

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
FIZIKAS, MATEMĀTIKAS UN OPTOMETRIJAS FAKULTĀTE
OPTOMETRIJAS UN REDZES ZINĀTNES NODAĻA

**REDZES RAKSTURA NOVĒRTĒŠANA
DATORIZĒTAJĀ REDZES SKRĪNINGĀ
BAKALaura DARBS**

Autors: **Khaya Hely Yankilov**

Studenta apliecības numurs: ky19003

Darba vadītājs: zinātniskā asistente Prof. Mag. Jeļena Slabcova

RĪGA 2022

ANOTĀCIJA

Bakalaura darbs ir uzrakstīts latviešu valodā uz 22 lapaspusēm. Tas satur 20 attēlus, 1 tabulu un 50 atsauces uz literatūras avotiem.

Pētījuma mērķis bija datorizētās redzes skrīninga iekārtas *EYEDOO* redzes rakstura testa aprobācija. Darba uzdevumi bija: novērtēt 50 pētījuma dalībnieku redzes raksturu, izmantojot datorizēto testu, novērtēt redzes raksturu bērniem, izmantojot TNO testu, un salīdzināt rezultātus.

Saskaņā ar pētījuma rezultātiem bija grūtības atšķirt monokulāru alternējošu redzi no monokulāras redzes vai vienlaicīgas redzes, bet var atlasīt bērnus ar binokulāro redzi, kas ir norma, un bez tā. *EYEDOO* datorizēta redzes rakstura testa aprēķināta jutība un specifiskums ir 96 %, kas nozīmē, ka testu var izmantot redzes skrīningā.

Atslēgvārdi: redzes raksturs, binokulāras redzes traucējumi, TNO testa IV plate, redzes skrīnings, datorizētā redzes skrīninga programma.

ABSTRACT

The bachelor thesis is written in Latvian on 22 pages. It contains 20 figures, 1 table and 50 references to literature sources.

The aim of the study was the validation of the computerised vision screening device *EYEDOO* binocular vision test. The objectives were: to assess the assessment of suppression of 50 study participants using the computerised test; to assess the assessment of suppression of children using the TNO test; and to compare the results.

According to the results of the study, it was difficult to distinguish between monocular alternative vision and monocular vision or diplopia, but children without and with binocular vision, which is the norm, could be selected. The *EYEDOO* computerised binocular vision test has an estimated sensitivity and specificity of 96%, which means that the test can be used for vision screening.

Keywords: assessment of suppression, binocular vision disorders, TNO test IV plate, vision screening, computerised vision screening program.

SATURS

ANOTĀCIJA	2
ABSTRACT	3
IEVADS	1
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS	3
1.1. Redzes rakstura veidi	3
1.2. Binokulārās redzes priekšrocības	3
1.3. Binokulārās redzes traucējumu ietekmē uz bērna attīstību	4
1.4. Redzes skrīnings	7
1.5. Redzes rakstura novērtēšanas testi	8
1.6. Redzes skrīninga veidi	11
2. METODE	15
2.1. Dalībnieki	15
2.2. Iekārta	15
2.3. Pētījuma dizains un datu analīze	17
3. REZULTĀTI	18
4. DISKUSIJA	20
SECINĀJUMI	22
PATEICĪBA	23
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	24

IEVADS

Binokulārā redze – redzes rakstura veids, kas dod iespēju sapludināt abu acu objekta attēlus (Švede u.c., 2008). Binokulārās redzes traucējumi var ietekmēt skolēnu akadēmisko sniegumu (Podugoļņikova, 2014), tāpēc redzes rakstura veids var ietekmēt bērna turpmāko dzīvi, piemēram, kādu profesiju viņš izvēlēšies. Pateicoties binokulārai redzei ir iespējams uztvert apkārtējos objektus apjomā un telpu perspektīvā. Binokulārais redzes lauks ir plašāks nekā monokulārais. Binokulārās redzes trūkums var pasliktināt redzes asumu un kontrastjutību (Steinman et al., 2000).

Binokulārās redzes esamību var novērtēt ar dažādiem redzes pārbaudes testiem, kas tiek izmantoti optometrijā, piemēram, Bagolīni testu, Vorsa testu, TNO testa IV plati, Šobera testu. Šos testus izmanto arī redzes skrīningā, kas ir redzes pārbaude cilvēkiem, kuriem potenciāli varētu būt problēmas ar redzi vai acu veselību. Bieži vien redzes skrīningu veic bērniem pirmsskolas vecumā, lai laicīgi atklātu tādas redzes anomālijas, kas var ietekmēt akadēmisko sniegumu skolā (Marshall et al., 2010).

Latvijā ir nepieciešams veikt redzes pārbaudes bērniem no 13 līdz 24 mēnešu vecumam, 3 gadu vecumā un pirms skolas – 6 gadu vecumā (LRMK, 2018). Latvijā redzes skrīnings skolas vecuma bērniem neeksistē, bet, ja nepieciešams, var pārbaudīt redzi klīnikās vai optikās. Pasaulē skolas vecuma bērniem redzes skrīnings arī nav plaši izplatīts, dažādās valstīs izmanto atsevišķus redzes pārbaudes testus, datorizētās programmas vai automatizētas iekārtas (Slabcova u.c., 2020).

Redzes skrīnings iekļauj redzes asuma pārbaudi tālumā un tuvumā, streoredzes pārbaudi (tā var būt tikai binokulāros redzes apstākļos), krāsu redzes pārbaudi (Zimmerman, 2002). Visas šīs redzes funkcijas ir nepieciešamas pilnvērtīgai cilvēka dzīvei.

Optometristu, kā arī citu redzes aprūpes speciālistu darbā, jēdzienam “laiks” ir liela nozīme. Jo ātrāk optometrists vai oftalmologs atradīs problēmu, jo efektīvākā būs ārstēšana un labāks gala rezultāts (Gopal et al., 2019). Šodien, izmantojot speciālās redzes skrīninga iekārtas un datorizētās programmas, var ātri atklāt redzes traucējumu bērnam un laicīgi nosūtīt viņu uz padziļināto redzes pārbaudi. Papildus, salīdzinot ar manuālo testēšanu, modernās tehnoloģijas ilgāk notur bērna uzmanību, jo tās ir interaktīvas. Redzes skrīningam ir arī trūkumi – redzes skrīnings ietver ierobežotu testu skaitu, kas nesniedz pilnīgu priekšstatu par bērna redzi (Chen et al., 2019), kā arī pastāv testu subjektivitāte.

Darba mērķis ir optometrijas un redzes zinātnes nodaļas (ORZN) izveidotās datorizētās redzes skrīninga iekārtas (EYEDOO) redzes rakstura testa aprobācija.

Darba uzdevumi:

1. novērtēt redzes raksturu un heteroforijas pretestu tuvumā ar *EYEDOO* redzes skrīninga iekārtu bērniem ar un bez binokulārās redzes traucējumiem;
2. novērtēt redzes raksturu bērniem tuvumā ar un bez binokulārās redzes traucējumiem, izmantojot TNO testu;
3. salīdzināt redzes rakstura novērtēšanas rezultātus, kas iegūti ar *EYEDOO* redzes skrīninga iekārtu un TNO testu.

Darbā izvirzītā hipotēze: ar datorizēto *EYEDOO* redzes skrīninga iekārtu varēs noteikt binokulāru redzi un monokulāru redzi, bet var rasties grūtības atšķirt monokulāru alternējošu redzi no monokulāras redzes vai vienlaicīgas redzes.

Pētījumam ir šķērsriezuma dizains (*cross-sectional study design*), jo testēšana katram pacientam tiek veikta vienu reizi, un pētījumā gaitā tiek izpētīti dažāda vecuma pacienti (pirmsskolas un skolas vecuma bērni) ar vai bez binokulārās redzes traucējumiem. Šajā pētījumā pārbauda datorizēto redzes skrīninga iekārtas *EYEDOO* redzes rakstura testu un heteroforijas pretestu, un salīdzina iegūtos rezultātus ar “zelta standartu” – tradicionāliem redzes rakstura testiem, kas izmantoti optometrijā.

1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Redzes rakstura veidi

Veselam cilvēkam ir divas acis, kas nodrošina redzi. Katrs cilvēks redz un uztver apkārtējās ainas dažādi – tas var būt atkarīgs no dažādiem apstākļiem, kā arī no redzes rakstura. Redzes raksturs ir katras acs ieguldījums kopējā redzes tēlā. Pastāv četri redzes rakstura veidi (*Švede u.c.*, 2008):

- Binokulārā redze – pacients uztver objektu ar divām acīm, abu acu attēli tiek sapludināti, tiek izveidots viens kopīgs attēls. Tas ir normāls redzes sistēmas stāvoklis, kad pacientam ir divas acis un nav problēmas gan sensoriskā redzes sistēmas daļā, gan motoriskā redzes sistēmas daļā.
- Monokulāra redze – pacients uztver objektu tikai ar vienu aci. Monokulāra redze novērojama pacientiem ar monokulāru šķielēšanu vai nekoriģētu augstas pakāpes miopiju, kad viena acs nav redzīga vai izteikti vājredzīga, vai tās vispār nav.
- Monokulāra alternējoša redze – pacients uztver objektu pārmaiņus ar labo vai ar kreiso aci. Šis redzes rakstura veids novērojams pacientiem ar monokulāru alternējošu šķielēšanu.
- Vienlaicīga redze – pacienta labā acs un kreisā acs uztver objektu, bet objekta attēli netiek sapludināti redzes garozā. Pacientiem veidojas dubultošanās sajūta, ko sauc par diplopiju. Vienlaicīga redze novērojama pacientiem ar monokulāru šķielēšanu.

Redzes rakstura novērtēšana – viens no svarīgākajiem soļiem pirmsskolas vecuma bērnu redzes pārbaudē (*LRMK*, 2009). Redzes rakstura veids var ietekmēt bērna redzes sistēmas veidošanos, redzes asumu, redzes lauka platumu. Gan bērniem, gan pieaugušajiem redzes raksturs var ietekmēt ārējo izskatu – pie izteiktas šķielēšanas (*Evans*, 2021).

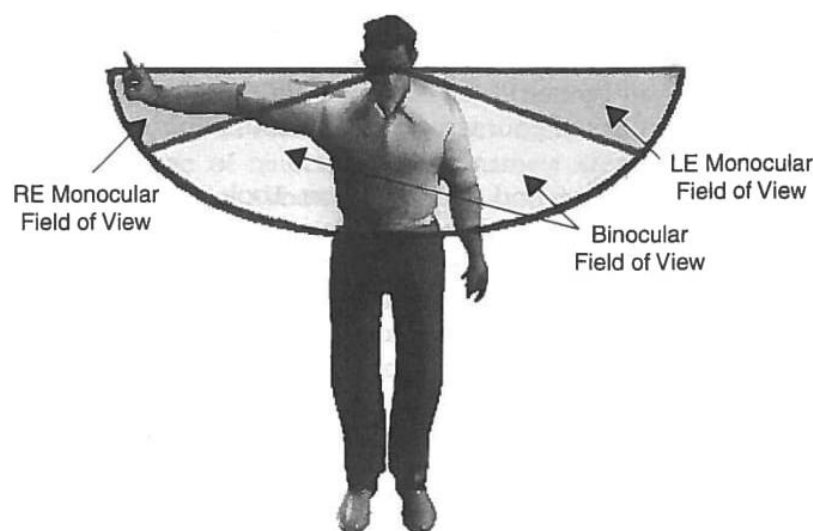
1.2. Binokulārās redzes priekšrocības

Par normu tiek uzskatīta binokulārā redze (*Бруцкая*, 2020). Pateicoties binokulārai redzei cilvēkiem ir vairākas priekšrocības (*Steinman et al.*, 2000):

- **Binokulārā summācija.** Tā nodrošina pacientam labāko redzes asumu un kontrastu salīdzinot ar objekta attēlu, kuru uztver tikai viena acs. Binokulārai summācijai ir arī trūkums – tā atvieglo redzes stimulu nosaukšanu, pastāv iespēja tos uzminēt.
- **Stereoredze** sniedz pacientiem iespēju uztvert apkārtējos objektus apjomā un telpu perspektīvā. Stereoredze pastāv tikai tad, kad ir binokulārs redzes raksturs. Stereoredze veidojas, jo objekta attēliem ir neliela atšķirība (disparitāte). Sapludinot objekta attēlus kopā, veidojas iespēja noteikt relatīvo attālumu starp objektiem. Tāda

iespēja pastāv arī uztverot objektu monokulāri: kontūru pārklāšanās, perspektīva, gaismas un ēnu sadalījums, bet binokulārā telpiskuma sajūta (stereoredze) ir precīzākā.

- **Plašāks redzes lauks.** Katras acs redzes lauks ir 90° . Brīdī, kad cilvēks skatās binokulāri, abu acu redzes lauki pārklājas un veidojas binokulārās redzes lauks, kas sasniedz 120° (skat. 1.1.att). Kopējais redzes lauks ir 180° . Laukus, kas nav iekļauti binokulārās redzes laukā, sauc par “temporāliem puseņiem” (*temporal crescents*), kur katrs no puseņiem veido aptuveni 30° .



1.1.att. Binokulārā redzes lauka (*Binokular Field of View*) un “temporālo puseņu” (*RE and LE Monokular Field of View*) attēlojums (Steinman et al., 2000).

Binokulārās redzes esamība neapšaubāmi palīdz cilvēka ikdienas dzīvē. Binokulārās redzes trūkums var traucēt pilnvērtīgai dzīvei. Redzes aprūpes speciālisti cenšas izdarīt visu, lai pacientam būtu binokulārā redze (Hussaindeen et al., 2016).

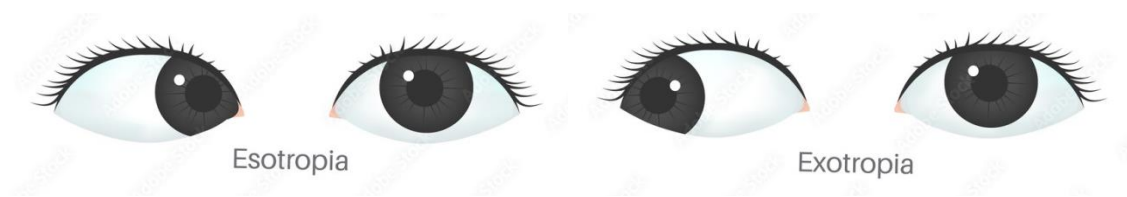
1.3. Binokulārās redzes traucējumu ietekmē uz bērna attīstību

Eksistē ļoti dažādi binokulārās redzes traucējumi, daži no smagākajiem ir ambliopija (“slinkā acs”) (Маглакелидзе и Зуева, 2017) un šķielēšana. Visbiežāk tie izveidojas bērnu vecumā, pastāv gan kopā (ambliopija ar šķielēšanu), gan atsevišķi (ambliopija bez šķielēšanas vai šķielēšana bez ambliopijas) (Zipori et al., 2018).

Šķielēšana ir vienas vai abu acu novirze no centrālā stāvokļa (Беликова, 2013). Ezotropija ir acs šķielēšana uz deguna pusi (skat. 1.2.a.att.). Pie ezotropijas iespējama monokulāra vai monokulāra alternējoša (ja nav novērota izteikta vienas acs fiksācija) redze –

biežāk ir pacientiem ar šķielēšanu no bērnības, vienlaicīgā – sastopama tiem pacientiem, kuriem šķielēšana izveidojas pieaugušā vecumā (Бруцкая, 2020), bet var būt binokulārā redze kopā ar stereoredzi, ja šķielēšana, kas tika koriģēta ar korekciju, pilnībā izzūd (Švede u.c., 2008).

Eksotropija ir acs šķielēšana uz deniņu pusi (skat. 1.2.b.att.). Pie eksotropijas, salīdzinot ar ezotropiju, biežāk novēro binokulāro redzi kopā ar stereoredzi (Švede u.c., 2008), bet vienlīdz iespējama arī monokulāra vai monokulāra alternējoša (ja nav izteikta viena acs fiksācija), vai vienlaicīgā redze, attiecīgi: monokulāra redze sastopama biežāk, kad pacients šķielē no bērnības, vienlaicīga – kad sāka šķielēt pieaugušā vecumā (Бруцкая, 2020).



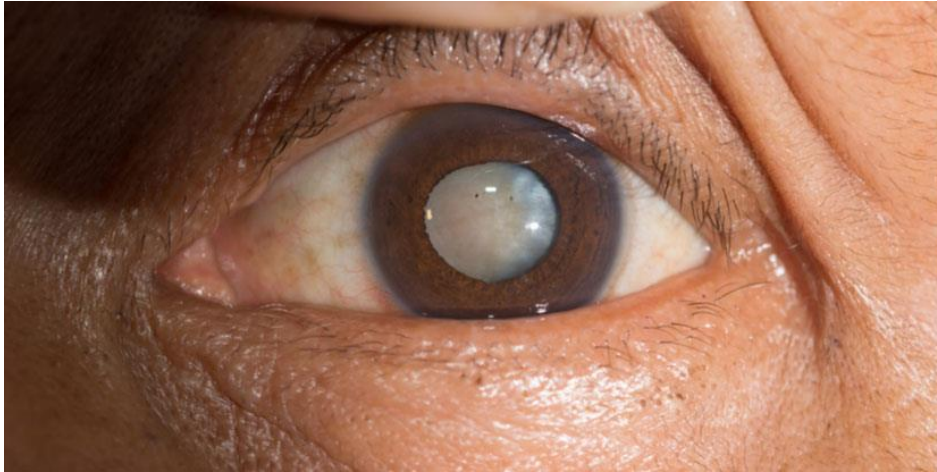
1.2.att. (a) Esotropija. (b) Eksotropija.¹

Pie monokulāras alternējošas šķielēšanas (kad šķielē pārmaiņus labā un kreisā acis), redzes raksturs ir monokulāri alternējošs (Дымшиц, 1970). Ja ir šāda veida šķielēšana, ambliopija parasti neattīstās (Ерошевский и Бочкарёва, 1983).

Ambliopija vai “slinkā acs” ir binokulāras redzes traucējums, kad smadzenes nespēj pilnībā apstrādāt acs iegūto redzes informāciju, līdz ar to redze vienā vai abās acīs neattīstās (National Eye Institute, 2019). Izometropiskā ambliopija veidojas neskaidras redzes dēļ vienā vai abās acīs (vienpusēja vai divpusēja). Pacientiem ar tādu ambliopiju iespējama binokulāra redze, jo abas acis uztver objektu slikti, bet vienādi (Rouse et al., 2004). Anizometropiskas ambliopijas gadījumā, kad ir liela refrakcijas atšķirība acīs, monokulāra redze būs novērojama labāk redzošai acij (Rouse et al., 2004).

Obskurācijas ambliopija var izveidoties fizisko traucējumu dēļ, piemēram, ja vienā acī ir katarakta – acs lēcas apduļķojums (skat. 1.3.att.). Pacientiem ar tādu ambliopiju biežāk sagaidāma monokulāra redze veselai acij (Rouse et al., 2004).

¹ Types of strabismus- Esotropia and Exotropia. Adobe Stock. Pieejams: <https://stock.adobe.com/images/types-of-strabismus-esotropia-and-exotropia/243083440> (skatīts 29.05.2022.)



1.3.att. Katarakta – acs lēcas apduļķojums.²

Ambliopijas gadījumā kopā ar monokulāru šķielēšanu, pacienta sliktāk redzošai acij sastopams izteikti zemāks redzes asums nekā fiksējošai acij, redzes raksturs ir tikai monokulārs. Savukārt, pie ambliopijas kopā ar monokulāru alternējošu šķielēšanu redzes asums abās acīs ir praktiski vienāds, biežāk ir sastopama monokulāra alternējošā redze tālumā un tuvumā (*Кононова и Сомов, 2018*).

Dorr et al. (2019) novēroja, ka pacientiem ar ambliopiju arī pastāv kontrasta deficīts. Tas ir saistīts gan ar binokulāras redzes trūkumu, gan ar neskaidru attēlu, kas veidojās acī, kur ir ambliopija. Ambliopijas dēļ veidojas supresija sliktāk redzošai acij - sliktāk redzošas acs objekta attēla apspiešana (veidojas monokulārs redzes raksturs). Līdz ar to pacientiem ar šo diagnozi redzes lauks ir samazināts (*Babu et al., 2017*). Pirmsskolas vecuma bērniem ambliopija un šķielēšana ietekmē runas spējas attīstību. Tādiem bērniem vārdu krājums ir zemāks, viņi biežāk pieļauj gramatiskas kļūdas, bērns nepareizi nosauc priekšmetus. Tas var izraisīt emocionālās leksikas trūkumu, kas ir svarīgs faktors emociju veidošanā un kontrolēšanā (*Каракулова, 2018*). Bieži bērniem ar binokulāro redzes traucējumiem nav stereoredzes (jo ļoti reti ir binokulārs redzes raksturs). Līdz ar to iespējami kustību koordinācijas traucējumi, problēmas ar līdzsvaru, orientēšanos telpā, gaitu (*Назарова, 2019*).

Binokulārās redzes traucējumi ietekmē bērnu akadēmisko sniegumu. *Birch et al.* (2019) novēroja, ka bērni skolas vecumā ar ambliopiju lēnāk lasa nekā tie bērni, kam šo binokulāro redzes traucējumu nav. Sniegumi sportā arī varētu būt zemi, jo ir problēmas ar kustību koordināciju (*Назарова, 2019*). No tā izriet, ka var pazust interese pret mācībām.

² Boyd, K. (September 13, 2021). What Are Cataracts? *American Academy of Ophthalmology*. Pieejams: <https://www.aao.org/eye-health/diseases/what-are-cataracts> (skatīts: 29.05.2022.)

1.4. Redzes skrīnings

Medicīnā skrīnings ir pakalpojums, kas tiek sniegts cilvēkiem, kas ir pilnīgi veseli, atrodas riska grupā vai jau ir ar veselības traucējumiem vai slimībām. Skrīninga laikā tiek uzdoti jautājumi (anketēšana) vai veikti “diagnostiskie testi”. Skrīninga galvenais mērķis ir laicīgi atklāt patoloģijas esamību un nosūtīt pacientu uz padziļināto pārbaudi pie speciālista, lai apstādinātu slimības attīstību (*Wald, 2001*).

Redzes skrīninga uzdevumi: atklāt iespējamās redzes problēmas un/ vai acu slimības un, ja ir aizdomas par tām, nosūtīt pacientu uz padziļināto redzes pārbaudi pie redzes aprūpes speciālista. Jaundzimušiem un zīdaiņiem redzes skrīnings ir nepieciešams, lai atklātu tādas acu saslimšanas, kā, piemēram, katarakta un retinoblastoma – acu vēzis. Otrais netikai noved pie aklumu, pat var izraisīt nāvi. Slimību agrīna atklāšana varētu veicināt agrīnu ārstēšanu ar labākiem rezultātiem (*Jullien, 2021*).

Pirmsskolas vecuma bērniem redzes skrīnings ir nepieciešams, pirmkārt, lai atklātu ambliopijas esamību, bet arī citas acu slimības vai patoloģijas redzes sistēmā, kas var ietekmēt pacienta veselību un dzīvi (*Lagrzeze, 2010*). Kā paskaidrots augstāk, ambliopija ietekmē bērna mācīšanos skolā, nākotnē tas var ietekmēt pacienta izvēlēto profesiju: profesijas, kur ir nepieciešams augsts redzes asums un stereoredze, piemēram, vadītājs, ķirurgs, karadarbība. Ambliopijas ārstēšanas laikam ir liela nozīme – pirmsskolas vecuma bērnam ir daudz lielāka iespēja izārstēt ambliopiju nekā skolas vecuma bērnam, vēl jo mazāk pieaugušajam (*Holmes et al., 2009*). Pirmsskolas redzes skrīningā pārbauda arī krāsu redzi, jo tās anomālijas var ietekmēt mācīšanās procesu skolā – var rasties grūtības ar uzdevumiem, kur tiek izmantotas krāsas. Krāsu redzes problēmas ietekmē arī pacienta izvēlēto profesiju: profesijas, kur ir nepieciešams atšķirt krāsas, piemēram, profesionāls vadītājs, ārsts, pilots, karadarbība, dizainers. Šīs anomālijas nav iespējams izārstēt un, tās reti progresē, bet paziņot vecākiem un klases audzinātājam par tām ir nepieciešams, lai bērnam būtu īpaša pieeja, jo skolas programmā ir uzdevumi, kurus bērniem jāpilda, izmantojot zināšanas par krāsām (*Podugoļņikova, 2014*).

Binokulārā redze pilnībā attīstīta līdz 7 gadu vecumā (*Черных и др., 2018*), bet arī skolas vecuma bērniem nepieciešams regulāri veikt redzes pārbaudes, novērojot acu struktūras, redzes izmaiņas, redzes funkciju atbilstību normai (*Donaldson et al., 2019*). Skolas vecuma bērniem redzes skrīningam ir nozīme, jo ir novērota sakarība starp redzes un redzes funkciju kvalitāti un akadēmisko sniegumu: bērniem ar binokulārās redzes un akomodācijas funkciju traucējumiem sekmes ir zemākas, salīdzinot ar tiem bērniem, kam šo traucējumu nav (*Slabcova u.c., 2020*).

Šobrīd Latvijā redzes skrīnings skolas vecuma bērniem neeksistē. Iespējams, tas ir saistīts ar to, ka šajā vecumā nevar attīstīties tādi redzes traucējumi, kas var izraisīt nopietnus veselības traucējumus (*Slabcova u.c., 2020*). Citās valstīs redzes skrīningam dažreiz izmanto atsevišķus testus vai datorizētas programmas un specializētas iekārtas (*Touffeeq & Oram, 2014*), kā arī redzes skrīnings tiek veikts ar dažādu regularitāti (*Slabcova u.c., 2020*).

1.5. Redzes rakstura novērtēšanas testi

Jebkuram redzes rakstura novērtēšanas testam ir nepieciešama acu disociācija, lai atdalītu divus attēlus un, gan labā acs, gan kreisā acs uztvertu savu attēlu. Dažreiz pastāv arī kopīgais attēls, kas stimulē fūziju, bet šis apstāklis pazemina testa disociācijas pakāpi – to, cik stipri abu acu attēli tiek atdalīti. Testa disociācijas pakāpe ir svarīgs faktors, kad pēc viena testa pacientam novērots binokulārs redzes raksturs, bet pēc otra, augstākā pēc disociācijas pakāpes, – cits. Binokulāro redzi uzskātā par nestabilu, kas mainās ar citu redzes rakstura veidu.

Atkarībā no testa veida, abu acu attēlu disociācijai izmanto vai nu briļļu lēcas strīpiņu ar atšķirīgu virzienu (Bagolīni brilles) (*Рычкова и Лухванцева, 2020*), vai nu krāsu filtrus (katrai acij savs krāsu filtrs, parasti sarkans un zaļš) (*Ковылин, 1999*).

Bagolīni tests. Šim testam ir īpaša priekšrocība, salīdzinot ar citiem testiem – ir iespēja novērtēt ne tikai redzes raksturu, bet arī skotomas – redzes sajūtu zudums kādā tīklenes apgabalā. Testam nepieciešamas Bagolīni brilles acu disociācijai – strīpiņu virziens labajai un kreisajai lēcām ir atšķirīgs (attiecīgi 45° un 135°) (skat. 1.3.att.), un gaismas avots.

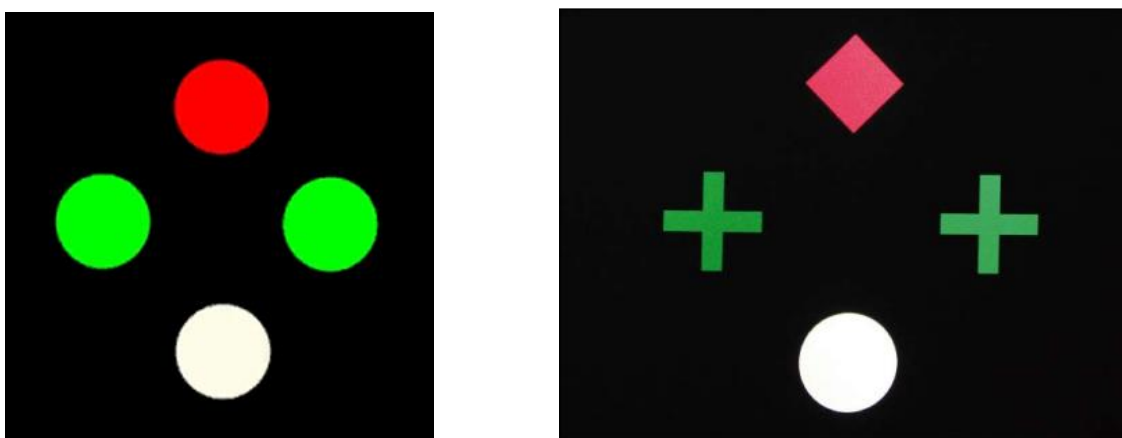


1.3.att. Bagolīni brilles.³

³ Hand held Bagolini lenses. *Ecplaza*. Pieejams: https://www.ecplaza.net/products/hand-held-bagolini-lenses_2975086 (skatīts 20.02.2022.)

Ja pacientam ir skotoma, gaismas stari būs redzami pārtraukti. Šo testu var izmantot, lai atpazītu binokulāro redzi, monokulāro redzi, vienlaicīgo redzi un monokulāro alternējošo redzi (Švede u.c., 2008). Tests pēc disociācijas pakāpes ir viszemākais, jo Bagolīni briļļu lēcas ir caurspīdīgas un abu acu attēli tiek atdalīti viena no otras ļoti minimāli. Piemērots redzes rakstura novērtēšanai tālumā un tuvumā.

Vorsa tests. Testam nepieciešamas sarkan-zaļas brilles – acu disociācijai: viena acs skatās caur sarkano filtru, otra – caur zaļo (parasti labajai acij uzliek sarkano filtru, bet kreisajai – zaļo), un stimulē ar 4 elementiem. Testa objekts var sastāvēt no punktiem (tāpēc arī šis tests nosaukts pār 4 punktu testu – *Four Dot Test*) (skat. 1.4.a.att.) vai diviem krustiņiem, romba un aplīša (skat. 1.4.b.att.).



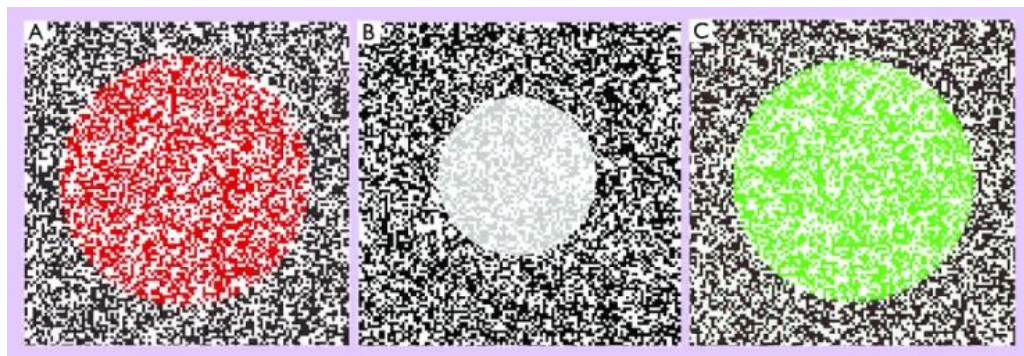
1.4.att. Vorsa tests (a) (4 punktu tests).⁴ (b) (divi krūstiņi, rombiņš un aplītis) (Švede u.c., 2008).

Baltais elements ir kopīgais attēls, kas stimulē fūziju. Izmantojot šo elementu, dažreiz var nosaukt vādošo aci: jautājot pacientam, kādā krāsā ir aplis. Vorsa testu var izmantot, lai atpazītu binokulāro redzi, monokulāro redzi, vienlaicīgo redzi un monokulāro alternējošo redzi (Švede u.c., 2008). Tests pēc disociācijas pakāpi ir otrajā vietā, pēc Bagolīni testa, jo katras acs attēls ir vairāk atdalīts viens no otra, izmantojot krāsu filtrus, bet testā pastāv kopīgais elements. Testu izmanto, lai novērtēt redzes raksturu tālumā.

TNO tests. Parasti ar TNO testu novērtē stereoredzes esamību un, ja tā ir, tad kvantitatīvi izmēra to. Stereoredzes esamība norāda uz to, ka pacientam noteikti ir arī binokulārā redze (Portela-Camino et al., 2021). Ja redzes raksturs nav binokulārs, stereoredzes arī nebūs, bet precīzi noteikt redzes raksturu var tikai ar paredzētājiem testiem.

⁴ Worth 4 dot test. *Wikipedia*. Pieejams: https://en.wikipedia.org/wiki/Worth_4_dot_test (skatīts 20.02.2022.).

TNO testam ir dažādas kartes (plates), ar vienu no kartēm var novērtēt redzes raksturu (skat. 1.5.att.).



1.5.att. TNO testa IV plate redzes rakstura novērtēšanai.⁵

Testam nepieciešamas TNO kartes un sarkan-zaļas brilles (skat. 1.6.att.) – acu disociācijai. Tests sastāv no trīs dažādas krāsas apliem, kas novietoti vienā rindā, baltais aplis, kas novietots centrā, ir mazāks pēc izmēra, salīdzinot ar sarkano un zaļo. Šis mazais aplis ir kopīgais elements, kas stimulē fūziju. Šo testu var izmantot, lai atpazītu binokulāro redzi, monokulāro redzi, vienlaicīgo redzi un monokulāro alternējošo redzi (Švede u.c., 2008). Tests pēc disociācijas pakāpi ir tādā pašā vietā kā Vorsa tests, jo pastāv kopīgais elements. Piemērots redzes rakstura novērtēšanai tuvumā.



1.6.att. TNO tests un sarkan-zaļās brilles.⁶

⁵ Zhao, L., Zhang, Y., Wu, H., & Xiao, J. (2020). The difference of distance stereoacuity measured with different separating methods. *Annals of Translational Medicine*, 8(7), 468-468.

⁶ TNO Test for Stereoscopic Vision. *Ophthalmic Instruments*. Pieejams: <https://www.ophthalmic.com.sg/product/tno-test-for-steroscopic-vision/> (skatīts 20.02.2022.).

Šobera tests. Testam arī nepieciešamas sarkan-zaļas brilles – acu disociācijai, un stimuls: divi zaļi apli ar sarkanu krustu centrā (skat. 1.7.att.).



1.7.att. Šobera tests.⁷

Šo testu var izmantot, lai atpazītu binokulāro vai vienlaicīgo redzi, monokulāro redzi un monokulāro alternējošo redzi. Ar šo testu ir iespējams ne tikai novērtēt redzes raksturu tālumā, bet dažādos gadījumos arī novērtēt forijas (slēptās šķielēšanas): jautājot pacientam, vai krusts ir centrā vai nobīdīts pa labi, pa kreisi, uz augšu vai uz leju (*Švede u.c.*, 2008). Tests pēc disociācijas pakāpes ir visaugstākais, jo vispār nav abu acu kopīgo elementu. Šīs apstākļi nedod iespēju atšķirt binokulāro redzes raksturu no vienlaicīgo redzes raksturu, kas ir galvenais šī testa trūkums.

1.6. Redzes skrīninga veidi

Redzes skrīnings ir laba metode, lai ātri atklātu acs slimību vai redzes traucējumu, piemēram, binokulārās redzes traucējumu un savlaicīgi sāktu ārstēšanu. Eksistē manuālais skrīnings, speciālās skrīninga iekārtas un datorizētās redzes skrīninga programmas.

Manuālais skrīnings iekļauj standarta redzes testus, kas tiek izmantoti optometrijā. Lielākoties, redzes skrīningam izmanto kvalitatīvus testus, nevis kvantitatīvus, lai tikai noteikt slimības esamību vai neesamību (*Slabcova*, 2011). Viens no pirmajiem manuālā skrīninga protokoliem ir Masačūsetsas testu kopums (*Massachusetts Vision Test*), kas bija izveidots 1938. gadā (*Sloane*, 1940). Šī redzes skrīninga protokolā tika pārbaudīts redzes asums pēc Snellena “E” tabulas, realizēts hipermetropijas tests ar +1,00 D lēcām, un no binokulārās funkcijas izmeklēšanām bija tikai Madoksa tests – heteroforijas noteikšanai. Redzes raksturu

⁷ Лекция, прочитанная в Санкт-Петербурге 1-го ноября 2002 г. *Lea-Test Ltd*. Pieejams: <http://www.lea-test.fi/ru/assessme/stpeter/> (skatīts 27.05.2022.).

nepārbaudīja. Manuālajā redzes skrīningā redzes rakstura novērtēšanai izmanto testus, kas aprakstīti iepriekšējā nodaļā, kā arī eksistē citi testi. Šie testi tiek pieņemti kā “zelta standarts”, bet ir trūkums – testi ir subjektīvi. Tas nozīmē, ka optometrists izdara secinājumu par redzes rakstura veidu, balstoties tikai uz pacienta atbildēm.

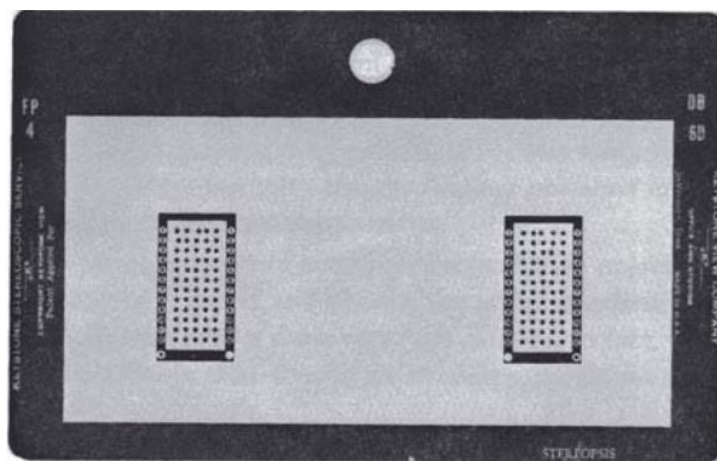
Pēc Masačūsetsas testu kopuma bija izveidoti vēl redzes skrīninga protokoli un speciālās redzes skrīninga iekārtas (*Appelboom, 1985*). Viena no tām ir *Keystone* telebinokulārs (skat. 1.8.att.).



1.8.att. Automatizētā redzes skrīninga iekārta *Keystone* telebinokulārs.⁸

Šī iekārta nosaka redzes asumu tālumā un tuvumā, horizontālo un vertikālo foriju, pārbauda, vai ir stereoredze (kas norāda uz binokulārās redzes esamību), un pārbauda, vai ir krāsu redze. Lai pārbaudītu stereoredzi, jāuzliek stereoredzes testa karte (skat. 1.9.att.) uz kartes turētāja, bet pacientam, skatoties iekārtas iekšā, jāskatās telpiskie simboli – zvaigzne, kaste, krusts, sirds, bumba – dažādos dziļumos (*Keystone iekārtas rokasgrāmata*).

⁸ Keystone Ophthalmic Telebinocular Instrument. *Bernell*. Pieejams:
https://www.bernell.com/product/KEYSTONE/Assessment_Kits (skatīts 24.03.2022.)

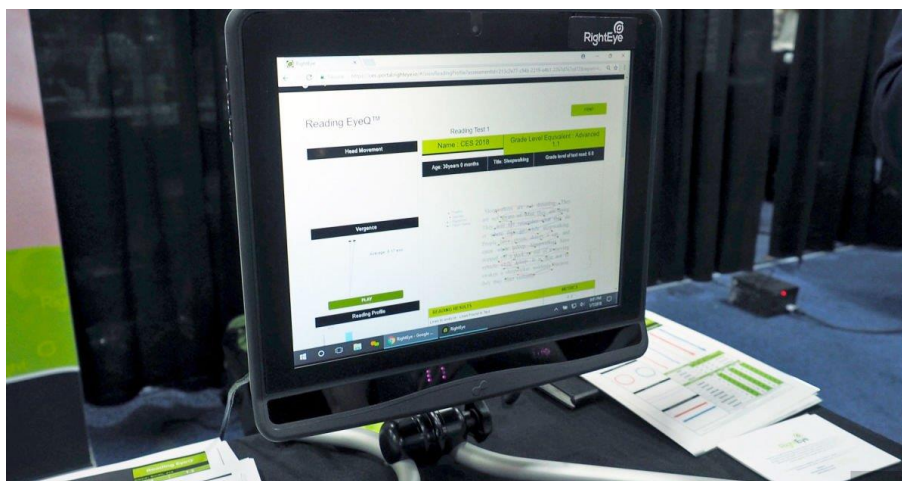


1.9.att. Keystone stereoredzes testa karte (*Keystone iekārtas rokasgrāmata*).

Stereoredzes testa platē kopā ir 12 rindas, normā pacientam ir pareizi jānosauc telpiskie objekti vismaz 10 rindās. Speciālām redzes skrīninga iekārtām, salīdzinot ar manuālo skrīningu, ātrums ir lielāks, tās ir kompaktas ierīces. No trūkumiem – nevar noteikt redzes rakstura veidu (tikai var saprast vai ir binokulārā redze) (*Keystone iekārtas rokasgrāmata*).

Viens no pirmajiem datorizētām redzes skrīninga programmām, ir *Visual Efficiency Rating (VERA)*. Ar šo redzes skrīninga programmu var novērtēt redzes asumu tālumā, veikt hipermetropijas testu, pārbaudīt stereoredzi (binokulārās redzes esamību), nomērīt vergences un akomodācijas vieglumu, sakādes, acu kustības. Redzes skrīninga programma ir ātra, interaktīva (kas pievērš bērna uzmanību). Trūkums: zems jutības diapazons (*Gallaway & Mitchell, 2010*). Šajā pētījumā tiek testēta līdzīga datorizētā redzes skrīninga programma.

Pēdējā laikā tiek izmantotas tādas redzes skrīninga programmas, kas automātiski ieraksta acu kustības lasīšanas laikā vai, kad pacients skatās uz animētu objektu datora ekrānā. Izmantojot jaunas paaudzes programmatūru, ir iespēja noteikt vai pacientam ir okulomotorikas problēmas – forijas, vergences, fiksācijas disparitātes, – kas ir tieši saistītas ar binokulāro redzi (*Sheedy & Saladin, 1977*). Jaunākās izstrādnes ir *RightEye* (skat. 1.9.att.) un *C&Look* (*Ali et al., 2021*).



1.8.att. *RightEye* programmatūra, kas automātiski ieraksta acu kustības.⁹

Jau eksistē tādas programmas, kas, izmantojot viedtālrunu tehnoloģijas, var pārbaudīt pacienta redzes asumu, krāsu redzi, stereoredzi (binokulārās redzes esamību), kontrastredzi, redzes lauku, acu kustības. Sakarā ar *COVID-19* pandēmijas pēdējos 2 gados, daudzi optometrieti sāka izmantot šīs tehnoloģijas (*Silverstein et al., 2021*). Biežāk izmanto Snellena “E” vai Landolta “C” optotipus, kas palielina testa objektivitāti un mazāk nepastāv mācīšanās efekts. Pozitīvi ir tas, ka nav nepieciešama optometrista klātbūtne. Galvenais trūkums: viena optotipa uzrādīšana bez vizuālais pārblīvības efekta (kad tiek pievienoti vēl optotipi ap centrālo mērķi), kas ir ļoti svarīgi, ja novērtē redzes asumu, aprēķina koncentrēšanās koeficientu pacientiem ar ambliopiju, disleksiju – sindroms, kad bērnam ir grūtības ar lasīšanu, – mācīšanās traucējumiem un uzmanības deficīta un hiperaktivitātes sindromu. (*Ali et al., 2021*)

⁹ Lundkvist, J. E (2019). Accurate and early detection of Parkinson’s — RightEye and Tobii eye tracking. *The Tobii Blog*. Pieejams: <https://blog.tobii.com/accurate-and-early-detection-of-parkinsons-righteye-and-tobii-eye-tracking> (skatīts 29.05.2022.)

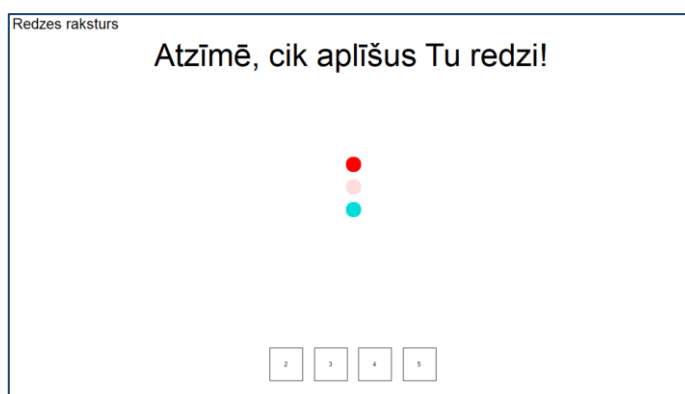
2. METODE

2.1. Dalībnieki

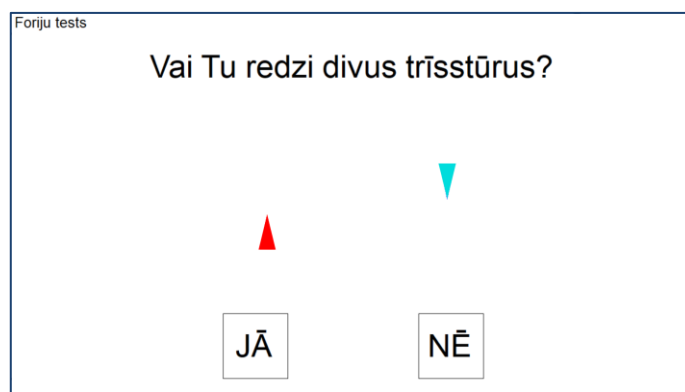
Pētījumā piedalījās Bērnu klīniskās universitātes slimnīcas 50 pacienti – bērni no 3 līdz 18 gadiem (vidējais vecums 9 ± 4 gadi) – 30 zēni un 20 meitenes. Piedalījās bērni ar aizdomām pār nebinokulāro redzes raksturu: pacienti ar šķielēšanu, ambliopiju, kataraktu, pacienti pēc šķielēšanas labošanas operācijas, un ar binokulāro redzi.

2.2. Iekārta

Tika izmantota Latvijas Universitātes ORZN izveidota datorizēta redzes skrīninga un treniņu programma *EYEDOO*. Ar šo redzes skrīninga programmu var novērtēt redzes asumu tālumā, veikt hipermetropijas testu, novērtēt redzes asumu tuvumā, krāsu redzi, redzes raksturu, veikt heteroforiju testu, novērtēt akomodācijas vieglumu, stereoredzi, vergēnces vieglumu, fūziju rezerves (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*). Redzes raksturu novērtē, izmantojot redzes rakstura testu (skat. 2.1.att.) un heteroforiju pretestu (skat. 2.2.att.).

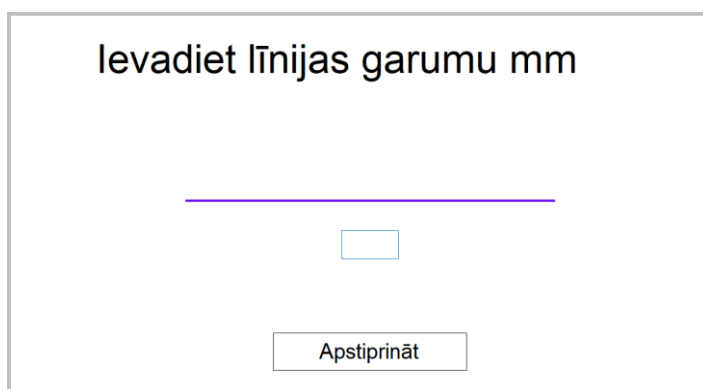


2.1.att. Redzes rakstura tests (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*).



2.2.att. Heteroforiju pretests (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*).

Heteroforiju pretestu veic, jo tam ir augstāka disociācijas pakāpe - nav kopējo objektu, kas redzams ar abām acīm (kā baltais aplis redzes rakstura testā). Dažos gadījumos ar šo testu var precizēt redzes raksturu un atšķirt vienu redzes raksturu no citu. Sakumā ir nepieciešams veikt izmēra kalibrēšanu. Nepieciešams nomērīt līnijas garumu un ierakstīt rezultātu milimetros (skat. 2.3.att.).



2.3.att. Izmēra kalibrēšana (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*).

Pēc tam ir nepieciešams kalibrēt programmas krāsas atbilstošajiem filtriem, kas ielikti krāsainajās brillēs. Uzliek sarkan-ciānzaļas brilles, īpaši šai programmai un, skatoties ar labo aci, nokalibrē "H" burtu tā, lai tas pilnīgi izzustu (skat. 2.4.a.att.). Pēc tam to pašu jādara ar kreiso aci un "C" burtu (skat. 2.4.b.att.).



2.4.att. (a) Sarkanā krāsu filtru kalibrēšana. (b) Ciānzaļā krāsu filtra kalibrēšana. (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*)

Telpiskā kalibrēšana var ietekmēt rezultātu precizitāti, kad novērtē redzes asumu tālumā un tuvumā. Krāsu filtru kalibrēšana ir nepieciešama, lai redzes novērtēšanas laikā tiktu atdalīta abu acu informācija un tā nepārklātos. (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*) Tas ir svarīgs solis redzes rakstura novērtēšanai.

2.3. Pētījuma dizains un datu analīze

Pirms testa veikšanas pētījuma dalībnieks uzliek sarkan-ciānzaļas brilles virs savas redzes korekcijai (brilles vai kontaktlēcas), ja tāda ir. Tests tiek veikts tuvumā, aptuveni 40 cm attālumā. Testētājs rāda redzes rakstura testu un jautā, cik aplīšus redz dalībnieks, vai lūdz uzrādīt ar pirkstu, kur viņš redz aplīšus (ja, vecuma dēļ, nesaprot uzdevumu). Pēc tam rāda heteroforijas pretestu un jautā, vai dalībnieks redz divus trijstūrus, vai arī lūdz parādīt trijstūrus, kas redz pacients.

Pēc dalībnieka atbildēm, var interpretēt redzes raksturu (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*):

- Binokulārs, ja redz 3 aplīšus un divus trijstūrus;
- Nestabils binokulārs, ja redz 3 aplīšus un vienu trijstūri;
- Monokulārs, ja redz 2 aplīšus un vienu trijstūri;
- Monokulāri alternējošs, ja redz 4 aplīšus un vienu trijstūri;
- Monokulārs vai monokulāri alternējošs, ja redz divus aplīšus un divus trijstūrus;
- Vienlaicīgs vai monokulāri alternējošs, ja redz 4 aplīšus un divus trijstūrus.

Pēc tam veic TNO redzes rakstura testu. Pētījuma dalībnieks uzliek virs savai redzes korekcijai sarkan-zaļas brilles, kas iet komplektā kopā ar TNO testu, jo filtru tonis var ietekmēt rezultātu, sarkanais filtrs ir pretī labajai acij un zaļais pretī kreisajai acij. Tests tiek veikts tuvumā, aptuveni 40 cm attālumā. Testētājs rāda TNO testa IV plati (redzes rakstura novērtēšanai) un jautā, cik aplīšus redz dalībnieks un kur atrodas lielākais aplis attiecībā pret mazo alpi, vai prasa uzrādīt ar pirkstu, kur viņš redz aplīšus (ja dalībnieks, vecuma dēļ, nesaprot uzdevumu).

Pēc dalībnieka atbildēm, var interpretēt redzes raksturu (*Švede u.c., 2008*):

- Binokulārs, ja redz 3 aplīšus vienlaicīgi;
- Monokulārs (OD – labā acs), ja redz 2 aplīšus, lielākais aplis pa kreisi;
- Monokulārs (OS – kreisā acs), ja redz 2 aplīšus, lielākais aplis pa labi;
- Monokulāri alternējošs, ja redz 2 vai 4, objekti periodiski mainās;
- Vienlaicīgs, ja redz 4 aplīšus vienlaicīgi.

Pēc tam dati, kas iegūti, izmantojot datorizēto redzes skrīninga programmu *EYEDOO*, un dati, kas iegūti, izmantojot TNO testa IV plati, tiek salīdzināti, apkopoti un analizēti, izmantojot programmas *MS Excel* un *RStudio*. Lai attēlotu testa jutību un specifiskumu tiek izmantota *ROC* analīze. Papildus tiek veikts *McNemar's Chi-squared test*, kuru izmanto neparametriskiem atkarīgiem datiem. Ar to palīdzību var saprast, vai datorizētas redzes skrīninga iekārtas *EYEDOO* radītas kļūdas ir statistiski nozīmīgas.

3. REZULTĀTI

Apkopojot *EYEDOO* un TNO testu rezultātus ir iegūti sekojošie dati (skat. 3.1.tab.). No 50 dalībniekiem 22 pēc TNO testa un pēc *EYEDOO* testa bija novērota binokulāra redze (*bin*), 7 dalībniekiem – monokulāra redze (*mon*). 6 dalībniekiem pēc TNO testa bija novērota monokulāra redze (*mon*), bet *EYEDOO* rezultāts bija monokulāra vai monokulāri alternējoša redze (*mon/mon alt*). Vēl 12 dalībniekiem bija novērota monokulāri alternējoša redze (*mon alt*) pēc TNO testa, taču pēc datorizēto testu tiem bērniem ir monokulāra vai monokulāri alternējoša redze (*mon/mon alt*). Vienam dalībniekam TNO tests rādīja vienlaicīgu redzi (*vien*), bet *EYEDOO* rādīja vienlaicīgu vai monokulāri alternējošu redzi (*vien/mon alt*). Divos gadījumos *EYEDOO* iekārtas rezultāts nesakrīta ar TNO testa rezultātu (atzīmēts ar sarkano 3.1.tab.): pirmajā gadījumā *EYEDOO* rezultāts bija binokulāra redze (*bin*), bet patiesībā pētījuma dalībniekam ir monokulāri alternējoša redze (*mon alt*). Otrajā gadījumā dalībniekam pēc datorizēta redzes rakstura testa tiek novērota nestabila binokulāra redze (*nest. bin*), bet pēc TNO testa viņam ir binokulāra redze (*bin*).

3.1. tabula

Pētījuma dalībnieku redzes rakstura veidi, kas tika iegūti, izmantojot TNO testa IV plati un datorizēto redzes skrīninga un treniņu programmu *EYEDOO*.

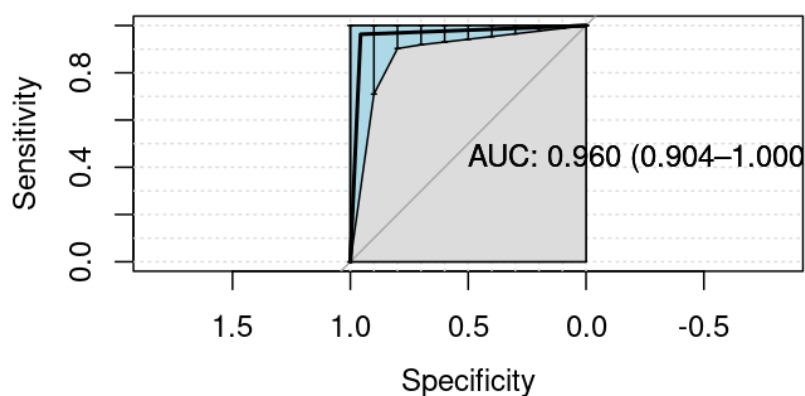
	TNO rezultāts				
		bin	mon	mon alt	vien
EYEDOO rezultāts	bin	22		1	
	nest. bin	1			
	mon		7		
	mon alt				
	mon/mon alt		6	12	
	vien/mon alt				1

No dalībniekiem ar binokulāru, nestabilu binokulāru un monokulāru redzes raksturu (kopā 36 dalībnieki) 30 (t.i. 83 %) varēja viennozīmīgi noteikt redzes raksturu, izmantojot *EYEDOO* redzes rakstura testu un heteroforijas pretestu. Pārējiem 6 dalībniekiem, kam bija monokulāra redze, izmantojot *EYEDOO* programmu, ir grūtības saprast, kāds redzes raksturs ir, jo pēc viņu atbildēm rezultātus var interpretēt gan kā monokulāru redzes raksturu, gan kā monokulāri alternējošu.

26 pētījuma dalībnieki ir patiesi pozitīvi (viņiem nav binokulāras redzes un to uzrāda arī *EYEDOO* tests), 1 – viltus negatīvs (tāds dalībnieks, kam ir monokulāri alternējoša redze, bet

pēc *EYEDOO* testa viņam ir binokulāra redze). Saskaņā ar šiem datiem var secināt, ka *EYEDOO* iekārtas jūtība ir 96 %.

1 pētījuma dalībnieks ir viltus pozitīvs (*EYEDOO* tests viņam uzrāda nestabilu binokulāru redzi, bet patiesībā viņam ir binokulāra redze), 22 – patiesi negatīvi (abos testos tiem ir iegūta binokulāra redze). Sanāk, ka *EYEDOO* testa specifiskums ir 96 %. Atbilstoša *ROC* līkne attēlota 3.1. attēlā. *AUC* koeficients ir 0,96, kas norāda uz to, ka *EYEDOO* tests dod ticamus rezultātus, jo koeficients ir robežās 0,904-1,000.



3.1.att. *ROC* līkne *EYEDOO* redzes rakstura testam un heteroforiju pretestam.

McNemar's Chi-squared test ar Jensa korekciju rāda, ka ar *EYEDOO* un TNO iegūtie redzes rakstura rezultāti nozīmīgi nemainās ($\chi^2 = 0,13$, $p = 0,72$).

4. DISKUSIJA

Šis pētījums – daļa no visa datorizētās redzes skrīninga un treniņu programmas *EYEDOO* aprobācijas. Kā “zelta standarts” tiek izmantota TNO testa IV plate, jo datorizēta testa disociācijas pakāpe un TNO testa disociācijas pakāpe ir līdzīgas (gan TNO testam, gan *EYEDOO* redzes rakstura testam ir kopīgs elements, ko uztver abas acis).

No priekšrocībām var izcelt, ka šī programma ir ātra, interaktīva (kas var pievērst bērna uzmanību), kompakta (nepieciešams tikai portatīvs dators un sarkan-ciānzaļas brilles). Atšķirībā no daudziem citiem testiem, piemēram, *VERA*, izmantojot *EYEDOO* iekārtu, var noteikt redzes raksturu, ne tikai izdarīt stereotestu, pārbaudot binokulāras redzes esamību. Tādai metodei ir trūkums, jo ir gadījumi, kad pacientam ir binokulāra redze, bet stereoredzes nav (*Heron & Lages, 2012*).

EYEDOO datorizētai redzes skrīninga un treniņu programmai, kā jebkurai lietai, ir arī trūkumi. Nospiežot pogu “2” redzes raksturu novērtēšanas testā, nav iespējams tālāk veikt heteroforijas pretestu, kas var palīdzēt noteikt, ka pacientam nav monokulāra redze, bet, piemēram, monokulāri alternējoša (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata, 2021*). Papildus, rezultāti neinterpretējas automātiski, kas aizņem testētāja laiku.

Ričkovas un Lihvancevas (2020) pētījumā par modificētu Bagolini testu, jutība un specifiskums ir 97,8 % un 96,2 % attiecīgi. Šī pētījuma jutība un specifiskums ir 96 % un 96 %. Var redzēt, ka rezultāti ir ļoti tuvi.

Citā pētījumā (*Nishimura et al., 2019*) par skolas skrīninga programmu testēšanu bērniem pirmskolas vecumā, jutība un specifiskums ir 84 % un 49 % attiecīgi. Rezultāts varētu būt zemāks, tāpēc ka tika pārbaudītas dažādas redzes funkcijas, ne tikai binokulārās redzes esamība, kā arī redzes rakstura novērtēšanai izmantoja *Preschool Randot* testu (skat. 4.1.att.) – viens no stereoredzes novērtēšanas testiem (kā jau zināms, ir gadījumi, kad pacientam ir binokulārā redze, bet stereoredzes nav).



4.1.att. *Preschool Randot tests.*¹⁰

Pēc *McNemar's Chi-squared test*, var redzēt, ka ar *EYEDOO* un TNO iegūtie redzes rakstura rezultāti nozīmīgi nemainās. Var secināt, ka *EYEDOO* datorizēta redzes skrīninga un treniņu programmas redzes rakstura testu un heteroforijas pretestu var izmantot redzes skrīningam.

Lai uzlabotu rezultātus, novērots, ka periodiski jāpārbauda krāsu filtru kalibrēšana. Redzes rakstura novērtēšanas testiem ir ļoti svarīgi, lai tiktu atdalīti abu acu attēli un tie nepārklātos (*EYEDOO iekārtas lietotāju rokasgrāmata*, 2021).

¹⁰ Randot Preschool Stereotest. *Stereo Optical*. Pieejams: <https://www.stereooptical.com/products/stereotests-color-tests/randot-preschool/> (skatīts: 29.05.2022.)

SECINĀJUMI

1. Ar redzes skrīninga un treniņu iekārtu EYEDOO tika iegūti ticami rezultāti, kas 96 % gadījumu ir salīdzināmi ar TNO testa IV plati.
2. Izmantojot EYEDOO redzes rakstura testu un heteroforijas pretestu ir iespējams atlasīt bērnus ar binokulāro redzi, kas ir norma, un bez tās.
3. Ar redzes skrīninga un treniņu programmu EYEDOO, 83 % gadījumu viennozīmīgi var noteikt binokulāru, nestabilu binokulāru un monokulāru redzes raksturu.

PATEICĪBA

Liels paldies manai darba vadītājai – zinātniskajai asistentei M.Sc. Jeļenai Slabcovai par piedāvāto darba tēmu, padomiem, atbalstu un saprotošo attieksmi darba tapšanas laikā.

Pateicos Kristīnei Kalničai – Dorošenko par palīdzību datu vākšanā.

Pateicos Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļas pētniecei Mārai Delesai – Vēliņai par palīdzību datu statistiskajā apstrādē.

Izsaku paldies visiem pētījuma dalībniekiem par piedalīšanos pētījumā, kā arī viņu vecākiem.

Liels paldies manai ģimenei par atbalstu, sapratni un pacietību.

Paldies visiem, kas bija izpalīdzīgi un atbalstīja bakalaura darba ietvaros.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Ali, Q., Heldal, I., Helgesen, C.G., Krumina, G., Costescu, C., Kovari, A., Katona, J., & Thill, S. (2021). Current challenges supporting school-aged children with vision problems: a rapid review. *Applied Sciences*, *11*(20), article 9673.
- Amblyopia (Lazy Eye). (July 2, 2019) *National Eye Institute*. Pieejams: <https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/eye-conditions-and-diseases/amblyopia-lazy-eye> (skatīts 08.04.2022.)
- Appelboom, T.M. (1985). A history of vision screening. *Journal of School Health*, *55*(4), 138-141.
- Babu, R.J., Clavagnier, S., Bobier, W.R., Thompson, B., & Hess, R.F. (2017). Regional extent of peripheral suppression in amblyopia. *Eye Movements, Strabismus, Amblyopia and Neuro-ophthalmology*, *58*(4), 2329-2340.
- Binocular Vision. Disorders and Treatment. *Vision-Pro Optical*. Pieejams: <https://www.visionprooptical.com/418305-binocular-vision-disorders-and-treatment/> (skatīts 17.01.2022.)
- Birch, E.E., Castaneda, Y.S., Cheng-Patel, C.S., Morale, S.E., Kelly, K.R., Beauchamp, C.L. & Webber, A. (2019). Self-perception of school-aged children with amblyopia and its association with reading speed and motor skills. *JAMA Ophthalmology*, *137*(2), 167-174.
- Chen, A.H., Abu Bakar, N.F., & Arthur, P. (2019). Comparison of the pediatric vision screening program in 18 countries across five continents. *Journal of Current Ophthalmology* *31*(4), 357-365.
- Donaldson, L.A., Karas, M., O'Brien, D., & Woodhouse, J.M. (2019). Findings from an opt-in eye examination service in English special schools. Is vision screening effective for this population? *Plos One*, *14*(3), 1-12.
- Dorr, M., Kwon, M., Lesmes, L.A., Miller, A., Kazlas, M., Chan, K., Hutner, D.G., Lu, Z., & Bex, P.J. (2019). binocular summation and suppression of contrast sensitivity in strabismus, fusion and amblyopia. *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*, article 234.
- Evans, B. (2021). *Pickwell's binocular vision anomalies* (6th ed.). Elsevier.
- Gallaway, M., & Mitchell, G.L. (2010). Validity of the VERA visual skills screening. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, *81*(11), 571-579.
- Gopal, S., Kelkar, J., Kelkar, A., & Pandit, A. (2019). Simplified updates on the pathophysiology and recent developments in the treatment of amblyopia: A review. *Indian Journal of Ophthalmology*, *67*(9), 1392-1399.
- Heron, S., & Lages, M. (2012). Screening and sampling in studies of binocular vision. *Vision Research*, *62*, 228-234.

- Holmes, J.M., Lyon, D.W., & Kraker, R.T. (2009). Amblyopia treatment. *Ophthalmology*, 116(8), 1588-1589.
- Hussaindeen, J.R., Rakshit, A., Singh, N.K., George, R., Swaminathan, M., Kapur, S., Scheiman, M., & Ramani, K.K. (2016). Prevalence of non-strabismic anomalies of binocular vision in Tamil Nadu: report 2 of BAND study. *Clinical and Experimental Optometry*, 100(6), 642-648.
- Instruction Manual. Physician' visual rating system. Pieejams: https://www.keystoneview.com/wp-content/uploads/2009/09/5204_physicianvrs.pdf (skatīts 24.03.2022.)*
- Jullien, S. (2021). Vision screening in newborns and early childhood. *BMC Pediatrics* 21(Suppl 1), article 306.
- Lagreze, W.A. (2010). Vision screening in preschool children. *Deutsches Arzteblatt International*, 107(28-29), 495-499.
- Latvijas Republikas Ministru Kabinets. 1. pielikums MK 29.08.2018. noteikumiem Nr. 555, MK 10.12..2019. noteikumu Nr. 642 redakcijā “*Profilaktiskās apskates (izmeklējumi) un sirds un asinsvadu slimību riska noteikšana*”, 1.4.8. apakšpunkts. Pieejams: <https://m.likumi.lv/doc.php?id=301399> (Skatīts 08.05.2022.)
- Marshall, E.C., Meetz, R.E., & Harmon, L.L. (2010). Through our children's eyes – The public health impact of the vision screening requirements for Indiana school children. *Optometry*, 81(2), 71-82.
- Nishimura, M., Wong, A., Cohen, A., Thorpe, K., & Maurer, D. (2019). Choosing appropriate tools and referral criteria for vision screening of children aged 4–5 years in Canada: a quantitative analysis. *BMJ Open*, 9(9), 1-10.
- Portela-Camino, J. A., Martín-González, S., Ruiz-Alcocer, J., Illarramendi-Mendicute, I., & Garrido-Mercado, R. (2021). An evaluation of the agreement between a computerized stereoscopic game test and the TNO stereoacuity test. *Clinical Optometry*, 13(37), 181-190.
- Redzes funkciju novērtēšana optometrista praksē. *Ārstniecībā izmantojamo medicīnisko tehnoloģiju datu bāze*. Pieejams: <https://dati.zva.gov.lv/mtdb/8-oftalmologijas-mediciniskie-pakalpojumi/optometristu-mediciniskie-pakalpojumi/redzes-funkciju-novertesana> (skatīts 27.03.2022.)
- Redzes skrīninga un treniņu iekārta *EYEDOO* lietotāja rokasgrāmata (2021). Latvijas Universitāte.

- Rouse, M.W., Cooper, J.S., Cotter, S. A., Press, L.J., Tannen, B.M., Amos, J.F., Beebe, K.L., Cavallerano, J., Lahr, J., & Wallingford, R. (2004). *Care of the patient with amblyopia* (2nd ed.). American Optometric Association.
- Sheedy, J.E., & Saladin, J.J. (1977). Phoria, vergence, and fixation disparity in oculomotor problems printed in U.S.A. *Optometry and Vision Science*, 54(7), 474-478.
- Silverstein, E., Williams, J.S., Brown, J.R., Bylykbashi, E., & Stinnett, S.S. (2021). Teleophthalmology: Evaluation of phone-based visual acuity in a pediatric population. *American Journal of Ophthalmology*, 221, 199-206.
- Slabcova, J. (2011). „Essilor Ergovision” pielietojamība skolas vecuma bērnu redzes skrīningam (Maģistra darbs, Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija).
- Slabcova, J., Krūmiņa, G., Švede, A., Ikaunieks, G., un Kassaliete, E. (2020). Jaunākās tendences bērnu skrīninga. *Cilvēkā fizioloģijas un uztveres aktuālie pētījumi 2020. gadā*. LU FMOF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa.
- Sloane, A E. (1940). Massachusetts vision test. *Archives of Ophthalmology*, 24(5), article 924.
- Steinman, S.B., Steinman, B.A., & Garzia, R.P., (2000). *Fondatations of binocular vision. A clinical perspective*. The McGraw-Hill Companies.
- Stereoredze. *Wikipedia*. Pieejams: <https://lv.wikipedia.org/wiki/Stereoredze> (skatīts 17.01.2022.)
- Švede, A., Krūmiņa, G., un Fridrihsons, J. (2008). *Pamatizmeklēšanas metodes optometrijā*. Latvijas Universitāte.
- Toufееq, A., & Oram, A.J. (2014). School-entry vision screening in the United Kingdom: Practical aspects and outcomes. *Ophthalmic Epidemiology*, 21(4), 210-216.
- Vision Screening. *National Library of Medicine*. Pieejams: <https://medlineplus.gov/lab-tests/vision-screening/> (skatīts 27.03.2022.)
- Wald, N.J. (Ed.) (2001). The definition of screening. *Journal of Medical Screening*, 8(1), 1.
- Zimmerman, R. S. (2002). *Procedures for the vision screening program for Pennsylvania’s school-age population* (1st ed.). Department of Health.
- Zipori, A.B., Colpa, L., Wong, A.M.F., Cushing, S.L., & Gordon, K.A. (2018). Postural stability and visual impairment: Assessing balance in children with strabismus and amblyopia. *Plos One*, 13(10), 1-18.
- Беликова, Е.А. Лечение косоглазия. (2013). *Глазная клиника доктора Беликовой*. Pieejams: https://belikova.ru/services/apparatnoe_lechenie/kosoglazie/ (skatīts 05.04.2022.)
- Бруцкая, Л.А. (2020). Бинокулярное зрение и его нарушения. *Медицина газета «Здоров’я України 21 сторіччя»* 7(476).

- Дымшиц Л.А. (1970). *Основы офтальмологии детского возраста*. Медицина.
- Ерошевский Т.И., и Бочкарёва А.А. (1983). *Глазные болезни* (2-е изд.). Медицина.
- Каракулова, Е.Б. (2018). Логопедическая работа по развитию связной речи у дошкольников с косоглазием и амблиопией на основе формирования восприятия, понимания и воспроизведения эмоций. *Специальное образование*, 2, 19-31.
- Ковылин В.В. (1999). *Цветотест для исследования бинокулярного зрения*. VII Съезд офтальмологов России. Сборник тезисов.
- Кононова, Н.Е., и Сомов, Е.Е. (2018). Амблиопия и связанные с ней проблемы. *Педиатрия*, 9(1), 29-36.
- Маглакелидзе, Н.М., и Зуева, М.В. (2017). Амблиопия и бинокулярное зрение. *Российский офтальмологический журнал*, 10(2), 97-102.
- Назарова, Г.М. (2019). Особенности методики формирования координации движений у детей с косоглазием и амблиопией в период окклюзионного лечения. *Молодой ученый*, 43(281), 263-267.
- Подугольникова, Т.А. Новая модель зрительного скрининга для детей дошкольного и младшего школьного возраста. *Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича Российской академии наук*.
Peerjams: <http://iitp.ru/ru/userpages/515/151.htm> (skatīts 27.03.2022.)
- Рычкова, С.И., и Лихванцева В.Г. (2020). Применение модифицированного теста Баголини в диагностике нарушений бинокулярного зрения. *Офтальмология* 17(3), 435-441.
- Черных, В.В., Плисов, И.Л., Анциферова, Н.Г., и Пущина, В.Б. (2018). Дистантный скрининг зрения школьников как практический метод применения телемедицины в офтальмологии: итоги и перспективы. *Сибирский научный медицинский журнал*, 38(3), 80-85.

Bakalaura darbs „Redzes rakstura novērtēšana datorizētajā redzes skrīningā” izstrādāts Latvijas Universitātes Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātē.

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

Autors: _____ Khaya Hely Yankilov
(paraksts)

Rekomendēju/nerekomendēju bakalaura darbu aizstāvēšanai

Vadītājs:

Zinātniskā asistente Prof. Mag. Jeļena Slabcova _____
(paraksts) (datums)

Recenzents: lektore, pētniece Ph.D. Karola Panke _____
(paraksts) (datums)

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā _____.

Dekāna pilnvarotā persona: metodiķe Inita Šneidere _____
(paraksts)

Darbs aizstāvēts Bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

_____.2022. protokola Nr. _____

Komisijas sekretārs: _____
(paraksts)