas tests;
- heteroforijas tests tālumā un tuvumā;
- stereoredzes tests tālumā un tuvumā.

Testiem redzes asuma noteikšanai iegūts augsts diagnostiskais novērtējums bērnu konstatēšanai ar redzes asumu zem 1,0. Redzes asumu tālumā un tuvumā vērtēja arī tāpēc, ka, ja starpība decimālajā redzes asumā starp tālumu un tuvumu ir divas rindiņas, tas norāda uz

iespējamu miopijas attīstības risku (zemāks redzes asums tālumā) vai uz iespējamu hipermetropiju, kuru tuvumā akomodācija nespēj kompensēt (zemāks redzes asums tuvumā) vai uz akomodācijas funkciju traucējumiem (zemāks redzes asums tuvumā) [25].

Hipermetropijas tests pirmajā pētījuma daļā uzradīja lielu viltusnegatīvo atbilžu procentu, bet galvenokārt iespējamo neprecīzo jautājumu un rezultātu interpretācijas dēļ. Tāpēc šajā pētījuma daļā testu veica, ņemot vērā nepilnības jautājumu formulējumos testa izpildēs laikā, kas bija pieļautas pirmā pētījuma laikā.

Heteroforijas tests bija iekļauts tādēļ, ka apmēram 20 % bērnu pirmā pētījuma laikā bija konstatēta heteroforija tuvumā ārpus normām, kā arī šo funkciju obligāti novērtē redzes skrīningos citās valstīs. Stereoredzes sliekšņa novērtēšana iekļauta, jo stereoredzes neesamība var norādīt uz binokulārās redzes traucējumiem.

Ja bērna redzes asums attiecīgajā attālumā bija 1,0 vai augstāks, tad testu redzes asumam šim attālumam varēja izpildīt ļoti ātri. Ja bērna redzes asums bija zem 0,5 un bērns pat lāga nevarēja saskatīt ciparus, kuri apzīmē rindiņas kārtu, *ESSILOR* rekomendētā pieeja nedarbojās. Lūgt, lai bērns nosauc 12. optotipu rindiņu, un, ja bērns to nespēj, lūgt, lai nosauc nākamo 10. horizontālo rindiņu virs iepriekšējās un turpināt tik ilgi, līdz attiecīgā rindiņa ir nosaukta pilnā apmērā, nebija iespējams, jo bērns nezināja, kura no rindiņām ir divpadsmitā vai desmitā. Tad, lai paātrinātu skrīninga gaitu, tika jautāts, vai bērns vispār redz ciparus katras rindiņas sākumā. Jo, ja nevarēja redzēt pat tos, redzes asums bērnam bija zem 0,2. Ja redzēja ciparus, tad tika lūgts nosaukt to ciparu, blakus kuram rindiņā var izšķirt optotipus, kā arī nosaukt pašus optotipus. Skrīninga rezultātā no izlases atlasīti 9 bērni ar redzes asumu tālumā labāk redzošajā acī 0,6 vai mazāk. Pieciem no šiem bērniem nevarēja novērtēt stereoredzes sliekšni tālumā, toties tuvumā viņu redzes asums bija 1,0 un ar stereoredzes testu viņiem konstatēts normai atbilstošs stereoredzes sliekšnis tuvumā. Diviem no šiem 9 bērniem tika konstatēta ezoforija tuvumā. Visi šie bērni steidzami aizsūtīti pie redzes speciālista tālākai izmeklēšanai.

Atlasīti 5 bērni, kuru redzes asums tuvumā bija 1,0 vai 1,2 un attiecīgi tālumā 0,8 vai 1,0. Šie bērni ir pieskaitīti pie riska grupas miopijas attīstībai un viņiem rekomendēts novēroties pie redzes speciālista reizi pusgadā. Atlasīti 3 bērni, kuriem redzes asums tālumā bija 1,0 vai 1,2 un tuvumā attiecīgi 0,8 vai 1,0. Diviem no viņiem bija pozitīvs hipermetropijas tests, bet vienam konstatēts tikai pazemināts redzes asums tuvumā, tātad šim bērnam ir iespējamās akomodācijas problēmas. Visiem šiem bērniem ir rekomendēts griezties pie redzes speciālista tālākai izmeklēšanai.

Pozitīvs hipermetropijas tests, bet normāls redzes asums tuvumā konstatēts 2 bērniem. Tā kā viņiem dotajā brīdī nav izmaiņu redzes asumam ne tālumā, ne tuvumā, kā arī nav

sūdzību par problēmām veikt darbus tuvumā, bērniem rekomendēts pārbaudīt redzes funkcijas reizi gadā.

Veicot heteroforijas testu, konstatēts, ka, lai arī tests ir ļoti vienkāršs, nelielam skaitam bērnu vajadzēja jautājumu pārfrāzēt, precizēt, lai iegūtu vajadzīgo atbildi. Jautājumu formulējums „Kur atrodas sarkanais aplītis, zaļā taisnstūra iekšpusē vai ārpus tā?“, reizēm bija nesaprotams. Tādā gadījumā vajadzēja bērnam sniegt aprakstu par redzamo testa objektu „Vai redz uz ekrāna kaut kur sarkano punktiņu? Vai redz zaļo taisnstūri/kastīti?“. Ja abas figūras ir saskatāmas, tad jautāja, kur aplītis atrodas attiecībā pret taisnstūri. Tad sekoja otrs, precizējošais jautājums ”Cik tuvu taisnstūra robežām, vai cik tālu iziet no tā sarkanais aplītis”. Kopumā, heteroforija tālumā ārpus Vika normām ($1 \pm 2 \Delta$ eksoforija) [24] konstatēta 5 bērniem, tuvumā eksoforija virs 6Δ konstatēta 9 bērniem, bet ezoforija – 4 bērniem. Šajā pētījuma daļā heteroforija tuvumā ārpus normām konstatēta apmēram 15 % bērnu (13 bērniem no 86), salīdzinot ar 20 % bērnu, kuri piedalījās pirmajā pētījuma daļā un kuriem heteroforija tuvumā tika noteikta ar aizklāšanas testu. Vai tāda starpība iegūtos rezultātos izveidojās skrīninga iekārtas zemās testa jutības dēļ vai tāda ir dotās izlases īpatnība, atbildēt nav iespējams, jo paralēli šiem bērniem otrajā pētījuma daļā standarta optometriskā pārbaude netika veikta. Lai to izvērtētu, būtu nepieciešami tālāki pētījumi.

Veicot stereoredzes testu, konstatēts, ka tests bērnu skrīningdiagnostikai ir pārāk complicēts. Ļoti daudz laika aizņem jautājumu formulēšana un pārfrāzēšana, lai iegūtu no bērna korektu atbildi par iespējams redzamo stereoefektu. Līdz ar to var secināt, ka iegūt korektu rezultātu par stereoredzes asumu ar šo testu var tikai tāds operators, kuram ir dziļas zināšanas par testa struktūru, darbības principiem un iespējamām kļūdām, kuras var pieļaut testa izpildes laikā. Otrajā pētījuma daļā parādījās līdzīga problēma, kura bija konstatēta pirmā pētījuma laikā – bērni ar pazeminātu redzes asumu tālumā (5 bērni ar redzes asumu labāk redzošajā acī no 0,2 līdz 0,6) testu tālumā izpildīt nevarēja, jo viņu formas redze neļāva viņiem kārtīgi izšķirt testa objektus. Kā jau minēts iepriekš, tiem pašiem bērniem testu varēja izpildīt tuvumā, jo redzes asums tuvumā viņiem bija 1,0 un augstāks, un viņiem konstatēts normāls stereoredzes sliekšnis tuvumā.

Jebkurā gadījumā, lai saprastu, vai bērnam ir binokulāra redze, stereoredzes tests ir pārāk complicēts un laikietilpīgs. Pie tam, ar šo testu bērniem nevar noteikt visus iespējamus redzes rakstura stāvokļus: vienlaicīgu redzi, monokulāru un monokulāru-alternējošu redzi. Nav pārlicinošu pierādījumu, ka stereoredzes testiem ir liela loma, lai padarītu redzes skrīningu efektīvāku. Pie tam Titmuss testa izpildes laikā bērniem ir diezgan grūti izprast, ko no viņiem vēlas [1]. Tāpēc redzes rakstura noteikšanai skrīninga ietvaros būtu labāk lietot Vorsa testu, kurš ir vienkāršs, ātrs un informatīvs. Slaidis ar testa objektu, kurš ir veidots pēc Vorsa testa principiem ir pieejams dažu ražotāju automatizētajos redzes testeros [73].

Kopumā saīsinātā pārbaude ar *ESSILOR ERGOVISION* iekārtu vienam bērnam aizņēma vidēji 4 minūtes (jo zemāks bija bērna redzes asums, jo ilgāk noritēja pārbaude), kas ir uz pusi mazāks laiks, kā bija pirmajā pētījumā iesaistīto bērnu daļai, bet skrīnings nezaudēja savu efektivitāti un bija tik pat informatīvs.

2.5. Diskusija

ESSILOR ERGOVISION testiem redzes asuma noteikšanai tūlumā, salīdzinot ar līdzvērtīgu standarta optometrisko pārbaudi, ir augsta jutība un specifiskums. Tests atsiņās tālākai izmeklēšanai vidēji par 8 % – 9 % vairāk bērnu pazemināta monokulārā redzes asuma dēļ un par 9 % vairāk bērnu pazemināta binokulārā redzes asuma dēļ, nekā tas būtu nepieciešams. Kaut abu testu viltuspozitīvo atbilžu procents nedaudz atšķiras no reāli optometriskā pārbaudē iegūtajiem rezultātiem (monokulārajam redzes asumam tas ir par 1 % mazāks, bet binokulārajam – par 1 % lielāks), šī starpība ir nenozīmīga un var secināt, ka aparatūras ticamības parametru noteikšanai lietota *ROC* analīze dot ticamus rezultātus. Kopumā testa jutība ap 98 % un specifiskums ap 92 % ir labs rādītājs skrīninga aparatūrai, salīdzinot ar līdzīgām metodēm [3, 31, 57].

Redzes asumu tuvumā redzes skrīningos bieži nevērtē, bet tā ir svarīga funkcija skolas vecuma bērniem, jo bērnam jāredz skaidri ne tikai to, kas ir rakstīts uz tāfeles, bet arī to, kas ir rakstīts grāmatā un viņa burtnīcā. Papildus, redzes asuma atšķirība tūlumā un tuvumā labāk var norādīt uz iespējamiem redzes funkciju (refrakcijas, akomodācijas) traucējumiem nekā redzes asums tūlumā atsevišķi. Skrīninga aparatūras testam „redzes asums tuvumā” ir 100 % jutība un 99 % specifiskums. Tests var aizvietot līdzīgu standarta pārbaudi un ir ideāli piemērots bērnu atlasīšanai ar pazeminātu redzes asumu tuvumā.

Skrīninga testa operatoram nav jābūt dziļām zināšanām optometrijā, lai veiktu redzes asuma pārbaudes testus. Testu uzdevums bērniem ir viegli saprotams. Bet gadījumā, kad bērna redzes asums ir ļoti zems, vēlams sākumā noskaidrot, vai viņš redz numurus, kuri apzīmē rindiņas kārtu un ar kuras kārtas numuru, pēc bērna domām, viņš var nosaukt optotipus. Savādāk bērns nesaprot uzdevumu, ilgs laiks tiek patērēts, kamēr operators lūdz nosaukt rindiņu virs desmitās un nesaņem atbildi, ja bērns redz, piemēram, tikai četras rindiņas.

Hipermetropijas testa rezultāti, salīdzinot ar standarta optometrisko pārbaudi, parādīja lielu viltusnegatīvo atbilžu procentu. Neprecizējot, vai ar papildus uzlikto +1,00 D lēcu, lai arī rindiņa palika nedaudz sliktāk saskatāma, to joprojām var nosaukt, hipermetropija nebūs konstatēta apmēram 30 % bērnu. Tāpēc šo testu korekti izpildīt var operators, kurš ir stingri apmācīts uzdot arī šos precizējošos jautājumus, izskaidrojot hipermetropijas pastāvēšanas principus. Tests ir svarīgs, jo bērnam jāredz skaidri un komfortabli 35 – 40 cm attālumā, bet

hipermetropijas gadījumā, kad pilna vai daļēja ametropijas kompensēšana notiek uz pārlieku liela akomodācijas tonusa rēķina, bērnam var veidoties acu un galvas sāpes, pārlieku nogurums u.c. sūdzības, kā rezultātā bērns var izvairīties veikt darbus tuvumā un sāks atpalikt mācībās [1, 2]. Tāpēc šī testa precizitātes pārbaude, korekti testu izpildot, varētu būt nākamo pētījumu viens no uzdevumiem.

ESSILOR ERGOVISION astigmātisma testa precizitāti raksturojošie parametri nav augsti, tā jutība ir apmēram 85 %, bet specifiskums – apmēram 70 %. Tas nozīmē, ka ap 15 % bērnu ar astigmātismu tas nebūs konstatēts un 30 % bērnu bez astigmātisma būs kļūdaini pieskaitīti pie grupas ar astigmātismu. Testa korekta interpretācija lielā mērā ir atkarīga no operatora zināšanām par testa būtību, vai arī operatoram stingri jāievēro, kādas bērna atbildes var uzskatīt par pozitīvu testa rezultātu. Tā kā augstas pakāpes astigmātisma gadījumā bērnam būs pazemināts redzes asums tālumā vai netieši uz zemas pakāpes astigmātismu var norādīt fakts, ka bērns pieļauj kļūdas nosaucot optotipus ar noteiktu orientāciju, lai saīsinātu kopējo redzes skrīninga laiku, astigmātisma testu lietot skolas vecuma bērniem skrīningdiagnostikai nav lietderīgi.

Nemazāk svarīga redzes funkcija skolas vecuma bērniem ir stabila binokulārā redze. Binokulāro funkciju traucējumi var radīt lasīšanas grūtības, bērns var sākt atpalikt mācībās [1, 2]. Analizējot bērna binokulārās sistēmas darbības spējas un to, kā bērns izmanto abas acis, ir jādiferencē visi redzes rakstura veidi [61]. Nav pārliecinošu pierādījumu par stereoredzes sliekšņa testa iekļaušanas lietderīgumu skolēnu redzes skrīningos [1]. Lai arī uzskata, ka stereoredze ir iespējama tikai, ja ir stabila binokulārā redze, tā ir iespējama arī pie binokulārās redzes traucējumiem. Stereoredze ir novērota pat pacientiem ar nelielu anizotropijas ambliopiju un mazu šķielēšanas leņķi. Pie tam, katram cilvēkam stereoredzes slieksnis ir individuāls un ne visiem cilvēkiem ar binokulāro redzi ir arī stereoredze [61]. Tāpēc, ja ar skrīninga iekārtu bērnam ir konstatēta stereoredze, tas vēl nenozīmē, ka viņam nav binokulārās redzes traucējumu.

ESSILOR ERGOVISION esošajam testam stereoredzes sliekšņa noteikšanai ir augsta precizitāte, salīdzinot ar līdzīgu testa objektu Titmuss testā. Tomēr tests ir grūti izskaidrojams bērnam un ar šo testu nevar noteikt stereoredzes esamību, ja testa izpildīšanas attālumā bērna redzes asums ir samazināts, jo bērns vienkārši nevar izšķirt testa objektus. Teorētiski, redzes raksturu var novērtēt ar iekārtā esošo heteroforijas testa objektu, jo pēc savas būtības tas ir līdzīgs Šobera testam. Tomēr šim testam būtu viens liels trūkums – ar to nevar novērtēt vienlaicīgu redzes raksturu, jo nav kopīga attēla abām acīm. Tāpēc ar šo testu iegūtā atbilde, kas norāda uz binokulāro redzi, tai pat laikā var norādīt arī uz vienlaicīgu redzi [61]. Ir būtiski diferencēt šos divus redzes rakstura veidus, jo vienlaicīga redze var būt par iemeslu ne tikai bērna astenopiskām sūdzībām, bet arī norādīt uz nopietnām redzes ceļu patoloģijām. Tāpēc šo

testu vēlams lietot tikai kā papildus testu kopā ar citiem redzes rakstura izmeklēšanas testiem. Balstoties uz citu autoru pētījumiem [21, 45, 57], lietderīgi būtu redzes skrīninga ietvaros lietot Vorsa testu, kas ir vienkāršs, bērniem viegli saprotams un ar to var novērtēt visus iespējamus redzes rakstura veidus.

Heteroforijas noteikšana tālumā un tuvumā ir tik pat svarīgs aspekts skolas vecuma bērniem kā stabila binokulāra redze, jo redzes uzdevumus viņiem jāpilda gan tālumā, skatoties uz tāfeli, gan daudz jāstrādā tuvumā. Dekompensēta heteroforija var komplicēties ar dubultošanos, traucēt normāli pildīt darba uzdevumus. Skrīninga iekārtā iestrādātajai testa versijai ir zema jutība, bet augsts specifiskums, veicot heteroforijas testu tālumā. Testa jutība varētu būt augstāka, vērtējot testu kvantitatīvi, rezultātā nepieskaitot pie grupas ar ortoforiju bērnus ar ezoforiju līdz 2 Δ un eksoforiju līdz 6 Δ. Pretējā gadījumā 40 % bērnu ar heteroforiju tika pieskaitīti pie grupas ar ortoforiju. Būtu lietderīgi no jauna novērtēt ticamības parametrus testa versijai tālumā, ņemot vērā šī darba laikā iegūtās atziņas, kā arī ticamības parametru novērtēšana testa versijai tuvumā būtu svarīgs etaps nākamam pētījumam, jo kā parādīja standarta optometriskā pārbaude 20 % bērnu mēdz būt heteroforija tuvumā, kura pārsniedz pieņemto normu.

Kontrastredzes un krāsu redzes novērtēšana nav rutīnas testi arī standarta pārbaudes laikā, kā arī to korektai izpildīšanai un interpretācijai bērnam jābūt emetropizētam. Pretējā gadījumā bērns neizšķir testa objektu un izkrīt skrīninga laikā nevis izmainītas attiecīgās funkcijas dēļ, bet tādēļ, ka viņa centrālā redze neļauj izšķirt testa objekta formu. Tā kā skrīninga laikā bērnu ar refrakcijas anomālijām emetropizēt nav iespējams, kā arī abi testi ir laikietilpīgi, iekļaut šos testus standarta redzes skrīningā nav lietderīgi.

Tomēr uzskatam, ka šīs redzes funkcijas būtu jāvērtē padziļinātājā redzes funkciju pārbaudē pirmsskolas vecumā pie oftalmologa. Krāsu redzes deficīta atrašana pirmsskolas vecumā ir svarīga tāpēc, ka lielākā daļa no sākumskolas izglītības procesa ir saistīta ar krāsu atpazīšanu un krāsu redzes vai kontrastredzes defekta esamība var radīt grūtības dažu redzes uzdevumu pildīšanā [4, 38]. Kontrastjutību ietekmē visi stāvokļi, kas degradē tīklenes attēlu, ne tikai nekoriģētas refrakcijas kļūdas, bet arī nopietnas acu slimības. Līdzīgi, krāsu redzes deficīts var būt indikators tīklenes un redzes nerva slimībām, kuras būtu jāārstē bērnu oftalmologam.

Netraucētas akomodācijas funkcijas ir svarīgas skolas vecuma bērniem, lai viņi varētu efektīvi lietot savu redzi dažādos attālumos: būtu spējīgi ātri mainīt akomodāciju, mainoties skata attālumam, un būtu spējīgi saglabāt abu acu precīzu akomodāciju uz konkrētā attālumā esošu objektu, lai redzētu to skaidri. Pirmajā pētījuma daļā standarta optometriskās pārbaudes laikā bija iekļauti visbiežāk lietotie testi optometrista praksē akomodācijas funkciju novērtēšanai. Pētījuma rezultāti rāda, ka dotās akomodācijas funkcijas ārpus normām ir

konstatētas 3 % no izlases (20 no 690 bērnu). Tā kā šo funkciju korektam izpildījumam bērnam jābūt ar pilnu sfero-cilindrisko korekciju, kā arī traucējumu izplatība nav bieža, papildus iekļaut šo funkciju novērtēšanu redzes skrīningā nav lietderīgi. Daudz informatīvāks tests akomodācijas efektivitātes novērtējumam ir akomodācijas atbildes reakcijas lieluma mērīšana ar dinamiskās retinskopijas metodēm, jo tā novērtē akomodācijas atbildi dabīgos apstākļos pie netraucēti strādājošas akomodācijas. Bet dotās akomodācijas novērtēšanas tehnikas nav rutīnas izmeklēšanas metodes, šo testu izpildīšana prasa specifiskas tehniskās iemaņas un zināšanas testa interpretācijā. Skrīninga laikā par akomodācijas traucējumiem var spriest no redzes asuma pārbaudes rezultātiem. Operators var salīdzināt iegūto redzes asumu tālumā un tuvumā. Ja tuvumā redzes asums ir par divām redzes asuma rindīņām zemāks nekā tālumā, tas var norādīt ne tikai uz nekoriģētu hipermetropiju, bet arī uz akomodācijas traucējumiem. Kā arī, lai atlasītu bērnus ar akomodācijas funkciju problēmām, varētu palīdzēt anketēšana. Ja anketēšanas rezultātā ir konstatēts, ka bērnam ir astenopiskās sūdzības, to jāsusūta padziļinātai redzes funkciju izmeklēšanai [3].

Noturīga konverģences funkcija bērniem ir svarīga, lai ilgstoši un precīzi virzītu redzes asis uz intereses objektu tuvumā. Konverģences darbības novērtēšana ar plūstošās konverģences metodi ir ātra, bet ir jāatceras, ka, ja pastāv aizdomas uz konverģences problēmām, šo funkciju jāvērtē vairākas reizes un izmeklēšanā jālieto arī citas metodes [1]. Tā kā attālināts konverģences tuvuma punkts standarta optometriskās pārbaudes laikā tika konstatēts 7 % bērnu (50 no 690 bērnu), tad šo funkciju skrīninga ietvaros varētu pārbaudīt tikai tiem bērniem, kuriem ir sūdzības par redzes uzdevumu izpildi tuvumā, jo tests ir vienkāršs, ātrs, neprasa specifiskās tehniskās iemaņas un ir viegli interpretējams. Lai izveidotu skolēnu grupu, kuriem jāpārbauda konverģence, lietderīgi izveidot aptaujas anketu, kuru dienu pirms redzes skrīninga aizpilda bērna vecāki un/vai skolotāji (anketas izveidošana varētu būt nākamo pētījumu viens no uzdevumiem; anketas paraugu [24] skat. 8. pielikumā). Tad papildus redzes funkciju novērtēšanu bērnam veic tikai gadījumā, ja viņam ir konstatētas astenopiskās sūdzības.

Kā jau minēts šī darba 1.4. nodaļā, saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr. 1046, kas stājās spēkā 2007. gada 17. decembrī, Latvijā nepilngadīgiem bērniem pēdēja obligātā profilaktiskā redzes pārbaudes ir paredzēta pirms skolas 6 – 7 gadu vecumā, kuru veic oftalmologs, jo šādas pārbaudes ietvaros bērna refrakcijas novērtēšanai ir jālieto cikloplēģiskie farmakoloģiskie līdzekļi. [33]. Skolas vecuma bērniem Latvijā regulāru redzes skrīningu neveic. Dažās skolās redzes skrīningu veic skolas medmāsa, nosakot vienīgi bērna redzes asumu tālumā (5 metru attālumā), un gadījuma, ja noteiktais bērna redzes asums ir zemāks par 0,8 Snella decimālajām vienībām, nosūta bērnu padziļinātai izmeklēšanai pie bērna oftalmologa. Tomēr pēc daudzu autoru datiem, šāds skrīnings neļauj novērtēt, vai bērna

redzes funkcijas atbilst redzes pamatprasībām skolā un nav pietiekams efektīvam redzes skrīningam [3, 25, 40, 41]

Kopumā, svarīgākas redzes funkcijas, kuras būtu jānosaka redzes skrīninga laikā, lai tas būtu ātrs un efektīvs, ir redzes asums tālumā un tuvumā, hipermetropijas tests, redzes raksturs tālumā un tuvumā, heteroforijas tests tālumā un tuvumā [3, 25, 43, 44]. Kā rāda otrā pētījuma daļa, veicot šos testus, redzes pārbaude vienam bērnam aizņem vidēji 4 minūtes laika. Ja lietot bērnam viegli saprotamu un viennozīmīgi interpretējamu testu redzes rakstura noteikšanai *ESSILOR ERGOVISION* iestrādātā stereoredzes sliekšņa noteikšanas testa vietā, skrīninga laiku varētu vēl vairāk saīsināt.

Latvijā bērnu regulāru redzes skrīningu neveic iespējams, tāpēc ka ir uzskats, ka bērns skolas vecumā ir jau patstāvīgs un gadījumā, ja viņam radīsies problēmas ar redzi, viņš par to paziņos vecākiem vai aizbildņiem, kuri bērnu aizvedīs pie redzes speciālista. Tomēr dzīvē tā bieži nenotiek. Papildus tam, ka redzes skrīninga laikā agrīni tiktu konstatēti redzes funkciju traucējumi, šis process ļautu iesaistīt profilaktiskās redzes pārbaudēs neārstnieciskas personas, piemēram, optometristus vai speciāli apmācītas skolas medmāsas. Ir daudzi pētījumi, kuri liecina, ka redzes skrīnings ar automatizētām iekārtām viennozīmīgi ir ekonomiski izdevīgāks par bērnu ikgadēju nosūtīšanu uz redzes pārbaudi medicīniskā iestādē, kā arī tas ļauj iekonomēt izmaksas redzes rehabilitācijai, ja kāds no redzes funkciju traucējumiem nav laicīgi konstatēts un koriģēts [1, 37, 40, 55].

Ieviest līdzīgas struktūras redzes skrīningu Latvijas skolās būtu ekonomiski izdevīgi. Pat ja ņem vērā, ka redzes skrīnings aizņem vienam bērnam 4 minūtes, skolu, kur mācās 1200 bērni varētu pārbaudīt 80 darba stundu laikā. Pat algojot redzes skrīningam speciāli apmācītu speciālistu, tas būtu ekonomiski izdevīgāk, nekā sūtīt uz pārbaudi katru bērnu uz poliklīniku vai optiku, kur padziļināta visu redzes funkciju izmeklēšana prasa vidēji 20 minūtes laika un 1200 bērnu pārbaude redzes speciālistam līdz ar to prasītu 400 darba stundu laika.

Šī darba ietvaros ir atbildēts uz vairumu jautājumu, kas tika izvirzīti ievada daļā. Tā kā redzes funkciju traucējumi ir plaši izplatīti bērniem, ir vēlams veikt redzes skrīningu katru gadu. Redzes skrīningus varētu veikt optometrists vai speciāli apmācīta skolas medmāsa. Redzes funkciju novērtēšanai būtu jāiekļauj testi, minēti augstāk, kā arī vēlams veikt skolēnu (vai to vecāku un/vai skolotāju) anketēšanu, lai konstatētu astenopiskās sūdzības. Diemžēl grūtākais jautājums ir tāds, kā var pārliecināties par to, ka tālāka padziļināta redzes funkciju pārbaude tiks veikta tiem bērniem, kuri izkrita skrīninga laikā. Pagaidām šis jautājums paliek neatbildēts un varētu kalpot kā viens no mērķiem turpmākajā pētījumā, lai padarītu skolas vecuma bērnu redzes aizsardzības sistēmu maksimāli efektīvu.

SECINĀJUMI

1. *ESSILOR ERGOVISION* aparatūra dod ticamus rezultātus, salīdzināmus ar standarta optometrisko pārbaudi testiem redzes asuma novērtēšanai tālumā un tuvumā ($P = 95 \%$), stereoredezs sliekšņa testam tuvumā ($p > 0,05$).
2. *ESSILOR ERGOVISION* aparatūras testiem „Hipermetropijas skrīnings” un „Heteroforija tālumā” ir liels viltusnegatīvo atbilžu procents, bet testam „Astigmātisma tests” – liels viltuspozitīvo atbilžu procents ($P = 95 \%$).
3. Lai ar skrīninga iekārtu korekti novērtētu krāsu redzi, kontrastredzi un stereoredzes sliekšni tālumā, bērnam jābūt emetropizētām.
4. Lai skolas vecuma bērnu redzes skrīnings būtu efektīvs, tajā jāiekļauj sekojoši testi:
 - redzes asuma novērtēšana tālumā;
 - redzes asuma novērtēšana tuvumā;
 - hipermetropijas tests;
 - redzes rakstura tests, ar kuru iespējams novērtēt visus redzes rakstura veidus;
 - heteroforijas tests tuvumā.
5. Redzes funkciju pārbaude skolas vecuma bērniem, lietojot saīsināto skrīninga modeli, ar *ESSILOR ERGOVISION* prasa vidēji 4 minūtes laika.
6. Darbam ar iekārtu nepieciešams labi apmācīts operators, kuram ir izpratne par optometrijas jautājumiem.

NOBEIGUMS

Darbs veikts nekomerciālos apstākļos.

Šī darba ietvaros ir konstatēts, kādiem skrīninga iekārtas testiem ir augstākie ticamības parametri (redzes asuma testi, stereoredzes sliekšņa tests tuvumā) un kādas nianse jāievēro, lai visi ESSILOR ERGOVISION testi tiktu izpildīti un reģistrēti korekti. Piemēram:

- veikt krāsu redzes un kontrastredzes testus ar labāko sfero-cilindrisko korekciju;
- reģistrēt astigmātisma esamību tikai gadījumā, kad bērns melnākus redz vienu, vai divus blakus esošus starus;
- hipermetropijas skrīninga testa laikā korekti formulēt jautājumus.

Lai korekti novērtētu heteroforijas testa, hipermetropijas testa un astigmātisma testa ticamības parametrus, jāveic atsevišķs pētījums, ievērojot šajā darbā iekļautās rekomendācijas (skat. augstāk minētās rekomendācijas krāsu redzes, kontrastredzes, astigmātisma un hipermetropijas testiem). Heteroforijas testa gadījumā jāizvēlās vienotais kritērijs, kādu atradni uzskatīt par ortoforiju, bet kādu – par heteroforiju.

Darbā konstatēts, kādus testus jāiekļauj, lai skolas vecuma bērnu redzes skrīninga procedūra būtu efektīva. Skrīninga ietvaros būtu vēlams labāk novērtēt redzes raksturu nevis stereoredzi, to nosakot ar testu, ar kura palīdzību var novērtēt visus redzes rakstura veidus. Vadoties no šī darba novērojumiem, varētu izveidot datorizētu programmu redzes skrīningam, lai redzes skrīningu varētu veikt vienlaicīgi vairākās skolās.

Redzes skrīnings, lietojot automatizētās iekārtas vai datorizētās skrīninga programmas ir ekonomiski izdevīgāks par bērna nosūtīšanu uz pārbaudi medicīniskās iestādēs. Taču būtu nepieciešams plašāks pētījums šī ekonomiskā izdevīguma novērtēšanai.

PATEICĪBAS

Paldies *Johnson & Johnson AB*, pateicoties kura finansiālajam atbalstam tika iegādāta šajā pētījumā izmantotā aparatūra. Īpaši vēlos pateikties A.Švedei par sniegtajiem padomiem darba izveidē un noformējumā. Paldies L.Feldmanei, Z.Mednei, K.Astičai, G.Fokinai un K.Barišņikovai par palīdzību datu vākšanā. Liels paldies visiem pētījumā iesaistīto bērnu vecākiem vai aizbildņiem par atļauju viņu bērniem piedalīties pētījumā. Paldies pašiem pētījuma dalībniekiem un visiem, kas jebkādā veidā palīdzējuši darba tapšanā. Lielākais paldies manam vīram par lielu pacietību un visa veida atbalstu studiju un darba izveides laikā.

1. **R.H.Duckman.** *Visual Development, Diagnosis, and Treatment of the Pediatric Patient.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006, pp. 34 – 51, 69 – 84, 124 – 140, 171 – 203, 244 – 258, 291 – 361
2. **B.D.Moore et al.** Optometric Clinical Practice Guideline. Care of the Patient with Hyperopia. American Optometric Association, 2008, pp. 3, 10 – 11
3. **M.Gallaway.** The Need for Better School Vision Screening: The Use of VERA Vision Screening in a Community Setting. *Optom Vis Dev*, 2010. 41(4): 232 – 239
4. **N.S.Logan, B.Gilmartin.** School vision screening, ages 5–16 years: the evidence-base for content, provision and efficacy. *Ophthal Physiol Opt*, 2004. 24: 481 – 492
5. The American Academy of Ophthalmology. Vision screening for infants and children. A Joint Statement of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus and the American Academy of Ophthalmology. – [atsauce 20.09.2010]
Pieejams:
http://one.aao.org/CE/PracticeGuidelines/ClinicalStatements_Content.aspx?cid=0ad11e02-6a8b-437e-8d01-f45eb18bc0b6
6. **V.Iannelli.** More on Vision Screening for Kids, 2007. – [atsauce 20.01.2010]
Pieejams: http://pediatrics.about.com/cs/pediatricadvice/a/vision_scrning.htm
7. **J.Evans, L.Smeeth, A.Fletcher.** Vision screening, *Br J Ophthalmol*, 2009. 93: 704-705.
8. **R.A.Weale.** Epidemiology of Refractive Errors and Presbyopia. *Survey of Ophthalmology*, 2003. 48(5): 515 – 543
9. **J.Gwiazda, F.Thorn, J.Bauel, et al.** Emmetropization and the progression of manifest refraction in children followed from infancy to puberty. *Clinical Vision Science*, 1993. 8: 631 – 636
10. **M.J.Hirsh.** Changes in astigmatism during the first eight years of school: an interim report from Ojai Longitudinal Study. *American Journal of Optometry*, 1963. 40: 127 – 132
11. **J.Gwiazda, M.Scheiman, J.Mohindra, et al.** Astigmatism in children: changes in axis and amount from birth to six years. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1984. 25: 88 – 92
12. **D.O.Mutti, G.L.Mitchel, M.L.Moeschberg, et al.** Parental Myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002. 43: 3633 – 3540
13. **M.I.Mäntyjärvi.** Changes of refraction in schoolchildren. *Arch Ophthalmol*, 1985. 103: 790 – 792

14. **B.Gilmartin.** Myopia: precedents of research in the twenty-first century. *Clin Exp Ophthalmol*, 2004. 32: 305 – 324
15. **C.S.Lam, E.Goldschmidt, M.H.Edwards.** Prevalence of myopia in local and international schools in Hong Kong. *Optom Vis Sci*, 2004. 81: 317 – 322
16. **G.Ibay, B.Doan, L.Reider, et al.** Candidate high myopia loci on chromosomes 18p and 12q do not play a major role in susceptibility to common myopia. *BMC Med Genet*, 2004. 5: 20
17. **M.I.Mäntyjärvi.** Predicting of myopia progression in school children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1985. 22: 71 – 75
18. **T.Grosvenor, M.C.Flom.** *Refractive Anomalies*. Boston: Butterworth – Heinemann; 1991, pp. 81 – 103, 146 – 173
19. **M.J.Hirsh.** Predictability of refraction at age 14 on the basis of testing at age 6 – interim report from Ojai Longitudinal Study of refraction. *American Journal of Optometry*, 1963. 41: 567 – 573
20. **D.A.Goss.** Variables related to the rate of childhood myopia progression. *Optom Vis Sci*, 1990. 67: 631 – 636
21. **D.O.Mutty, L.A.Jones, M.L.Moeschberger, K.Zandik.** AC/A Ratio, Age and Refractive Error in Children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2000. 41(9): 2469 – 2478
22. **Э.С.Аветисов.** *Охрана зрения детей*. Москва: Медицина, 1975, стр. 60 – 82
23. **B.D.Moore et al.** Optometric Clinical Practice Guideline. Care of the Patient with Myopia. American Optometric Association, 2006, pp. 5, 14 – 16
24. **M.B. Taub,** Binocular vision anomalies. *Optometry Today*, 2004. 4: 42 – 45
25. Крымский Республиканский Медицинский Центр Реабилитации Зрения, I этап диспансеризации – скрининговый профилактический осмотр. – [atsauce 19.02.2010]
Pieejams: <http://eyecenter.com.ua/teach/industrial/index.htm>
26. American academy of Pediatric. Use of Photoscreening for Children’s Vision Screening. *Pediatrics*, 2002. 109(3): 524 – 525
27. Wikipedia The Free Enciclopedia skring (medicine) – [atsauce 10.05.2011]
Pieejams: [en.wikipedia.org/wiki/Screening_\(medicine\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Screening_(medicine))
28. Missouri Department of Health & Senior Services. Vision Screening Guidelines. – [atsauce 9.12.2009.]
Pieejams: <http://www.dhss.mo.gov/SchoolHealth/VisionScreeningGuidelines.pdf>
29. **R.W.Fletcher, S.W.Fletcher.** *Clinical Epidemiology*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005, pp. 38 – 42

30. **Margaret Sullivan Pepe.** *The Statistical Evaluation of Medical Tests for Classification and Prediction.* New York: Oxford University Press, 2004, pp. 14 – 33, 67 – 75
31. **P.H.Berg, D.T.Wheeler.** A Review of Primary Care Vision Screening. *American Orthoptic Journal*, 2009. 59: 98 – 102
32. **J.A.Little.** The Paediatric Eye examination. *In: Eastern European Optometric Education Conference*, Brno Little J-A, February, 2008. Lecture.
33. Latvijas Republikas Ministru Kabinets. 5.pielikums noteikumiem Nr.1046 "Veselības aprūpes organizēšanas un finansēšanas kārtība", Profilaktisko apskašu programma. Apakšpunkti: 1.5.3., 1.6.3. un 1.6.4. (spēkā no 19.12.2006.) – [atsauce 7.05.2011.]
Pieejams:
[http://phoebe.vm.gov.lv/misc_db/web.nsf/bf25ab0f47ba5dd785256499006b15a4/17cb8c1218bf81cdc2257313001f391a/\\$FILE/5.pielikums.pdf](http://phoebe.vm.gov.lv/misc_db/web.nsf/bf25ab0f47ba5dd785256499006b15a4/17cb8c1218bf81cdc2257313001f391a/$FILE/5.pielikums.pdf)
34. **N.La Grange et al.** Vision screening in Flanders – Belgium, *In: XI International Orthoptic Congress*, Antwerp, Belgium, May – 28-31, 2008. Abstracts. Antwerp, 2008, p. 94
35. **M.Mathers, M.Keyes, M.Wright.** A review of the evidence on the effectiveness of children's vision screening. *Child: Care, Health & Development*, 2010. 36(6): 756 – 780
36. **V.Dobson, J.M.Miller, E.M.Harvey, D.L.Sherril.** A Screening Protocol for Preschool Children Who Are Members of a Population with High Prevalence of Astigmatism. *In: Vision Science and its Applications (VSIA)*, Monterey California, February – 9, 2001
37. **G.R.Beauchamp, C.Ellepola, C.L.Beauchamp.** Evidence-Based Medicine: The Value of Vision Screening. *American Orthoptic Journal*, 2010. 60: 23 – 27
38. **J.M.Steward, B.L.Cole.** What do color vision defectives say about everyday tasks? *Optometry and Vision Science*, 1989. 66(5): 288 – 295
39. **D.Thomson.** A Sensitive, Specific and Cost-Effective Model for School Entry Screening. *In: Child Vision Research Society*, London, UK, June – 25-27, 2007. Abstracts. London City.University, 2007
40. **A.L.Hård.** Results of vision screening of 6-year-olds at school: a population-based study with emphasis on screening limits. *Acta Ophthalmol. Scand*, 2007. 85: 415 – 418
41. **G.Rozhkova.** Focussing capabilities in junior school children with different clinical refraction. *In: Child Vision Research Society*, London, UK, June – 25-27, 2007. Abstracts. London City University, 2007
42. Izglītības un zinātnes ministrija. PROFESIJAS STANDARTS, Optometrists. Apstiprināts 06.07.2005. ar rīkojumu Nr. 505. – [atsauce 04.09.2010.]
Pieejams: <http://visc.gov.lv/saturs/profizgl/standarti/ps0331.pdf>

43. **M.Paech.** The Orinda Study: should the 'modified clinical technique' retain its 'gold standard' status as a vision screening tool? *Clin Exp Optom*, 2010. 93(1): 31 – 36
44. **R.Mozlin.** The epidemiology of school vision screenings. *J Behav Optom*, 2002. 13: 59 – 65
45. **J.B.Eskridge, J.F.Amos, J.D.Bartell.** *Clinical procedures in optometry*. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 1991, pp. 72 – 90
46. Free Loan of ESSILOR'S ERGOVISION Screener, 2009. – [atsauce 18.11.2009.]
Pieejams: <http://www.essilor.co.uk/marketing/vsopack.pdf>
47. **D.G.Pitts, R.N.Kleinstejn.** *Environmental Vision*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1993, pp 137 – 149
48. **В.В.Волков, А.В.Луизов, Б.В.Овчинников, Н.П.Травникова.** *Эргономика зрительной деятельности человека*. Ленинград: Машиностроение, 1989, стр. 21 – 22, 27 – 29, 44 – 47, 50 – 60
49. Degenerative Myopia. November 2007. – [atsauce 17.10.2009.]
Pieejams: <http://www.mdsupport.org/library/myopic.html>
50. **R.Nowak.** Lifestyle causes myopia, not genes. July 2004. – [atsauce 16.10.2009.]
Pieejams: <http://www.newscientist.com/article/dn6117-lifestyle-causes-myopia-not-genes.html>
51. The European Standard EN 12464-1:2002. Light and lighting — Lighting of work places — Part 1. Indoor work places. – [atsauce 24.05.2011.]
Pieejams: <http://www.scribd.com/doc/35936544/BS-EN-12464-1-2002-Light-and-lighting-%E2%80%94-Lighting-of-work-places-%E2%80%94-Part-1-Indoor-work-places>
52. Latvijas Republikas Ministru Kabinets. Ārstniecības likums (spēka no 01.07.97.) ar grozījumiem, kas izdarīti līdz 20.07.2005. VIII nodaļas 50. pants. – Ārstniecības personu pienākumi un tiesības ārstniecībā. – [atsauce 10.05.2011.]
Pieejams:<http://medicina.lv/lat/second4.php?page=zakoni&page=zakoni&P1=1>
53. **A.R.Kemper, D.Bruckman, G.L.Freed.** Prevalence and Distribution of Corrective Lenses among School-Age Children. *Optometry and Vision Science*, 2004. 81(1): 7 – 10
54. **A.Morgan, R.Young, B.Narankhand, S.Chen, C.Cottrill, S.Hosking.** Prevalence Rate of Myopia in Schoolchildren in Rural Mongolia. *Optometry and Vision Science*, 2006. 83(1): 53 – 56
55. **H.J.Simonsz et al.** Cost-effectiveness analysis of screening and treatment of amblyopia. *In: XI International Orthoptic Congress*, Antwerp, Belgium, May – 28-31, 2008. Abstracts. Antwerp, 2008, p. 39

56. **V.N.Joish, D.C.Malone, J.M.Miller.** A cost-benefit analysis of vision screening methods for preschoolers and school-age children. *J AAPOS*, 2003. 7(4): 283 – 290
57. **S.Lieberman, A.Cohen, M.Stolzberg, J.Ritty.** Validation study of the New York State Ophthalmic Association (NYSOA) vision screening battery. *Am J Optom Physiol Opt*, 1985. 62: 165 – 168
58. **V.Dobson.** Vision in Preschoolers Study Group. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005. 46(8): 2639 – 2648
59. Latvijas Zinātņu akadēmija, Latvijas Zinātnes padome. Zinātnieka ētikas kodeksa 2. punkta 2.7. apakšpunkts. Pieņemts Latvijas Zinātņu Akadēmijas Senāta sēdē 04.11.1997. (lēmums Nr. 49. 2) un Latvijas Zinātnes padomes sēdē 11.11.1997. (lēmums Nr. 11 – 4) – [atsauce 15.09.2010.]
Pieejams:
http://www.lzp.gov.lv/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=87
60. Essilor International – Instruments Depistage. Visiotest Physiologisch Visiotest φ. France: Bediengshandbuch, pp. 10 – 12, 19 – 28
61. **A.Švede, G.Krūmiņa, J.Fridrihsons.** *Pamatizmeklēšanas metodes optometrijā.* Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008, 28., 36., 52., 64. – 68., 71., 76., 81. lpp.
62. Auto Refractometer TR-4000, Operator Manual. Germany: TOMEY GmbH, pp. 6, 31 – 34, 36, 38, 56
63. **T.Dave.** Automated refraction Design and applications. *Clinical*, 2004. 4: pp. 28 – 29
64. TPC-2000A Chart Panel, User Manual. TOMEY, pp. 11 – 14, 16, 41 – 42, 63, 65 – 67, 84
65. **L.Hyvarinen.** Spectacles and training in treating strabismus and amblyopia, Lecture in St.Petersburg on November 1.2002. – [atsauce 26.11.2009.]
Pieejams: <http://www.lea-test.fi/en/assessme/stpeter/index.html>
66. Essilor Optoprox, User Manual. France: Essilor International, pp. 3 – 4
67. **S.L.Robbins, W.K.Christian, R.W.Hertle, D.B.Granet.** Vision testing in the pediatric population. *Ophthalmology Clinics of North America*, 2003. 16(2): 2003, pp. 253 – 267
68. Stereo Flt Test, Instructions of the Stereotests. Chicago: STEREO OPTICAL CO.,INC
69. НПО "Спецмедприбор", Лензметр LM-15 Shin-Nippon (Япония). – [atsauce 02.02.2011.]
Pieejams: <http://www.spetsmedpribor.ru/sk081.htm>
70. Wikipedia The Free Enciclopedia, Color blindness – [atsauce 19.04.2011.]
Pieejams: http://en.wikipedia.org/wiki/Color_blindness
71. Latvijas Republikas Ministru Kabinets. Noteikumu Nr. 57 (spēkā no 09.02.2008.) Par veselības pārbaudēm transportlīdzekļu vadītājiem un personām, kuras vēlas iegūt

transportlīdzekļu vadītāju kvalifikāciju, kā arī par veselības pirmstermiņa pārbaudes izdevumu segšanas kārtību. – [atsauce 10.04.2011.]

Pieejams: <http://www.likumi.lv/doc.php?id=91145>

72. **N.S.Matta et al.** Vision screening in Pennsylvania Dutch Country, how accurate is the PlusOptix? *In: XI International Orthoptic Congress*, Antwerp, Belgium, May – 28-31, 2008. Abstracts. Antwerp, 2008, p. 38

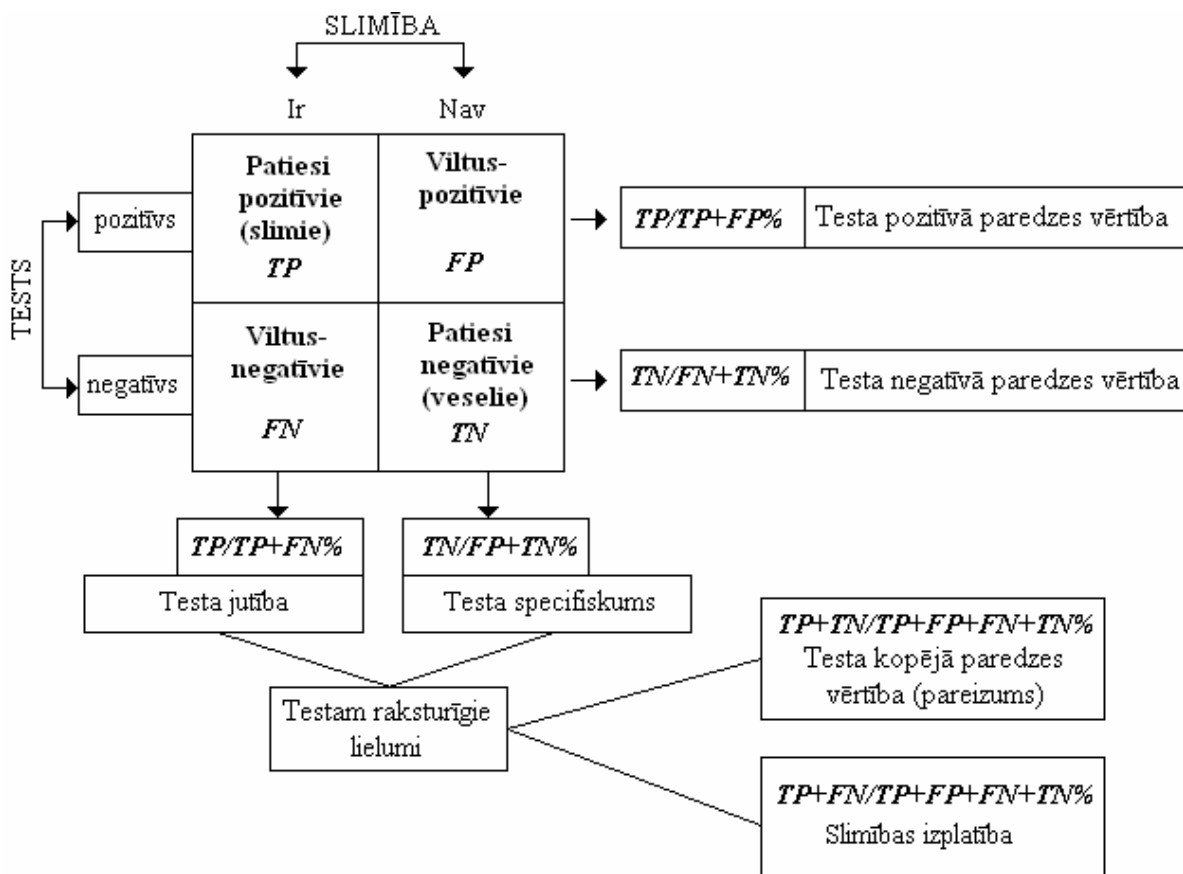
73. Occupational Health Dynamics. Titmus iSeriesVision Screeners. – [atsauce 20.04.2011.]

Pieejams:

http://www.ohdusa.com/products/vision_screeners/titmus_ieseries_vision_screeners.php

Diagnostiskā testa vērtējums

Diagnostiskā testa vērtējumam plaši pielieto *ROC (Receiver-Operating Characteristic)* analīzi. Tā ir metode, ar kuras palīdzību tiek mērīta testa precizitāte neatkarīgi no lēmuma pieņemšanas sliekšņa. *ROC* analīzei iegūtos datus izklāsta 2 reiz 2 tabulā (skat. P1.1. att.). Lai raksturotu testa rezultātu sakritību ar patieso slimības esamību vai neesamību, var veikt dažus vienkāršus aprēķinus [29, 30].



P1.1. att. Testa novērtēšanas kritēriji

Apzīmējumu nozīme:

TP = personas ar patiesi pozitīvu testa rezultātu (slimie ar pozitīvu testu);

FP = personas ar viltuspozitīvu testa rezultātu (veselie ar pozitīvu testu);

FN = personas ar viltusnegatīvu testa rezultātu (slimie ar negatīvu testu);

TN = personas ar patiesi negatīvu testa rezultātu (veselie ar negatīvu testu).

Testu raksturojošo primāro rādītāju aprēķini:

$TP / (TP + FN)$ = testa jutība (*sensitivity*) – spēja atklāt slimniekus vai varbūtība, ka slimis cilvēks kļūdaini nebūs pieskaitīts pie veselajiem, t.i., cilvēkam testa rezultāts nebūs viltusnegatīvs;

$TN / (FP + TN)$ = testa specifiskums (*specificity*) – spēja atsijāt veselos vaivarbūtība, ka vesels cilvēks kļūdaini nebūs pieskaitīts pie slimajiem, t.i., cilvēkam testa rezultāts nebūs viltuspozitīvs;

$FP / (FP + TN)$ = viltuspozitīvo atbilžu procents (α jeb I tipa kļūdu procents);

$FN / (TP + FN)$ = viltusnegatīvo atbilžu procents (β jeb II tipa kļūdu procents);

$(TP + FN) / (TP + FP + FN + TN)$ = meklētās slimības prevalence (dominēšana) apsekotajā populācijā;

$TP / (TP + FP)$ = pozitīvā paredzes vērtība, *PPV (positive predictive value)* – varbūtība, ar kuru iespējams paredzēt, cik lielā daļā gadījumu ar *TP* testa rezultātu patiesi iespējama slimība;

$TN / (FP + TN)$ = negatīvā paredzes vērtība, *NPV (negative predictive value)* – varbūtība, ar kuru iespējams paredzēt, cik lielā daļā gadījumu ar *TN* testa rezultātu patiesi nav slimības.

Testu raksturojošo sekundāro rādītāju aprēķini:

$(TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$ = kopējā paredzes vērtība (*total predictive value*) – to nosaka patiesi pozitīvu un patiesi negatīvu atbilžu daļa visu izmeklēto cilvēku vidū.

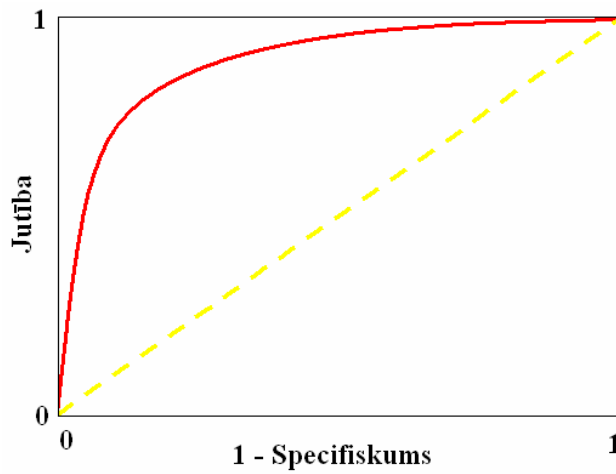
$[TP / (TP + FN)] / [FP / (FP + TN)]$ = pozitīvās varbūtības koeficients (*likelihood ratio positive, LR+*);

$[FN / (TP + FN)] / [TN / (FP + TN)]$ = negatīvās varbūtības koeficients (*likelihood ratio negative, LR-*);

$(TP + FN) / (FP + TN)$ = slimības pirmstesta iespējamība (*pretest odds of diseases*)

$[(TP + FN) / (FP + TN)] \times [TP / (TP + FN)] / [FP / (FP + TN)]$ = slimības pēctesta iespējamība (*posttest odds of disease*) [29]

ROC līknes grafiski attēlo testa jutības vērtību funkcionālo atkarību no viltusnegatīvajām vērtībām ($1 - \text{specifiskums}$), pie dažāda pārbaudāmā parametra lēmuma pieņemšanas sliekšņa (skat. P1.2. att.). *ROC* līknes palīdz novērtēt no testa iegūtās informācijas ticamību, ar dažādiem paņēmieniem izvēlēties testa optimālo sliekšni, skaitliski salīdzināt vairākus testus un vizualizēt rezultātus, skaitliski izmērīt testa pareizību.



P1.2. att. **ROC līknes piemērs** [Pieejams: http://www.matrixscience.com/help/decoy_help.html]

ROC līkne vienmēr atradīsies apgabala $[0; 1] \times [0; 1]$ iekšpusē, jo gan TP , gan FP ir varbūtības, tāpēc pēc definīcijas tās var pieņemt vērtības no 0 līdz 1. Ideāli ROC līkne atrodas ļoti tuvu punktam $(0,1)$ un tālu no 1 kvadranta bisektrises. Precīzākai līknei TP pret FP attiecība ir lielāka, tas nozīmē, ka vairāk objektu, kuri ir klasificēti kā pozitīvi, tiešām ir pozitīvi. Visbiežāk lietots ROC līknes raksturojošs lielums ir laukums zem ROC līknes (AUC). Perfektam testam $AUC = 1$, bet testam, kurš nevar dot nekādu informāciju, $AUC = 0,5$ (skat. P1.1. tab.) [30].

P1.1. tabula

Testa kvalitātes novērtējums no AUC [30]

AUC	Testa kvalitāte
0,9 – 1,0	Teicama
0,8 – 0,9	Ļoti laba
0,7 – 0,8	Laba
0,6 – 0,7	Vidēja
0,5 – 0,6	Neapmierinoša

2. pielikums

Dalībnieku optiskās korekcijas stiprumi un dalībnieku skaits ar attiecīgo korekciju. Diviem dalībniekiem ar miopiju un vienam ar miopiju kombinācijā ar astigmātismu kā optiskās korekcijas līdzeklis bija kontaktlēcas, kuru precīzu stiprumu viņi pateikt nevarēja, tāpēc tabulā apkopoti dati tikai par 70 bērniem.

Korekcija	Kopā:
ou +0,75 D sph	1
ou +1,00 D sph	3
ou +4,25 D sph	1
od +0,75 D sph/ os +1,50 D sph	1
od +1,00 D sph +2,50 D cyl ax 100°/ os +1,50 D sph +3,00 D cyl ax 90°	1
od +1,50 D sph +0,50 D cyl ax 50°/ os +0,50 D sph	1
od +5,00 D sph +1,50 D cyl ax 75°/ os +3,50 D sph +1,00 D cyl ax 125°	1
ou -0,25 D sph	1
ou -0,50 D sph	4
ou -0,75 D sph	6
ou -1,00 D sph	5
ou -1,50 D sph	2
ou -1,75 D sph	1
ou -2,00 D sph	2
ou -2,25 D sph	1
ou -2,5 D sph	2
ou -2,75 D sph	1
ou -3,00 D sph	1
ou -3,25 D sph	1
ou -3,75 D sph	1
ou -4,00 D sph	1
ou -4,25 D sph	1
od -0,75 D sph/ os -0,50 D sph	2
od -0,75 D sph/ os -1,25 D sph	1
od -1,00 D sph/ os -0,75 D sph	1
od -1,00 D sph/ os -1,25 D sph	1
od -1,00 D sph/ os -1,50 D sph	2

od -1,25 D sph/ os -0,75 D sph	1
od -1,25 D sph/ os -1,50 D sph	2
od -1,50 D sph/ os -1,25 D sph	1
od -1,50 D sph/ os -1,75 D sph	1
od -1,50 D sph/ os -1,50 D sph	1
od -1,50 D sph/ os -2,00 D sph	1
od -1,75 D sph/ os -1,50 D sph	1
od -2,00 D sph/ os -1,75 D sph	1
od -2,00 D sph/ os -2,25 D sph	1
od -2,00 D sph/ os -2,50 D sph	1
od -2,00 D sph/ os -3,00 D sph	1
od -2,00 D sph/ os -4,00 D sph	1
od -2,50 D sph/ os -2,75 D sph	1
od -3,00 D sph/ os -2,75 D sph	1
od -3,50 D sph/ os -3,25 D sph	1
od -2,00 D sph/ os -2,00 D sph -0,50 D cyl ax 175°	1
od -3,00 D sph/ os -0,25 D sph -0,75 D cyl ax 180°	1
od -4,00 D sph/ os -3,50 D sph -0,50 D cyl ax 90°	1
od -2,00 D cyl ax 170°/ os -0,25 D sph -1,75 D cyl ax 90°	1
od -2,00 D cyl ax 170°/ os +0,25 D sph -2,00 D cyl ax 10°	1
od -1,00 D sph -0,50 D cyl ax 90°/ os -0,75 D sph	1
od -2,25 D sph -0,50 D cyl ax 90°/ os -2,75 D sph	1
od -5,00 D sph -0,50 D cyl ax 20°/ os -4,50 D sph -1,00 D cyl ax 20°	1
Kopā:	70

Informatīvais paziņojums pētījuma dalībnieku vecākiem vai aizbildņiem

Lēmumu par savu atvašu piedalīšanos vai nepiedalīšanos, pētījumā iesaistīto skolēnu vecāki vai aizbildņi ierakstīja skolēnu dienasgrāmatās.

Informatīvais paziņojums

Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa 2009. gada novembrī ir uzsākusi pētījumu par skolēnu redzes pārbaudes sistēmu Latvijā. Pētījuma mērķis ir izvērtēt un izstrādāt redzes pārbaudes standartus skolas vecuma bērniem.

Pētījuma rezultāti tiks izmantoti Jeļenas Slabcovas maģistra darba „Skolas vecuma bērnu redzes skrīnings” izstrādei (darba vadītāja, asistente A.Švede). Maģistra darba rezultāti tālāk tiks izmantoti skolas vecuma bērnu redzes pārbaudes standartu izveidei un ieteikumu sagatavošanai LR Veselības Ministrijai.

Bezmaksas redzes pārbaudi skolēniem veiks kvalificēta optometriste J.Slabcova (dipl. Nr. 1124). Redzes pārbaudi veiks ar speciālo skrīninga aparāturu (*ESSILOR ERGOVISION – Physiological Visiotest, TOMEY TCP-2000A – Chart Panel*), kas ir bērnam nekaitīga metode. Aparatūras iegāde ir veikta, pateicoties *Johnson & Johnson AB* finansiālajam atbalstam.

Piedalīšanās pētījumā ir brīvprātīga un visa iegūtā informācija paliks konfidenciāla. Ja Jums rodas kādi jautājumi, papildus informāciju var iegūt pie pētījuma izpildītājas J.Slabcovas (tālr. 29472210) vai pētījuma vadītājas A.Švedes (tālr. 29181176).

Visiem pētījuma dalībniekiem noslēgumā izsniegs informāciju par redzes stāvokli un atbilstošas rekomendācijas.

Ar cieņu,

J.Slabcova un A.Švede

ESSILOR ERGOVISION standartizētais redzes funkciju pārbaudes protokols



RECORD SHEET
Physiological Visiotest™



PATIENT	JOB						
File no.: : _____ Last Name: _____ First name: _____ Age : _____ Sex : <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Company: _____ Post: _____ Visual requirement: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>Low</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Medium</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>High</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	Low	<input type="checkbox"/>	Medium	<input type="checkbox"/>	High	<input type="checkbox"/>
Low	<input type="checkbox"/>						
Medium	<input type="checkbox"/>						
High	<input type="checkbox"/>						
<p style="text-align: center;">VISUAL CORRECTION OF PATIENT</p> <input type="checkbox"/> no correction <input type="checkbox"/> wears corrective eyeglasses <input type="checkbox"/> wears contact lenses Correction during the test <input type="checkbox"/> eyeglasses <input type="checkbox"/> contact lenses <input type="checkbox"/> no correction Type de correction: Far vision: <input type="checkbox"/> RE <input type="checkbox"/> LE Near vision: <input type="checkbox"/> RE <input type="checkbox"/> LE <input type="checkbox"/> unifocal <input type="checkbox"/> bifocal <input type="checkbox"/> trifocal <input type="checkbox"/> progressive lenses <input type="checkbox"/> half-eye	Date: _____ Examined by: _____ <p style="text-align: center;">COMMENTS</p>						

N°	TEST NAME	RESULTS	COMMENTS												
1	Relaxation accommodation Far vision Binocular	/	/												
2	Far Vision Acuity Right Eye	<table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td>2/10</td><td>4/10</td><td>6/10</td><td>8/10</td><td>10/10</td><td>12/10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	2/10	4/10	6/10	8/10	10/10	12/10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	2/10	4/10	6/10	8/10	10/10	12/10									
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
Hypermetropia Screening	<table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td>Poorer (normal)</td><td>Same (hypermetropia)</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Poorer (normal)	Same (hypermetropia)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
Poorer (normal)	Same (hypermetropia)														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Astigmatism															
3	Far Vision Duochrome Monocular Right Eye	<table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td>Red</td><td>Same</td><td>Green</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Red	Same	Green	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Red	Same	Green													
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													



4	Far Vision Acuity Left Eye	2/10 <input type="checkbox"/> 4/10 <input type="checkbox"/> 6/10 <input type="checkbox"/> 8/10 <input type="checkbox"/> 10/10 <input checked="" type="checkbox"/> 12/10 <input checked="" type="checkbox"/>																	
	Hypermetropia Screening	Poorer (normal) <input checked="" type="checkbox"/> Same (hypermetropia) <input type="checkbox"/>																	
	Astigmatism																		
5	Far Vision Duochrome Monocular Left Eye	Red <input type="checkbox"/> Same <input checked="" type="checkbox"/> Green <input type="checkbox"/>																	
6	Far Vision Acuity Binocular	2/10 <input type="checkbox"/> 4/10 <input type="checkbox"/> 6/10 <input type="checkbox"/> 8/10 <input type="checkbox"/> 10/10 <input checked="" type="checkbox"/> 12/10 <input checked="" type="checkbox"/>																	
7	Far Vision Phorias Binocular																		
8	Far Vision of Contrast Binocular	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		0,6	0,4	0,2	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	0,6	0,4	0,2																
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																
9	Stereoscopic Far Vision Binocular																		
10	Far Vision of Colours Binocular	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> 29</td> <td><input type="checkbox"/> 70</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 15</td> <td><input type="checkbox"/> 17</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 45</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> 73</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 73</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 35</td> <td><input type="checkbox"/> 5/3</td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/> 29	<input type="checkbox"/> 70	<input checked="" type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 17	<input checked="" type="checkbox"/> 45	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 73	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 73	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 35	<input type="checkbox"/> 5/3					
<input checked="" type="checkbox"/> 29	<input type="checkbox"/> 70	<input checked="" type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 17	<input checked="" type="checkbox"/> 45	<input type="checkbox"/>														
<input checked="" type="checkbox"/> 73	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 73	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 35	<input type="checkbox"/> 5/3														
11	Near Vision Acuity Binocular	2/10 <input type="checkbox"/> 4/10 <input type="checkbox"/> 6/10 <input type="checkbox"/> 8/10 <input type="checkbox"/> 10/10 <input checked="" type="checkbox"/> 12/10 <input checked="" type="checkbox"/>																	
12	Horizontal visual field																		
GENERAL ASSESSMENT		<input type="checkbox"/> Good Vision	<input type="checkbox"/> Poor Vision																


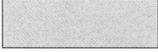
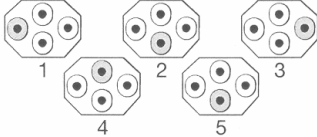
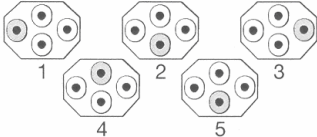
TOMEY TCP-2000A – Chart Panel pieejamie testa objekti

Nr.:	Testa veids
1.	Optotipi – burti: <i>Sloan, Snellen</i>
2.	Optotipi – zīmējumi bērniem
3.	Optotipi – cipari (4 veidi)
4.	Optotipi – Snellena E
5.	Optotipi – Landolta gredzeni
6.	Optotipi – delnas (<i>hands</i>)
7.	<i>Allen</i> optotipi
8.	<i>AMD</i> optotipi
9.	<i>Lea</i> simboli
10.	<i>HOTV</i>
11.	<i>HYVA</i>
12.	<i>Crowding bars</i>
13.	Duohromais tests
14.	Polarizētais duohromais tests
15.	Fiksācijas punkts
16.	Staru figūra
17.	Fiksācijas objekts darbam ar krustoto cilindru
18.	Krusta režģis
19.	Maskas: vertikālā, horizontālā, viens atsevišķs optotips
20.	Sarkanzaļā maska
21.	Vorsa tests
22.	Šobera tests
23.	Luksofora gaismu tests (<i>street lamp test</i>)
24.	Anizeikonijas tests
25.	Fiksācijas disparitātes tests
26.	Kontrastjutības tests
27.	<i>Bailey-Lovie</i> kartes
28.	Išihara tests
29.	<i>100 HUE</i> tests
30.	3D bildes

31.	<i>SIRDS</i>
32.	Amslera tīkls
33.	Krāsainas bildes bērniem
34.	Animācijas
35.	Testi pacientiem ar dzirdes/ runas traucējumiem
36.	Video pacientu izglītošanai

Modificētais *ESSILOR ERGOVISION* redzes funkciju pārbaudes protokols

IZMEKLĒŠANAS PROTOKOLS

PACIENTS		PACIENTA REDZES KOREKCIJA						
Datums	_____	<input type="checkbox"/> bez korekcijas <input type="checkbox"/> lieto brilles <input type="checkbox"/> lieto kontaktlēcas						
Uzvārds	_____	Krekcija izmeklēšanas laika						
Vārds	_____	<input type="checkbox"/> brilles <input type="checkbox"/> kontaktlēcas <input type="checkbox"/> bez korekcijas						
Dz. g.	_____	Korekcijas stiprums						
Dzimums	<input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> LA <input type="checkbox"/> KA						
KOMENTĀRI								
N°	TESTS	IEGŪTIE REZULTĀTI						KOMENTĀRI
1	Redzes asums talumā labajai acij	2/10 <input type="checkbox"/>	4/10 <input type="checkbox"/>	6/10 <input type="checkbox"/>	8/10 <input type="checkbox"/>	10/10 <input checked="" type="checkbox"/>	12/10 <input checked="" type="checkbox"/>	
2	Redzes asums talumā kreisajai acij	2/10 <input type="checkbox"/>	4/10 <input type="checkbox"/>	6/10 <input type="checkbox"/>	8/10 <input type="checkbox"/>	10/10 <input checked="" type="checkbox"/>	12/10 <input checked="" type="checkbox"/>	
3	Redzes asums talumā binokulāri	2/10 <input type="checkbox"/>	4/10 <input type="checkbox"/>	6/10 <input type="checkbox"/>	8/10 <input type="checkbox"/>	10/10 <input checked="" type="checkbox"/>	12/10 <input checked="" type="checkbox"/>	
4	Heteroforija tālumā							
5	Heteroforija tuvumā							
6	Stereoredze tālumā							
7	Stereoredze tuvumā							
8	Redzes asums tuvumā binokulāri	2/10 <input type="checkbox"/>	4/10 <input type="checkbox"/>	6/10 <input type="checkbox"/>	8/10 <input type="checkbox"/>	10/10 <input checked="" type="checkbox"/>	12/10 <input checked="" type="checkbox"/>	

Anketa anamnēzes ievākšanai

Normas gadījumā nevajag būt nevienai pozitīvai atbildei. Ja anketas aizpildīšanas rezultātā ir apvilktas 1 līdz divām atbildēm, var uzskatīt, ka bērns atrodas riska grupā, kurai ir vai var izveidoties binokulāro vai akomodāciju funkciju traucējumi. Ja ir apvilktas 3 un vairāk atbildes, bērnam rekomendēta konsultācija pie redzes speciālista.

Lūdzu, atzīmējiet to, kas attiecās uz Jums:

1. Grūtības lasīt/rakstīt.
2. Slikti saprot izlasīto vielu.
3. Apmaina vietām burtus/ciparus.
4. Slikts/neskaidrs rokraksts.
5. Veic darbu ilgāk nekā paredzams.
6. Lieto pirkstu sekošanai, kad lasa.
7. Bieži zaudē vietu, kuru lasa; lasot izlaiž burtus vai vārdus.
8. Miglaina redze lasot vai kad skatās no tuva objekta tālumā.
9. Galvassāpes, kas parādās pēc redzes slodzes tuvumā.
10. Dubultošanās tuvumā.
11. Aizver vienu aci veicot darbus tuvumā.
12. Acu saspringums, veicot darbus tuvumā.
13. Nogurums vai miegainība, veicot darbus tuvumā.
14. Lasot ir dedzinoša sajūta acīs vai asarošana.
15. Pārmērīga acu mirkšķināšana vai berzēšana.
16. Slīps vai pagriezts galvas stāvoklis pie redzes slodzes.
17. Izvairās lasīt, rakstīt vai veikt citus darbus tuvumā.
18. Nenoturīga uzmanība, viegli samulsināms.

Maģistra darbs „Essilor ergovision” pielietojamība skolas vecuma bērnu redzes skrģningam” izstrādāts Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētģjums veikts patstāvģgi, izmantoti tikai tajā norādģtie informācijģ avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopģja atbilst izdrukai.

Autore:

Fizikas un matemātikas fakultātes studente
(stud.apl. Nr. js 09151)

Jeļena Slabcova

2011. gadajģnijā

Rekomendģju darbu aizstāvēģšanai

Darba vadģtāģja:

lektore Aģga Ŗvede, M.Sc.

2011. gadajģnijā

Darbs iesnieģts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā 2011. gada.....

Metodiķģ:

Darbs aizstāvēģts Optometrijas Maģistra pārbaudģjumu komisģjas sģdģ

(Rģk. Nr.) 2011. gada.....ar atzģmi.....

Protokols Nr.

Optometrijas Maģistra pārbaudģjumu komisģjas sekretārs

Doc. P.Cikmačs, Dr.Phys.