

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTE
OPTOMETRIJAS UN REDZES ZINĀTNES NODAĻA

**BRIĻĻU LĒCU IETEKME UZ ACĪ NOKLĪDUŠO
GAISMU**

BAKALaura DARBS

Autors: **Krista Mīze**
Studenta apliecības Nr.: km15038
Darba vadītājs: docents, Dr.phys. Gatis Ikaunieks

RĪGA 2018

ANOTĀCIJA

Darbs ir uzrakstīts latviešu valodā uz 30 lappusēm. Tas satur 10 attēlus, 19 atsauces uz literatūras avotiem un 1 pielikumu.

Darba mērķis: Izvērtēt, kā briļļu lēcu dažādi klājumi un dzeltenī tonētā lēca ietekmē uztvertā attēla kvalitāti.

Tika nomērīts acī noklīdušās gaismas daudzums 20 dalībniekiem ar C-Quant ierīci – bez lēcas, ar lēcu bez klājuma, ar lēcu ar pretatspīduma klājumu, ar lēcu ar zilo gaismu bloķējošo klājumu un dzeltenī tonētu lēcu.

Rezultātā noskaidrojām, ka dzeltenī tonēta lēca palielināja acī noklīdušās gaismas vērtības, kas varētu būt saistīts ar krāsvielu daļiņām, kas tajās nonāk tonēšanas laikā. Lēca ar zilo gaismu bloķējošo klājumu, lēca ar un bez pretatspīduma klājuma nepalielināja acī noklīdušās gaismas vērtības.

Atslēgvārdi: acī noklīdusī gaisma; briļļu lēcu klājumi; briļļu lēcu tonējums; sporta redze.

ABSTRACT

Work was written in latvian language with 30 pages. It contains 10 images, 19 references to literature sources and 1 appendix.

Purpose: To evaluate, how spectacle lenses coatings and yellow tinted lens affect the quality of image.

The amount of straylight was measured for 20 participants with C-Quant device – without lens, with lens without coating, with lens with anti-glare coating, with lens with blue light blocking coating and with yellow tinted lens.

As a result, we found that the yellow tinted lens increased straylight values, that might have been associated with pigment particles from lens tinting. Lens with blue light blocking coating, lens with or without anti-glare coating didn't increase straylight values.

Key words: retinal straylight; spectacle lenses coatings; tinted lenses; sport vision.

SATURS

IEVADS	1
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS	2
1.1. Acī noklīdusī gaisma	2
1.2. Dzeltēni tonētās lēcas	6
1.3. Zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcas	8
1.4. Lēcas ar klājumu un bez klājuma	12
2. PĒTĪJUMA DAĻA	14
2.1. Pētījuma dalībnieki	14
2.2. Metode	14
2.3. Rezultāti un to analīze	18
2.4. Diskusija	23
SECINĀJUMI	26
NOBEIGUMS	27
PATEICĪBA	28
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	29
PIELIKUMI	31
1. pielikums	31

IEVADS

Tīklenē veidotajam attēlam pāri var veidoties traucējošs fons, ko dēvē par acī noklīdušo gaismu (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010). To var radīt gan ar acī saistītie iekšējie faktori, gan ar aci nesaistītie ārējie faktori (De Wit & Coppens, 2003). Acī noklīdusī gaisma ir izteikti pamanāma naktī, skatoties pretim braucošas mašīnas lukturos (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017). Acī noklīdušo gaismu var radīt vairākas acs daļas kā radzene, varavīksnene, sklēra, lēca, fundus. Acī noklīdusī gaisma bija statistiski nozīmīgi lielāka ar dzeltenī tonētu lēcu nekā ar caurspīdīgo lēcu (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017). Zilā gaisma izraisa vairāk acī noklīdušo gaismu nekā citi viļņu garumi, tāpēc zilo gaismu filtrējošajām lēcām varētu būt labvēlīga ietekme uz acī noklīdušo gaismu (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017).

Mūsdienās tehnoloģijas attīstās arvien straujāk, rodas arvien vairāk jauni veidi kā uzlabot cilvēkiem dzīves kvalitāti, briļļu lēcu klājumi nav izņēmums. Pašlaik tiek ražotas dažāda tipa briļļu lēcas ar vairākiem pārklājumiem un tonējumiem, citi klājumi iemantojuši īpašu popularitāti. Redzes kvalitāte ir svarīga cilvēkiem, tāpēc, ja rodas kādas problēmas, tās grib labot ar pēc iespējas labākiem rezultātiem. Viena no sūdzībām, kas netiek īsti atrisināta ir žilbšana, ko novēro tumšos apstākļos. Šajā pētījumā tiks apskatīti vairāki literatūras avoti, lai noskaidrotu, kādi ieguvumi ir atrasti citos pētījumos un, kā pētījumos apskatītās lēcas ietekmē acī noklīdusās gaismas vērtības. Pēc ievāktās literatūras tiks praktiski nomērīta acī noklīdusī gaisma izmantojot C-Quant, Oculus ierīci ar dažādām veida lēcām – dzeltenī tonētu lēcu, lēcu ar pretatspīduma klājumu, lēcu bez klājuma un lēcu ar zilo gaismu bloķējošo klājumu. Šajā pētījumā būs likts uzsvars uz četrām dažādām lēcām un to ietekmi uz acī noklīdušo gaismu. Mērījumi tiks veikti monokulāri, aptumšotā telpā. Rezultātā tiks noskaidrots kā acī noklīdusās gaismas vērtības ietekmē izvēlētās lēcas.

Darba mērķis: Izvērtēt, kā briļļu lēcu dažādi klājumi un dzeltenī tonētā lēca ietekmē uztvertā attēla kvalitāti.

Hipotēze: Zilo gaismu bloķējošā lēca būtiski izkliedi nesamazina.

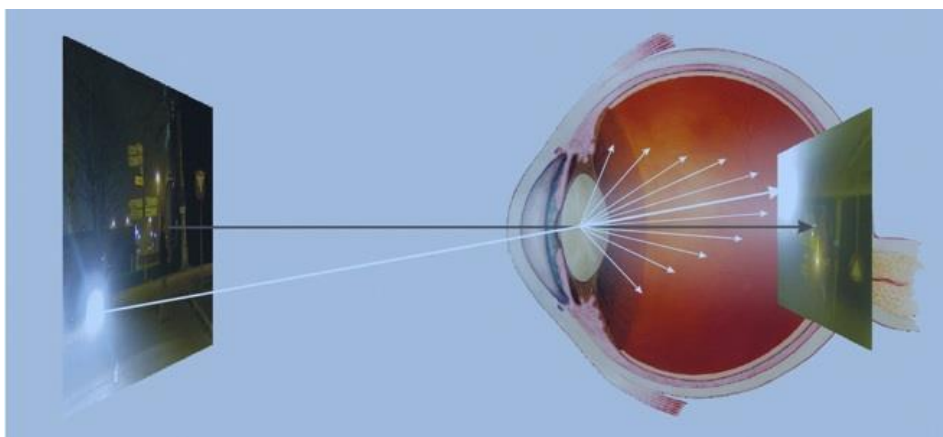
Uzdevumi:

1. Novērtēt acī noklīdušo gaismu ar plastikāta lēcu bez pretatspīduma klājuma
2. Novērtēt acī noklīdušo gaismu ar plastikāta lēcu kurai ir pretatspīduma klājums
3. Novērtēt acī noklīdušo gaismu ar plastikāta lēcu kurai ir zilo gaismu bloķējošais klājums
4. Novērtēt acī noklīdušo gaismu ar dzeltenī tonētu lēcu

1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Acī noklīdusī gaisma

Acī noklīdusās gaismas daudzums katram cilvēkam var atšķirties. To ietekmē vecums, tādas patoloģijas kā katarakta, pigmentācija un to var ietekmēt arī refraktīvā ķirurģija (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010). Acī noklīdusās gaismas attēlojumu var apskatīt 1.1. attēlā.



1.1. att. Acī noklīdusās gaismas vizualizācija (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Tiek parādīts, kā optiskās acs komponentes veido ārējās pasaules attēlu uz tīklenes (skat. 1.1.att.). Šajā situācijā var redzēt, ka attēls veidojas izkropļots, jo daļa no gaismas, kas nāk no mašīnas lukturiem, ir izkliedēta visos virzienos, attēlotas kā baltās bultiņas, tādējādi izveidojot traucējošu fonu pāri tīklenē veidotajam attēlam. Šis traucējošais fons, kas veidojas pāri tīkļenei, tiek saukts par acī noklīdušo gaismu. Kreisajā pusē ir attēlots tas, ko redz normāla cilvēka acs, bet labajā pusē tas, ko redz cilvēks ar agrīnu kataraktu (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Acī noklīdusās gaismas traucējošais fons, kas veidojas pāri tīklenē izveidotajam attēlam, ir atkarīgs no spožumu atšķirībām, piemēram, tumsā parādoties spožam gaismas avotam, kā gaismai no mašīnas luktura. Sūdzības var būt – miglaina redze, palielināta žilbšana, kontrasta un krāsas zudums. Sūdzības var izpausties smagāk, ja redzes funkcijas jau ir pazeminātas tīklenes patoloģiju dēļ, tādām kā makulas deģenerācija vai glaukoma, tad ir nepieciešams pievērst lielāku uzmanību acī noklīdušajai gaismai. Palielināta gaismas izkliede vairāk ietekmē kopējo redzes kvalitāti nekā samazina redzes asumu (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Lai noteiktu acī noklīdušo gaismu, tika izveidota metode, ko dēvē par tiešo kompensācijas metodi. Īsumā šīs metodes darbības pamatā ir spilgts, gredzenveida gaismas

avots apkārt tumšam testa laukumam, kurš tiek attēlots mirgojošs. Sakarā ar intraokulāru izkliedi, daļa gaismas no spilgtā gredzenveida avota nonāk foveolā, radot šķietamu mirgošanu gredzena centrā. Lai noteiktu precīzu acī noklīdušo gaismu, testa laukā tiek rādīta mainīga pretfāžu kompensācijas gaisma. Mainot kompensācijas gaismas daudzumu, mirgošana testa laukā var tikt dzēsta. Šādā veidā acī noklīdusi gaisma, ko izraisa no starojuma avota izklienētā gaisma, tiek tiešā veidā kompensēta. 2003. gadā tika definēta ērtāka psihofizikāla pieeja, ko dēvē par salīdzinošo kompensācijas metodi, kas ir Vācu firmas Oculus, C-Quant ierīcē. Galvenā atšķirība ir tā, ka šo ierīci var izmantot ikdienā klīniskai lietošanai (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Noklīdušās gaismas avoti normālā acī ir aptuveni vienādās daļās radzenē, lēcā un ar pigmentāciju saistītajās daļās. Uz vecumu ievērojamas izmaiņas novērojamas lēcas daļā, it īpaši, ja attīstās agrīna katarakta. Agrīnās kataraktas gadījumā biežāk acī noklīdušās gaismas palielinājums ir pirmā sūdzība, kas tiek novērota vēl pirms redzes asuma izmaiņām. Radzene ir īpaši jutīga acī noklīdušās gaismas palielinājumu. Cietās gāzu caurlaidīgās kontaktlēcas izraisa vairāk acī noklīdušo gaismu nekā hidrofilās kontaktlēcas. Tīras un nesaskrāpētas briļļu lēcas būtiski nemaina noklīdušās gaismas daudzumu acī (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Starp redzes asumu un acī noklīdušo gaismu ir maza sakarība, izmaiņas redzes asumā nenozīmē izmaiņas acī noklīdušās gaismas daudzumā un otrādi. Acī noklīdušās gaismas daudzumam un normālai kontrastjutībai ir vāja saistība. Acī noklīdusi gaisma samazina kontrastu ārējās pasaules attēlam, kas tiek attēlots uz tīklenes, tāpēc palielināta acī noklīdusi gaisma, nozīmē arī zemāku kontrastjutību. Taču kontrastjutības samazinājums ir daudz mazāks, nekā acī noklīdušās gaismas palielinājums, piecas reizes palielinot gaismas izkliedi, kontrastjutība samazinās tikai par 20% (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Acī noklīdušās gaismas daudzums ir atšķirīgs katram individuāli, tas var būt pat atšķirīgs vienam cilvēkam katrā acī. Tās daudzums ir atkarīgs no vecuma, pigmentācijas, patoloģijām, piemēram, kataraktas, un var mainīties ar refraktīvo ķirurģiju. Normālā acī ir pieci galvenie avoti, kas veicina acī noklīdušo gaismu – radzene, varavīksnene, sklēra, acs lēca, fundus. Acī noklīdušo gaismu izraisa aptuveni 1/3 radzene, 1/3 lēca un 1/3 varavīksnene, sklēra un fundus. Radzenes gaismas izkliede ir lielā mērā konstanta visos vecumos, bet var palielināties kā nevēlams blakus efekts refraktīvai ķirurģijai. Acī noklīdušās gaismas daudzums saistībā ar varavīksneni un sklēru var būt atkarīgs no pigmentācijas. Lēcā gaismas izkliede palielinās ar vecumu, it īpaši, ja cilvēkam ir katarakta. Gaisma, ko izklienē fundus ir atkarīga no pigmentācijas. Ir iespējama atšķirība acī noklīdušai gaismai cilvēkiem, kuriem ir zilas vai brūnas acis (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Viens no palielinātas acī noklīdušās gaismas iemesliem ir agrīnā katarakta. Ja katarakta sāk attīstīties, tad viena no pirmajām sūdzībām ir palielināta acī noklīdusī gaisma, palielināta žilbšana braucot naktī. Traucējumi radzenē, tādi kā radzenes distrofijas, izraisa stipru palielinājumu acī noklīdušās gaismas daudzumā. Pēc refraktīvās ķirurģijas var rasties radzenes apmiglojums, kas reti ietekmē redzes asumu, bet var izraisīt sūdzības par acī noklīdušo gaismu, žilbšanu. Kontaktlēcas rada palielinātu acī noklīdušo gaismu, nogulsņējumi vai skrāpējumi tajās var būt kā iemesls palielinātai acī noklīdušajai gaismai. Ja radzenes izmaiņas ir saistītas ar neatbilstošu kontaktlēcu valkāšanu, tas var radīt lielu acī noklīdušās gaismas daudzuma palielināšanos. Apduļķojumi stiklveida ķermenī var radīt lielu pieaugumu acī noklīdušās gaismas daudzumā, bieži bez īpašām izmaiņām redzes asumā (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Žilbšana rodas no maziem, spožiem gaismas avotiem relatīvi daudz tumšākā laukā. Tas rada grūtības saskatīt ne tik izteismīgus objektus žilbšanas avota apkārtnē. Ir divu tipu žilbšanas veidi – diskomforta žilbšana, kas rada diskomfortu, bet nerada redzes samazināšanos. Savukārt ir arī redzes funkciju pasliktinoša žilbšana, kas var neizraisīt diskomfortu, bet rada redzes funkciju pazemināšanos. Žilbšana palielinās ar vecumu (Smith, 2002). Pārejošas uztveres grūtības rodas saistībā ar straujām izmaiņām adaptācijā, piemēram, braucot ārā no tumša tuneļa gaišā dienā. Redzes funkciju pasliktinošo žilbšanu izraisa intraokulāra gaismas izkliede (acī noklīdusī gaisma), kas samazina kontrastu tīklenē veidotajam attēlam (Mainster & Turner, 2012). Redzes funkciju pasliktinošā žilbšana veido apmiglojumu virs izveidotā attēla, kad blakus ir izteismīgs gaismas avots. Ir dažāda veida gaismas izkliedes, ko ietekmē izkriedi radošo daļiņu lielums. Releja izkliede ir lielāka īsos viļņu garumos, tātad zilā gaisma tiek izkriedēta vairāk kā sarkanā. Šo izkriedi rada mazas daļiņas, salīdzinot ar gaismas viļņa garumu. Mie gaismas izkliede nav atkarīga no gaismas viļņu garumu, tāpēc lēcas, kas absorbē konkrētu viļņu garumu, visdrīzāk nemazinās redzes funkciju pasliktinošo žilbšanu. Mie izkriedi rada salīdzinoši lielākas daļiņas (Aslam, Haider, & Murray, 2007).

Vairākās acu struktūrās acī noklīdušo gaismu ietekmē pigmentācija. Varavīksnene un sklēra izkriedē gaismu atkarībā no pacienta pigmentācijas. Brūnas acis absorbē vairāk gaismu un tādējādi veidojas mazāk izkriedēta gaisma nekā gaišās acīs (Cerviño, Gonzalez-Meijome, Linhares, Hosking, & Montes-Mico, 2008). *Cerviño et al.* (2008) pētījumā tika apskatīta acī noklīdusī gaisma ar dažādām kontaktlēcām. Vienā acī tika izmantota caurspīdīga kontroles kontaktlēca, kurai bija tādi paši parametri un tāds pats materiāls, kā pārējām pētījumā izmantotajām kontaktlēcām. Tika izmantotas divas kontaktlēcas ar atšķirīgu krāsu, viena bija dzintara krāsā un otra bija pelēki-zaļā krāsā. Jāpiemin, ka šīs kontaktlēcas bija vienmērīgā

krāsā visā tās izmērā, arī virs zīlītes. Tika veikti sākotnējie mērījumi pirms kontaktlēcu ielikšanas ar caurspīdīgo kontaktlēcu un, tad ar sporta tonētajām kontaktlēcām. Acī noklīdusī gaisma palielinājās ar katru no tonētajām kontaktlēcām, lai gan dienas laikā šīm kontaktlēcām nevajadzētu radīt problēmas, naktī tās varētu radīt izmaiņas redzes uztveres kvalitātē (Cerviño, Gonzalez-Meijome, Linhares, Hosking, & Montes-Mico, 2008).

Viens no populārākajiem piemēriem par acī noklīdušās gaismas ietekmi ir spožs gaismas avots tumsā, kas liek domāt, ka acī noklīdušās gaismas daudzums varētu būt saistīts ar zīlītes izmēru. *Franssen et al.* (2007) savā pētījumā pārbaudīja vai ir konkrēta sakarība starp acī noklīdušo gaismu un zīlītes izmēru. Kā zināms žilbšana rodas pie spoža gaismas avota, kura ietekme ir pastiprināta naktī. Acs naktī ir adaptējusies tumsai un pēkšņs, spožs gaismas avots to apmulsina (Franssen, Tabernero, Coppens, & van den Berg, 2007). Zīlītes izmērs drīzāk varētu ietekmēt gaismas intensitāti, bet ne tīklenes attēla kvalitāti. Rezultāti normālās acīs liecina, ka zīlītes izmērs ļoti nedaudz ietekmē acī noklīdušo gaismu. Acī noklīdušās gaismas parametrs $\log(s)$ daudz neizmainījās zīlītēm, kuru diametrs bija no 2 mm līdz 8 mm. Bet, ja tiktu skatīts platākos leņķos un zīlītes izmērs būtu mazāks par 2 mm, acī noklīdusī gaisma varētu ievērojami palielināties. Taču pētījumā teikts, ka zīlīte, kuras diametrs ir mazāks par 2 mm būtu grūti atrodama realitātē. Kopumā zīlītes izmērs nav viens no galvenajiem iemesliem kam jāpievērš uzmanību, pētot acī noklīdušo gaismu naktī. Vairāk būtu jāpievērš uzmanība gadījumā, ja zīlīte nesašaurinātos pie tuvojošas mašīnas spožajām lampām, bet paliktu neizmainītā lielumā, plata. Ja cilvēkam darbojas zīlītes refleksi, tad acī noklīdušai gaismai ar zīlītes izmēru nav lielas sakarības (Franssen, Tabernero, Coppens, & van den Berg, 2007).

Redzes asums un kontrastjutība ir savstarpēji saistīti, bet redzes asums un kontrastjutība ir mazāk saistīti ar acī noklīdušo gaismu. Salīdzinot redzes asuma ietekmi uz satiksmes negadījumiem netika atklāta liela saistība. Vienā no pētījumiem tika apskatīti vecāku cilvēku satiksmes negadījumu un redzes funkciju saistība, kas rādīja, ka ietekmējoši parametri bija žilbšanas jutīgums un redzes lauka zudums. Autovadītājiem acī noklīdusī gaisma pasliktina redzes funkcijas naktī (Michael, u.c., 2008).

Kopumā acī noklīdušās gaismas palielinājums pasliktina cilvēka redzes kvalitāti, tas it īpaši izpaužas naktī. Ja cilvēkam pēkšņi rodas palielināts acī noklīdušās gaismas daudzums, tad tas būtu jāpārbauda, jo to radīt var vairāki iemesli. Acī noklīdušās gaismas daudzums var būt saistīts ar vairākām struktūram un katram cilvēkam tas ir atšķirīgs, citiem cilvēkiem tas pat var atšķirties katrā acī. Cilvēkiem, kuri brauc ar mašīnu, palielināts acī noklīdušās gaismas daudzums var radīt bīstamas situācijas, jo būs sliktāka redze ap spožo gaismas avotu. Šī ir nopietna problēma tāpēc jābūt uzmanīgiem kādas briļļu lēcas izvēlas, lai acī noklīdusī gaisma

netiktu vairāk pasliktināta. Kā noskaidrojām ir iekšējie, ar aci saistītie parametri, kas ietekmē acī noklīdušo gaismu, šos parametrus nav tik viegli samazināt. Savukārt ārējos, ar aci nesaistītos parametrus, kā saskrāpētas brillu lēcas vai netīrs logs, ir iespējams samazināt. Kā brillu lēcas, cietās kontaktlēcas un refraktīvā ķirurģija var ietekmēt acī noklīdušo gaismu, tad ar šādu korekciju nav ieteicams piedalīties mūsu eksperimentā.

1.2. Dzelteni tonētās lēcas

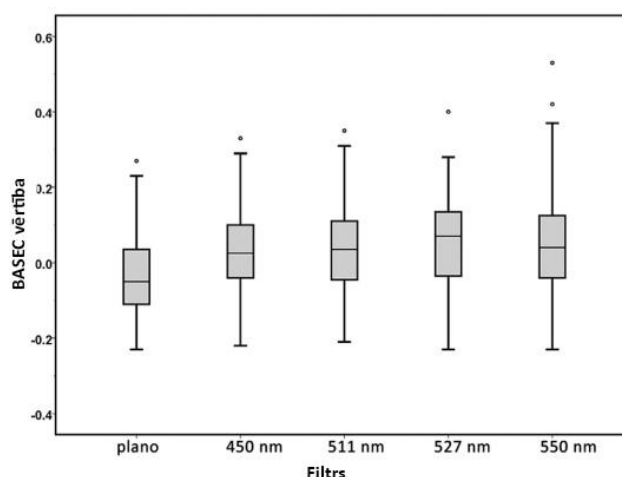
Mūsdienās daudzi cilvēki mēģina rast risinājumu nakts braukšanas radītajai žilbšanai. Ir uzskats, ka dzelteni tonētās lēcas palīdz braucot tumšos apstākļos, bet noskaidrosim sīkāk kā šīs lēcas ietekmē redzes sistēmu.

Vairāki pētījumi ir apskatījuši dzeltenās intraokulārās lēcas ietekmi uz redzes kvalitāti un lielākajā daļā gadījumi netika atrasta statistiski nozīmīga labvēlīga ietekme uz redzes kvalitāti. Par dzeltenām lēcām tiek teikts, ka tās palīdz mazināt acī noklīdušo gaismu ceļu satiksmē vai sportojot ziemā (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017).

Van Os et al. (2017) pētījumā par dzelteni tonētām lēcām tika izvēlēti cilvēki, kuri bija ar emetropiju vai tika koriģēti ar mīkstajām kontaktlēcām vai brillēm. Tika veikti pieci mērījumi, pirmais ar caurspīdīgu lēcu, otrais līdz piektais mērījums ar dzelteniem filtriem, kuru gaismas caurlaidība bija attiecīgi no 450 nm, 511 nm, 527 nm, un 550 nm. Ametropiem dalībniekiem tika pielikta atsevišķa korekcijas lēca. Papildus izmērītajai noklīdušajai gaismai, pamata mērījuma un vecuma (BAC) noklīdusī gaisma un pamata mērījuma, vecuma un sfēriskā ekvivalenta (SE) koriģēta (BASEC) noklīdusī gaisma tika arī novērtēta, lai izslēgtu vecuma un refrakcijas ietekmi. Šie parametri tika aprēķināti pēc sekojošām formulām:

$$\text{BAC} = \log_{10}(s) - 0.931 - \log_{10} [1 + (\text{vecums}/65)^4]$$
$$\text{BASEC} = \text{BAC} - (0.0024 \times \text{SE}^2 - 0.0072 \times \text{SE} + 0.0125)$$

kur $\log_{10}(s)$ ir izmērīta acī noklīdusī gaisma un SE ir sfēriskais ekvivalents (sfēra + ½ cilindrs), mērījumi tika veikti ar autorefraktometru. Tika piefiksēta arī subjekta acu krāsa. Rezultātā tika iegūts, ka vidējā acī noklīdusī gaisma bija statistiski nozīmīgi lielāka ar dzelteni tonēto lēcu nekā ar caurspīdīgo planum lēcu (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017). Pētījuma rezultātus varam apskatīt 1.2. attēlā.



1.2. att. Koriģētās gaismas izkliedes parametra vērtības BASEC, ņemot vērā dalībnieka vecumu un refrakciju, iegūtas ar netonētu lēcu (*plano*) un tonētām lēcām ar dažādu gaismas spektrālo caurlaidību (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017).

Rezultāti šajā pētījumā liecina, ka dzeltenī filtri izraisa mazu, bet nozīmīgu pieaugumu acī noklīdušajai gaismai. Mērījumi tika veikti ar C-Quant ierīci. Acī noklīdušo gaismu iespējams var ietekmēt tas, ka dzeltenā krāsa filtros nāk no dzeltenām pigmentdaļiņām, kuras varētu veidot nelielu gaismas izkliedi, ko tests varētu uztvert kā palielinātu acī noklīdušo gaismu. *Van Os et al.* (2017) uzskata, ka filtra pigments visdrīzāk ir minimāls. Kopumā nav īsti saprotams kāpēc cilvēki uzskata, ka dzeltenās lēcas uzlabo nakts braukšanu, ja šīs lēcas palielina acī noklīdušās gaismas daudzumu un var ietekmēt krāsu redzi. Atbilde uz jautājumu kāpēc cilvēki uzskata, ka dzeltenās lēcas palīdz autovadītājiem naktī, vārētu būt saistīta ar nelielu uzlabojumu kontrastjutībā. Apskatītās lēcas var lietot tad, kad krāsu redzei nav īpašas nozīmes, jo tiek iegūts neliels uzlabojums redzes komfortā (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017). Kontrastjutība bija lielāka ar dažādām dzeltenī tonētām lēcām. Gaišā dienas laikā tām nebūs liela ietekme uz kontrastjutību (Kohmura, Murakami, & Aoki, 2013).

Cerviño et al. (2008) eksperimentā skotopiskos apstākļos tika apskatīta acī noklīdušā gaisma ar divu veidu sporta krāsainām mīkstajām kontaktlēcām. Viena no kontaktlēcām bija dzintara tonī. Rezultātā tika iegūts, ka acī noklīdušās gaismas daudzums palielinājās, kas varbūt neietekmētu cilvēkus, kuri sporto fotopiskos apstākļos, bet skotopiskos apstākļos tiktu ietekmēta redzes kvalitāte (Cerviño, Gonzalez-Mejome, Linhares, Hosking, & Montes-Mico, 2008).

Dzeltenas lēcas ir populāras, it īpaši aktuālas tās ir sporta brillēm. *Kohmura et al.* (2013) pētījumā pārbaudījā 5 veidu lēcas – caurspīdīgas, gaiši dzeltenas, tumši dzeltenas, gaiši pelēkas un tumši pelēkas. Neviena no šīm lēcām neradīja ievērojamu atšķirību dinamiskajā

redzes asumā. Skatoties dienas apstākļos, kontrastjutība bija ievērojami augstāka ar caurspīdīgām lēcām, gaiši dzeltenām un gaiši pelēkām lēcām nekā tumši dzeltenām un tumši pelēkām lēcām. Vakara apstākļos, zema kontrasta redzes asums bija labāks ar caurspīdīgām un gaiši dzeltenām lēcām. Vakara un žilbšanas apstākļos tika iegūts zema kontrasta redzes asums labāks ar caurspīdīgām un gaiši dzeltenām lēcām. Aptumšotos apstākļos dzeltenās lēcas var tikt izmantotas tāpat kā caurspīdīgās. Labāks redzes asums bija ar gaišākajām lēcām, piemēram, ar caurspīdīgo un gaiši dzelteno lēcu. Savukārt krāsu redzi vismazāk izmainīja caurspīdīgā lēca, tad gaiši pelēkā, tad tumši pelēkā, tad gaiši dzeltenā un tumši dzeltenā. Visvairāk krāsu uztvere mainījās pie dzeltenajām lēcām. Vismazākā žilbšana bija ar pelēkajām lēcām. Kopumā gaišās lēcas (gaiši dzeltena, caurspīdīga, gaiši pelēka) tika vērtētas labāk nekā tumšās lēcas (tumši pelēka, tumši dzeltena). Dzeltenās lēcas var nēsāt sporta veidos, kur krāsu izšķiršanas spējai nav tik nozīmīga ietekme. Šī eksperimenta dalībnieku vecums vidēji bija 21 gads, ar vecākiem dalībniekiem rezultāti varētu būt citādāki (Kohmura, Murakami, & Aoki, 2013).

Kopumā dzeltenās lēcas var palielināt kontrastu un tās dod redzes komfortu, tām ir vairākas pozitīvās īpašības. Ja cilvēkiem šīs ir galvenās īpašības, kas nepieciešams konkrētās situācijās, tad šīs lēcas būtu piemērotas. Taču, ja ir nozīme krāsu redzei un acī noklīdušās gaismas daudzumam, tad tās īsti nebūtu ieteicamas. Kā apskatītajos pētījumos tika atrasta palielināta acī noklīdusi gaisma ar dzeltenām lēcām, tad visdrīzāk arī mūsu pētījumā acī noklīdušās gaismas vērtības varētu palielināties ar dzelteniem tonētām lēcām.

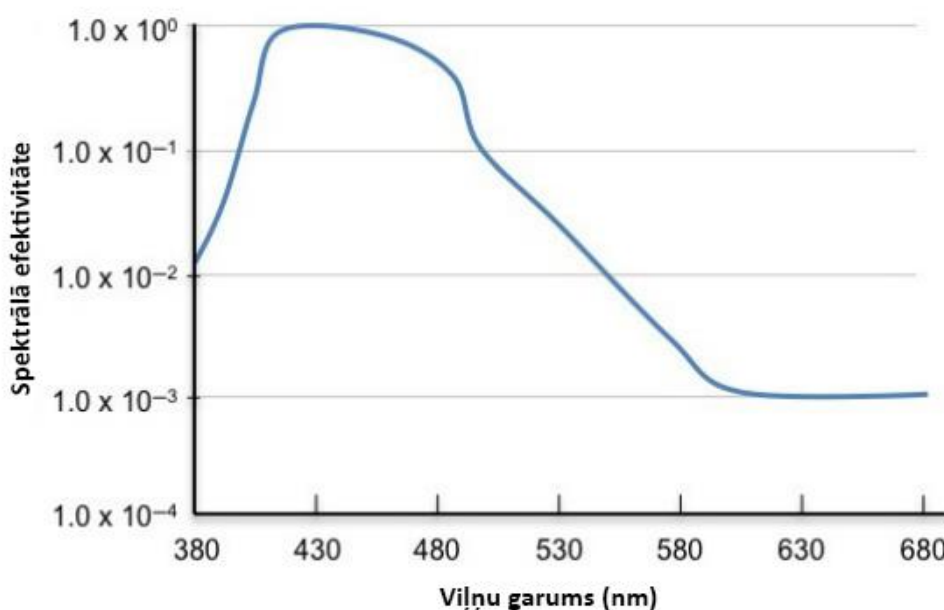
1.3. Zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcas

Acī noklīdusi gaisma ir apgriezti proporcionāla krītošās gaismas viļņu garumam. Tas arī ir apskatīts eksperimentāli, kur zilajā gaismā tika novērots lielāks acī noklīdušās gaismas daudzums nekā sarkanā vai dzeltenā gaismā. Tāpēc izmantojot zilās gaismas filtrus tie varētu labvēlīgi ietekmēt acī noklīdušo gaismu (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017). Tā kā ir zināms, ka zilā gaisma palielina acī noklīdušo gaismu vairāk nekā citi viļņu garumi, zilās gaismas filtri varētu samazināt uztverto acī noklīdušo gaismu (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017).

Pētījumos ir apliecināts, ka īso viļņu gaismai zilajā spektra daļā ir lielāka negatīvā ietekme salīdzinot ar balto vai zaļo gaismu. LED gaismas radītie tīklenes bojājumi dzīvnieku modeļos bija atkarīgi no viļņu garuma (Lin, Gerratt, Bassi, & Apte, 2017).

Vairāki pētījumi demonstrē, ka īso viļņu redzamā gaisma var izraisīt fototoksiskus tīklenes bojājumus (Downie, 2017). Kādreiz šī zilā gaisma bija mazāk, bet mūsdienās tā ir arvien vairāk, palielinoties LED gaismas izmantošanas daudzumam. Baltās gaismas LED gaisma, ko izmanto aizmugurējam apgaismojumam dažādos displejos – planšetdatoros, klēpj datoros un viedtālruņos, kas atbilst zilās gaismas bīstamības funkcijas maksimumam. Neseni pētījumi apliecina, ka pat ilgi skatoties, zilās gaismas lielums no datora ekrāniem un mobilajiem telefoniem ir ievērojami mazāks nekā zilās gaismas līmenis, kas nāk no dabiskās dienasgaismas. Tomēr zilā gaisma var izraisīt vairākus nepatīkamus blakusefektus, kā viens no nepatīkamiem blakusefektiem ir tās spēja iedarboties uz diennakts ritmu (Downie, 2017).

Kopš 2008. gada ir ievērojams palielinājums publikācijās par zilās gaismas filtriem. Zilās gaismas filtrējošās lēcas selektīvi samazina gan UV gaismas viļņu garumus (diapazonā no 200 līdz 400 nm) un īso viļņu garumu redzamo gaismu (ieskaitot violeto gaismu: 380 līdz 440 nm un zilo gaismu: 440 līdz 500 nm). Tas nav pierādīts, bet tiek uzskatīts, ka zilās gaismas filtri var novērst vai palēnināt ar vecumu saistītas makulas deģenerācijas progresēšanos (Downie, 2017). Zilās gaismas bīstamības funkcijas grafisku attēlojumu var apskatīt 1.3. attēlā (Downie, 2017).



1.3.att. Zilās gaismas bīstamības funkcija, kura attēlota kā relatīvā optiskā starojuma efektivitāte, kas rada tīklenes bojājumus, atkarībā no viļņa garuma (Downie, 2017).

Naktī darbojoties ar elektroniskajām ierīcēm un valkājot īso viļņu garuma gaismu reducējošās brilles tiek uzlabota miega kvalitāti un palielināta nakts radītā melatīna sekrēcija.

Kā arī intensīvi izmantojot datoru kopā ar šīm brillēm tiek samazināts acu nogurums un citi simptomi (Lin, Gerratt, Bassi, & Apte, 2017).

Lai gan zilās gaismas filtri sniedz vairākus ieguvumus, ir arī jāapsver kā tie var kaitēt. Dažas no lēcu negatīvajām īpašībām ir tas, kā tās var iespaidot krāsu uztveri, samazināt skotopisko jutību un izraisīt traucējumus diennakts ritmā. *Torii et al.* (2017) pētījumā ar dzīvnieka modeli tika atklāta violetās gaismas kavējošā ietekme uz miopijas progresēšanu (Torii, 2017). Ja šis atklājums būs atbilstošs arī cilvēkiem, tad būs nepieciešams vairāk izpētīt, vai būtu vēlams ieteikt zilo gaismu bloķējošos klājumus bērniem, kuriem ir risks miopijas attīstībai un/vai progresēšanai (Downie, 2017). Kopumā zilās gaismas filtrējošās lēcas ir jāizraksta apdomīgi, jo nekādi konkrēti pierādījumi par zilās gaismas kaitīgumu nav pierādīti un var rasties citas problēmas, kā traucējumi diennakts ritmā (Downie, 2017).

Zilās gaismas bloķējošās brillu lēcas nelaiž cauri īso viļņu gaismu. Vienā pētījumā tika salīdzinātas zilās gaismas lēcas ar caurspīdīgajām lēcām, to atšķirību kontrastjutībā un krāsu redzē. Rezultātos starp lēcu kontrastjutību un krāsu redzi nebija lielas atšķirības. Netika novērota arī acu noguruma mazināšanās. Nelielu uzlabojumu ar zilo gaismu bloķējošā klājuma brillēm miega kvalitātē novēroja cilvēkiem, kam ir bezmiegs, taču nekāda atšķirība netika novērota cilvēkiem ar normālu miega kvalitāti. Kopumā netika atrasti pietiekami kvalitatīvi pierādījumi, lai atbalstītu zilās gaismas bloķējošo brillu nēsāšanu vispārējā populācijā, lai uzlabotu vizuālo sniegumu, miega kvalitāti, mazinātu acu nogurumu vai saglabātu makulas veselību (Lawrenson, Hull, & Downie, 2017).

Zilā gaisma ir piesaistījusi pieaugošu uzmanību ar iespējamu varbūtību, ka tai ir potenciāls radīt tīklenes bojājumus. Galvenie zilās gaismas avoti ir saule un mākslīgie apgaismojumi kā LED gaismas spuldzes. Mūsu ikdienas dzīvē ienāk aizvien vairāk šīs zilās gaismas, tāpēc arī esam pakļauti vairāk šīs gaismas ietekmei. Tiek izveidoti vairāki izgudrojumi, kas aizsargā no zilās gaismas, bet galvenā problēma ir atrast optimālo risinājumu starp to kā efektīvi samazināt zilās gaismas apdraudējumu, tajā pašā laikā ikdienā neapdraudot galvenās redzes funkcijas. Tāpēc ir svarīgi noteikt potenciālos iegūstamos labumus. Pārlietu liels zilās gaismas daudzums ir kaitīgs, bet adekvāts zilās gaismas daudzums ir nepieciešams normālām redzes funkcijām kā krāsu atšķiršanā un nakts redzei. Turklāt, dienas laikā zilā gaisma regulē cilvēka iekšējo diennakts bioloģisko pulksteni, stimulējot smadzenes palikt nomodā dienas laikā. Tas rosina domāt, ka izvairoties no zilās gaismas dienas laikā, tas varētu izjaukt cilvēka dabisko miega ciklu, tādā veidā negatīvi ietekmējot miega kvalitāti. Taču

apkopojot informāciju tika noskaidrots, ka zilo gaismu bloķējošajām lēcām nebija liela ietekme uz redzi tumšos apstākļos un miega kvalitāti (Leung, Li, & Kee, 2017).

Leung et al. (2017) pētījumā izvēlējās trīs lēcas – caurspīdīgu lēcu, zilo gaismu filtrējošu lēcu, lēcu ar anti-refleksu klājumu uz lēcas priekšējās virsmas (zilās gaismas caurlaidība 82.2%), brūni tonētu lēcu (zilās gaismas caurlaidība 77.5%). Kā kontroles lēca bija caurspīdīga lēca ar anti-refleksu klājumu AR (zilās gaismas caurlaidība 90%). Visas lēcas bloķēja UVA, UVB un tuvus UV gaismas starus. Jaunākiem dalībniekiem bija augstāka kontrastjutība un labāka krāsu atšķiršana gan normālos apstākļos, gan žilbšanas apstākļos, salīdzinot ar vecākiem dalībniekiem. Starp lēcām rezultātos nebija ievērojamas atšķirības. Apjautājot dalībniekus, tika noskaidrots, ka miega kvalitāti neietekmēja neviena no lēcām. Starp dažādām vecumu grupām tika atklāta atšķirība starp lēcām, kuras katrai vecuma grupai sniedza visvairāk ieguvumus. Jaunieši deva priekšroku anti-refleksā klājuma lēcām (50%) un zilo gaismu filtrējošajām lēcām (47.50%). Savukārt, vidēja vecuma pieaugušie deva priekšroku zilo gaismu filtrējošajām lēcām (60%) un tad anti-refleksajām (22.5%). Viena no bažām par zilo gaismas filtru izmantošanu ir tas, ka maksimālā jutība nakts redzei ir starp zilo-zaļo un zilo spektru. Dalībnieki mēnesi valkāja šīs brilles, tika konstatēts, ka problēmas nakts braukšanā vai miega ciklā neradā. Rezultāti liecina, ka zilās gaismas filtrējošās lēcas ar vairāk kā 70% zilās gaismas caurlaidību ievērojami neietekmē redzes kvalitāti. Vairāk kā viena trešā daļa dalībnieku ziņoja, ka lēca ar zilās gaismas filtrēšanas klājumu nodrošināja labāku pret-žilbšanas sniegumu un uzlaboja redzi pie datora un digitālajām ierīcēm (Leung, Li, & Kee, 2017).

Kopumā zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcas aizsargā cilvēka acis no kaitīgās zilās gaismas, lai novērstu vairākus nevēlamus efektus, kā acu nogurumu, bet zilās gaismas negatīvā ietekme nav tik ļoti liela un tā ir atkarīga no vairākiem parametriem, ne tikai zilās gaismas, tāpēc nav spēcīgi pamatojami iemesli, kāpēc visiem būtu jāvalkā zilo gaismu bloķējošās lēcas. Vispārīgi nav atrasti pietiekami pamatojami pierādījumi, kāpēc būtu nepieciešams izrakstīt zilā klājuma lēcas, gan kāpēc tās nebūtu ieteicams izrakstīt. Šīm lēcām ir gan savas pozitīvās, gan negatīvās īpašības. Lai gan būtu jāuzmanās zilo gaismu bloķējošās lēcas izrakstīt bērniem, kā *Torii et al.* (2017) pētījumā tika pierādīts zilās gaismas saistība ar miopijas progresēšanu. Pēc ievāktās informācijas varam spriest, ka zilo gaismu bloķējošās lēcas visdrīzāk acī noklīdušo gaismu nepalielinās, bet arī to nesamazinās.

1.4. Lēcas ar klājumu un bez klājuma

Acī noklīdušo gaismu var palielināt ārēji faktori (ektoptiski). Tie ir saistīti ar optisko kvalitāti un tīrību optiskajam elementam, caur kuru acs skatās, piemēram, briļļu lēcas vai logs. Šie faktori ir mainīgi un no tiem var arī atbrīvoties. Ja brilles būs saskrāpētas vai netīras, tad arī acī noklīdušās gaismas daudzums būs palielināts. Acī noklīdusī gaisma var būt arī entoptiska, kas ir saistīta ar acs fizioloģiskajiem faktoriem, šī acī noklīdusī gaisma vienmēr eksistē (De Wit & Coppens, 2003).

De Wit & Coppens (2003) eksperimentā apskatīja, vai tīras briļļu lēcas var izmainīt acī noklīdušo gaismu. Rezultātā ar netīrām briļļu lēcām, ko cilvēki bija nēsājuši, tika iegūts, ka šīs lēcas ievērojami palielina kopējo acī noklīdušās gaismas daudzumu. Apskatos iegūtos rezultātus atklāja, ka pirkstu nospiedumi rada vairāk acī noklīdušo gaismu nekā putekļi, kas nonāk uz lēcām. Kā iemesls tam tiek minēts tas, ka pirkstu nospiedums aizņem lielāku laukumu uz lēcas virsmas nekā putekļi. Putekļi ir mazāka izmēra un smalkāki, nekā pirkstu nospiedumi. Tika pārbaudītas divas pirkstu nospiedumu tīrīšanas metodes, viena ar elpu un lupatiņu un otra ar ziepju ūdeni un lupatiņu. Tīrīšana ar ziepju ūdeni strādā labāk nekā tīrīšana tikai ar lupatiņu. To tikai notīrot ar lupatiņu var palikt vairāk netīrumi, bet to nomazgājot lēcas tiek kārtīgāk notīrītas (De Wit & Coppens, 2003).

Rezultāti ar tīrām briļļu lēcām, kuras tika tīrītas ar ziepju ūdeni un tīru lupatiņu, dod nenozīmīgus rezultātus priekš acī noklīdušās gaismas. Lai gan gandrīz visas no lēcām dod acī noklīdušo gaismu, kas ir nenozīmīga salīdzinot ar pašu acī radušos noklīdušo gaismu. Mērījumu rezultātā parāda, ka stikla lēcas ilgtermiņā pārspēj plastikāta lēcas, jo plastikāta lēcas ātrāk un vieglāk var saskrāpēties (De Wit & Coppens, 2003). Tas gan ir vairāk attiecināms tieši uz acī noklīdušo gaismas daudzumu nekā salīdzinot vispārēji plastikāta un stikla lēcas.

Kopumā briļļu lēcas rada relatīvi maz acī noklīdušo gaismu salīdzinot ar to, ko rada cilvēka acs. Tas gan atbilst, ja ir ievērotas divas prasības: lēcas ir rūpīgi notīrītas un tām nav acīm redzami bojājumi. Acī noklīdušās gaismas daudzumu var ietekmēt vairāki briļļu lēcu parametri – lēcas kvalitāte, lēcas klājuma kvalitāte, materiāls no kura ir izgatavotas lēcas, lietotāja apiešanās ar lēcām un lietotāja vide. Acī noklīdušās gaismas daudzums briļļu lēcās palielinās ar tās vecumu, bet priekš plastikāta lēcām tas palielinās ātrāk, ieskaitot arī tās lēcas, kurām ir cietais klājums salīdzinot šīs lēcas ar stikla lēcām (De Wit & Coppens, 2003).

Citā pētījumā tika atlasīti dalībnieki ar presbiopiju, kas bija automaģistrāles patruļas darbinieki. Tika apskatīta redzes kvalitāte ar divām lēcām – lēca bez klājuma un lēca, kurai ir pretatspīduma klājums. Lēcām ar pretatspīduma klājumu bija kopumā labāki rezultāti nekā ar lēcām bez klājuma. Lēcas ar pretatspīdumu klājumu samazināja žilbšanu un atspīdumus kā dienā tā arī naktī, gan ārā, gan iekštelpās un kopumā uzlaboja nakts redzes kvalitāti (Bachman & Weaver, 1999).

Vairākos pētījumos paši cilvēki izjūt atšķirību starp lēcām bez klājuma un lēcām ar klājumu. Ar klājumu lēcas noņem nevēlamos atspīdumus un tāpēc cilvēkam ir labāka redzes kvalitāte. Bez klājuma lēca visdrīzāk varētu ātrāk noskrāpēties un sasmērēties, nekā lēca ar klājumiem, tādā veidā veidojot vairāk acī noklīdušo gaismu. Taču, ja lēcas tiek rūpīgi lietotas, tad pētot tieši acī noklīdušo gaismu, visdrīzāk gan lēca bez klājuma, gan lēca ar pretatspīduma klājumu neradīs izmaiņas acī noklīdušās gaismas daudzumā.

Apkopojot kopā informāciju, kas tika iegūta no izmantotajiem literatūras datiem, varam saprast, ka apskatītajām lēcām visām ir savas pozitīvās īpašības un negatīvās īpašības. To izmantošana ir atkarīga no katra lietotāja vajadzībām. Acī noklīdušī gaisma ir nopietna problēma, kuras lielums var iespaidot cilvēka redzes kvalitāti. Pēc ievāktajiem literatūras datiem varam noprast, ka acī noklīdušās gaismas daudzumu visdrīzāk neizmainīs lēca bez klājuma, lēca kurai ir pretatspīdumu klājums un zilo gaismu bloķējošā klājuma lēca, bet acī noklīdušās gaismas daudzumu visdrīzāk nedaudz palielinās dzeltenī tonētā lēca.

2. PĒTĪJUMA DAĻA

2.1. Pētījuma dalībnieki

Tika atlasīti dalībnieki ar emetropiju vai tuvu emetroijai. Dalībnieki, kuriem bija kāda redzes korekcija mērījumus veica mīkstajās kontaktlēcās, jo kā to savā rakstā minēja *van den Berg et al.* (2010) cietās gāzu caurlaidīgās kontaktlēcas izraisa vairāk acī noklīdušo gaismu nekā hidrofilās kontaktlēcas. Bija ieteicams, lai dalībniekiem nebūtu nekādas izteiktas patoloģijas. Nebija ieteicams veikt mērījumus brillēs, kā brillēm mēdz būt dažādi pārklājumi, kas varētu ietekmēt rezultātus un varētu rasties vairāk atspīdumi, kas arī varētu ietekmēt rezultātus. Kopumā mērījumus varēja veikt arī ar nelieliem optiskajiem stiprumiem, ja tas netraucēja redzēt stimulu. Ja dalībniekam ir veikta refraktīvā ķirurģija, tad tas varētu palielināt acī noklīdušās gaismas vērtības (*van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010*). Dalībnieki tika atlasīti no 20 līdz 30 gadu vecumam, vecākajam dalībniekam ir 26 gadi un jaunākajam 20 gadi, kopā bija 20 dalībnieki. Vidējais vecums starp dalībniekiem bija 22 gadi. No šiem dalībniekiem 25% bija brūna acu krāsu un 75% gaiša acu krāsa (zila/pelēkzila vai zaļa acu krāsu).

Kā katram dalībniekam bija pieci mērījumu veidi, viens bija bez lēcas un četri ar dažādām lēcām (lēcu bez pretatspīdumu klājuma, ar lēcu, kurai ir pretatspīdumu klājums, lēcu ar zilo gaismu bloķējošo klājumu un dzeltenī tonētu lēcu) un katrs no mērījumiem tika atkārtots vismaz 3 reizes, tad tika aprēķinātas dalībniekam katras lēcas vidējās vērtības un standartdeviācija. Starp visiem dalībniekiem tika izrēķināta katrai lēcai kopējā vidējā vērtība, standartdeviācija un standartkļūda. Apkopotos datus par dalībnieku iegūtajām skaitliskajām vidējām vērtībām ar katru lēcu \pm standartkļūdu var apskatīt 1. pielikumā.

2.2. Metode

Metode

Pētījumā tiek izmantota psihofizikāla piespiedu izvēles metode. Ar šīs metodes palīdzību tiek noteikts acī noklīdušās gaismas daudzums dažādu lēcu ietekmē – zilo gaismu bloķējošā klājuma lēca, dzeltenī tonētā lēca, lēca ar pretatspīduma klājumu un lēca bez pretatspīduma klājuma. Visām lēcām materiāls ir C39 un laušanas koeficients $n=1.50$, optiskais stiprums ir 0.00D.

Plastikāts ir iemantojis popularitāti ar materiāla vieglumu un drošumu, salīdzinot ar stiklu. CR39 laušanas koeficients tiek ņemts pēc Eiropas mērījumu rezultātiem, kas ir $n=1.500$. Lēcas blīvums ir 1.31 g/cm^3 , kas parāda cik smags ir materiāls, UV viļņu garums

tiek absorbēts līdz 355 nm (ja lēcai nav pretatspīduma klājums) un Abbes skaitlis ir 58 (Jalie, 2005). Šīs lēcas var gan tonēt, gan tām pievienot vairākus klājumu veidus (Jalie, 2005).

Lai gan lēcām ir vienāds materiāls, taču to īpašības nedaudz atšķiras. Lēcai bez klājuma ir iespējama viegla tās saskrāpēšana un sasmērēšana. Lēca, kurai ir pretatspīdumu klājums – mazina atspīdumus, kopā ar cietinātu klājumu, tāpēc mazāk saskrāpējas. Zilo gaismu bloķējošā lēca – aktuāls variants cilvēkiem, kuriem ikdiena saistās ar datoru, zilais klājums aizsargā acis no zilās gaismas. Jāņem vērā, ka ir vairāki veidi, kā tiek panākta aizsardzība no zilās gaismas – dzeltenais filtrs, lēcas klājums vai daļiņas iestrādātas lēcā. Šajā gadījumā tika izmantota lēca ar klājumu, tāpēc nevar šos mērījumus attiecināt uz pilnīgi visām zilo gaismu bloķējošajām lēcām. Dzelteni tonētu lēcu izvēles cilvēki atšķirīgu iemeslu dēļ, kas varētu būt aktīvs dzīvesveids, auto vadīšana vai citi iemesli.

Tiek noteikts acī noklīdušās gaismas daudzums bez lēcas, lai redzētu kāds vispār ir acī noklīdušais gaismas daudzums katram dalībniekam. Tad tiek salīdzinātas acī noklīdušās gaismas vērtības, kas tika iegūtas ar atšķirīgajām lēcām. Lai parādītu izmaiņas starp parastajām lēcām un lēcu, kas stipri palielina acī noklīdušās gaismas vērtības, viena dalībniekam tika nomērītas acī noklīdušās gaismas vērtības ar kontroles filtru. Tika iegūta vidējā acī noklīdušās gaismas log(s) vērtība bez lēcas 1,09, tad ar šo kontroles filtra lēcu tika iegūtas lielākas acī noklīdušās gaismas vērtība, vidējā acī noklīdušās gaismas log(s) vērtība 1,51. Pēc tam tika nomērīta plastikāta lēca bez pretatspīdumu klājuma kopā ar pirksta nospiedumu un iegūtā vidējā acī noklīdušās gaismas log(s) vērtība 1,39 un šīs pašas lēcas vērtības bez pirksta nospieduma bija 1,09 log(s), kas parāda cik ļoti ietekmē acī noklīdušās gaismas daudzumu netīras briļļu lēcas. Kā jau apskatīja *De Wit & Coppens* (2003) savā pētījumā salīdzinot netīras briļļu lēcas ar pirkstu nospiedumiem un putekļiem, tad pirkstu nospiedumi izraisīja vairāk acī noklīdušo gaismu, tāpēc, ja uz lēcas ir nedaudz putekļi, tas nesniedz lielu acī noklīdušās gaismas vērtību palielinājumu.

Mērījumu tika veikti monokulāri, aptumšotā telpā (mezopiskos apstākļos ~5lx). Viens mērījums ilga aptuveni no 1.5 līdz 2 minūtēm. Kopā ir četrus veidu mērījumi, katrs no mērījumiem tiek atkārtots aptuveni trīs reizes, kopā pētījums ilga no 30 līdz 40 minūtēm, starp lēcu maiņām tika ieturētas nelielas pauzes, lai dalībnieks pārāk nenogurtu.

Iekārta

Pētījums tiek veikts ar C-Quant, Oculus ierīci. Ierīce ir ērta un klīnikā viegli izmantojama (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010). Viegli saprotama ierīce, kura sniedz uzticamus rezultātus (van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017). Ierīce kopā ar datora programmu ir attēlota 2.1. attēlā. Dalībnieks izvēloties, kura gredzena puse intensīvāk

mirgo, spiež attiecīgi pogu labajā vai kreisajā pusē. Visi rezultāti, ko spiež dalībnieks tiek uzreiz pēc mērījuma beigām parādīti datora programmā. Tiek parādīts vai dati ir uzticami un, ja nepieciešams tiek arī parādīts vai dati ir atbilstoši vecumam.



2.1. att. Attēlota C-Quant, Oculus ierīces izskats kopā ar datora programmatūru.¹

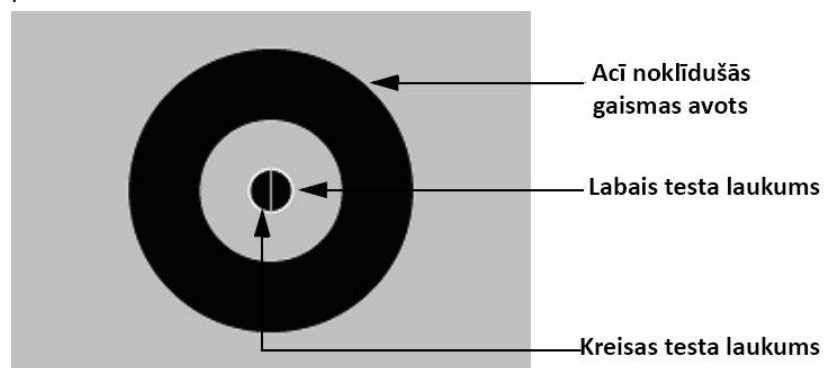
Ar šo ierīci var noteikt acī noklīdušās gaismas daudzumu. Iekārta tiek savienota ar datoru, kur var ievadīt attiecīgi nepieciešamos parametrus (pacienta vārdu, uzvārdu, vecumu, aci ar kuru skatās) un, kur pēc tam tiek parādīti iegūtie rezultāti. Rezultāti tiek attēloti logaritmiskajās vienībās ($\log(s)$). Parametru s var aprēķināt pēc sekojošās formulas:

$$s = \frac{\theta^2 L}{E} \quad (1.1.),$$

kur θ ir leņķiskais attālums (grādos), L ir spožums (cd/m^2), E ir gredzena radītais apgaismojums acī (lm/m^2) (van den Berg T. J., Franssen, Kruijt, & Coppens, 2013).

Stimuls ir attēlots kā mirgojošs gredzens un subjektam ir jāizvēlas, kura gredzena puse intensīvāk mirgo, attiecīgi nospiežot tās puses pogu. 2.2. attēlā var apskatīt stimulu, kas tiek rādīts C-Quant, Oculus ierīcē.

¹OCULUS C-Quant with Laptop. Pieejams: www.oculus.de/en/products/visual-test-equipment/c-quant/highlights/



2.2. att. C-Quant, Oculus ierīces stimula testa laukuma attēls kopā ar paskaidrojumiem.²

Sākumā katram dalībniekam ir ieslēgta instrukcijas fāze, kurā ir pieci stimuli, kas neskaitās pie kopējā rezultāta, lai pacients tiktu iepazīstināts ar eksperimenta gaitu. Pirmie trīs instrukcijas stimuli tiek attēloti bez acī noklīdušās gaismas avota un pēdējie divi ir ar acī noklīdušās gaismas avotu. Pēc tam seko tumšā fāze, kurā kompensācijas gaismas ir konstanta, kamēr acī noklīdušās gaismas avota intensitāte palielinās. Šajā fāzē pacientam aizvien grūtāk ir izvēlēties kura puse intensīvāk mirgo, līdz acī noklīdušās gaismas avots sasniedz maksimālo intensitāti. Šī fāze simulē, ko izjūt braucēji naktī redzot tuvojamus transportlīdzekļus. Pēdējā ir gaišā fāze, kurā tiek rādīti 13 stimuli, acī noklīdušās gaismas avots ir konstants 300 cd/m² un stimuli tiek rādīti sajauktā secībā. Kad ārējais gredzens mirgo tā tiek dēvēta par „on” fāzi, kad ārējais gredzens nemirgo tiek saukta par „off” fāzi. „On” fāzē mirgojošais objekts tiek attēlots uz tīklenes. Taču daļu gaismas izkliedē lēca un citas acs daļas, tāpēc tiek projicētas uz tās tīklenes daļas uz kuras projicējas testa laukums (foveas). Rezultātā pacients redz, ka mirgo stimuls, lai gan patiesībā tas ir tumšs (van den Berg T.).

Gaita

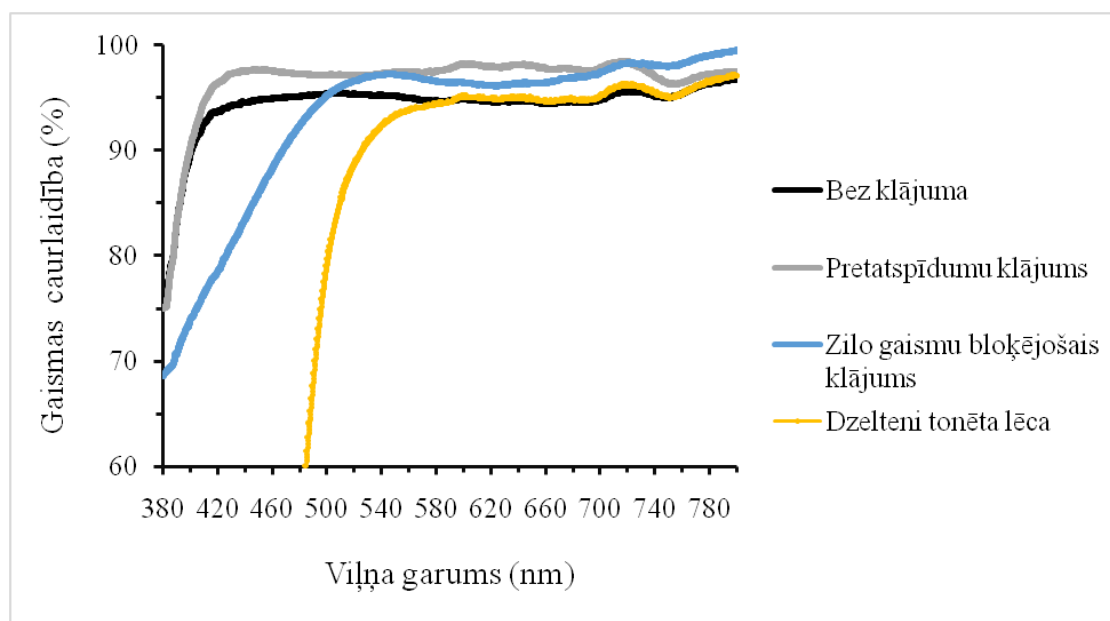
Pirms katra cilvēka tiek notīrītas lēcas ar lēcu tīrīšanas šķīdumu un smalkšķiedru lupatiņu, lai netiktu radītas nekādas papildus acī noklīdušās gaismas izmaiņas. Kad ienāk dalībnieks noregulē, lai būtu cilvēkam ērti sēdēt, attiecīgi mainot krēsla augstumu un tuvumu vai mainot ierīces novietojumu (objektīvu mainot taisnāk vai slīpāk). Tiek noregulēti attiecīgi mezopiski apstākļi (~5lx), jo mērījumus bija ieteicams veikt aptumšotā telpā. Kamēr subjektam ir laiks pierast, tiek ierakstīti nepieciešamie parametri datorā, dalībnieka vārds, uzvārds, dzimšanas gads. Tiek izvēlēta acs ar kuru dalībnieks skatīsies. Tad pacientam pastāsta par eksperimenta gaitu, kā ir jāsež pie ierīces, kas jāredz un kā jārikojas. Pacientam

²van den Berg, T., *Instruction Manual C-Quant*

nevajadzētu pavisam uzspiesties uz ierīces objektīva, bet nedrīkst sēdēt arī pārāk tālu no tā. Ja acs tiek likta pilnībā virsū objektīvam, var rasties apmiglojums uz lēcas, kas varētu izmainīt rezultātus. Kā arī, ja pacients sēž par tālu var iegūt aplamus rezultātus. Pastāsta, ka jāizvēlas gredzena puse, kura intensīvāk mirgo. Parāda, kādu stimulu redzēs un, kas būs jāspiež, kad būs izdarīta izvēle. Paziņo arī, lai atbilde tiktu sniegta diezgan ātrā laikā, ja tiek ilgi domāts ierīce automātiska apstādina mērījumus. Ja pacients visu ir sapratis, sāk mērījumus. Ja rodas kādas kļūdas vai jautājumi, mēģina tos risināt. Starp lēcām tika ieturētas nelielas pauzes, lai pārāk nenogurdinātu dalībniekus. Ar katru lēcu tiek veikti trīs mērījumi, ja rodas kādi izlecēji, veic atkārtotus mērījumus.

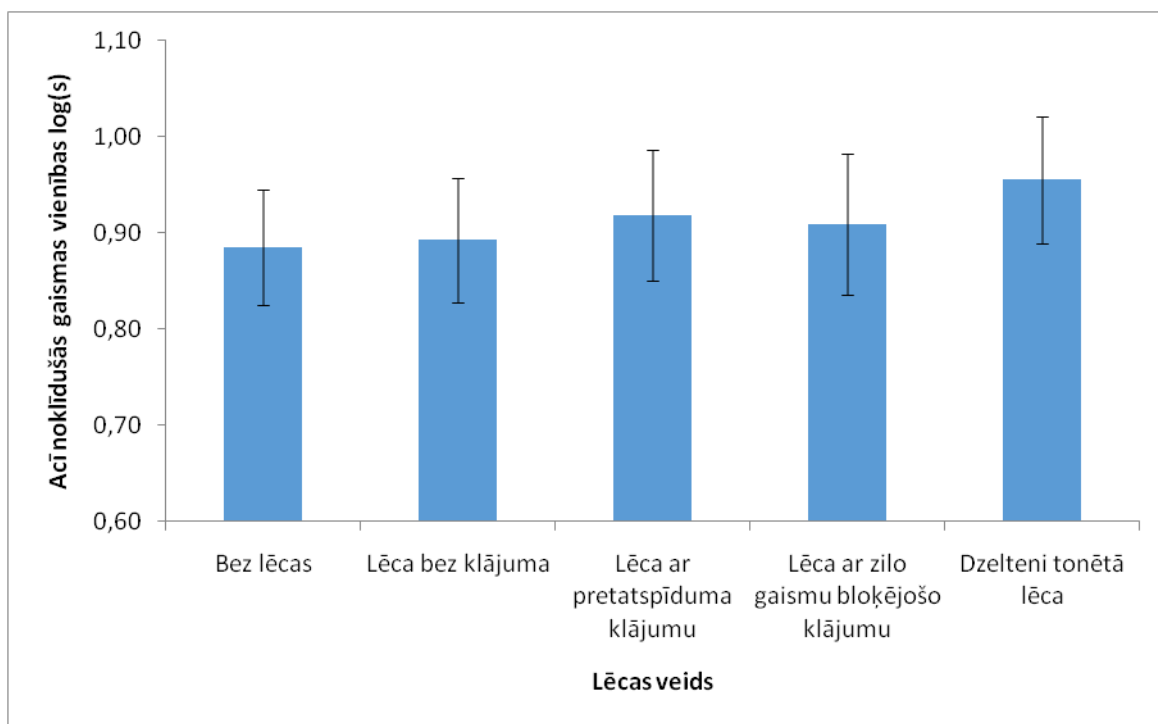
2.3. Rezultāti un to analīze

Lai iegūtu vairāk informāciju par izmantotajām lēcām, tika nomērīta izmantoto lēcu gaismas caurlaidība ar spektrometru Ocean Optics USB4000. Iegūtie gaismas caurlaidības rezultāti katrai no lēcām ir attēloti 2.3. attēlā.



2.3. att. ir attēlota lēcu gaismas caurlaidība (%) atkarībā no viļņu garuma.

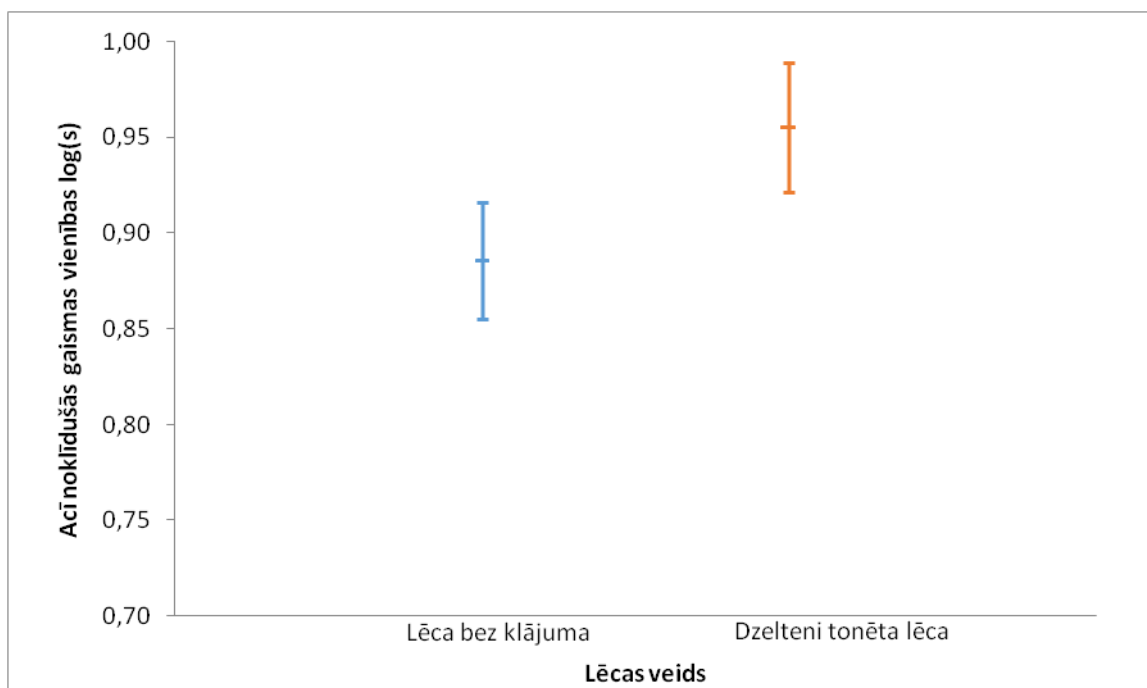
Tika aprēķinātas vidējās vērtības katrai lēcai, kas ir attēlotas kā acī noklīdušās gaismas vienības, kā arī tika aprēķināts 95% ticamības intervāls (skat. 1.pielikumu). Šīs vērtības ir attēlotas grafiski 2.4. attēlā.



2.4. att. Grafiski attēlotas lēcu vidējās vērtības±standartdeviācija (95% ticamības intervāls). Vērtības ir parādītas kā acī nokļīdušās gaismas vērtības logaritmiskajās vienībās.

Var novērot 2.4. attēlā acī nokļīdušās gaismas nelielu pieaugumu ar katru lēcu, salīdzinot to ar datiem bez lēcas, bet citām lēcām šis pieaugums ir tik mazs, ka tas nav statistiski nozīmīgi liels, savukārt dzelteni tonētai lēcai šis pieaugums ir pietiekams, lai tas būtu statistiski nozīmīgs.

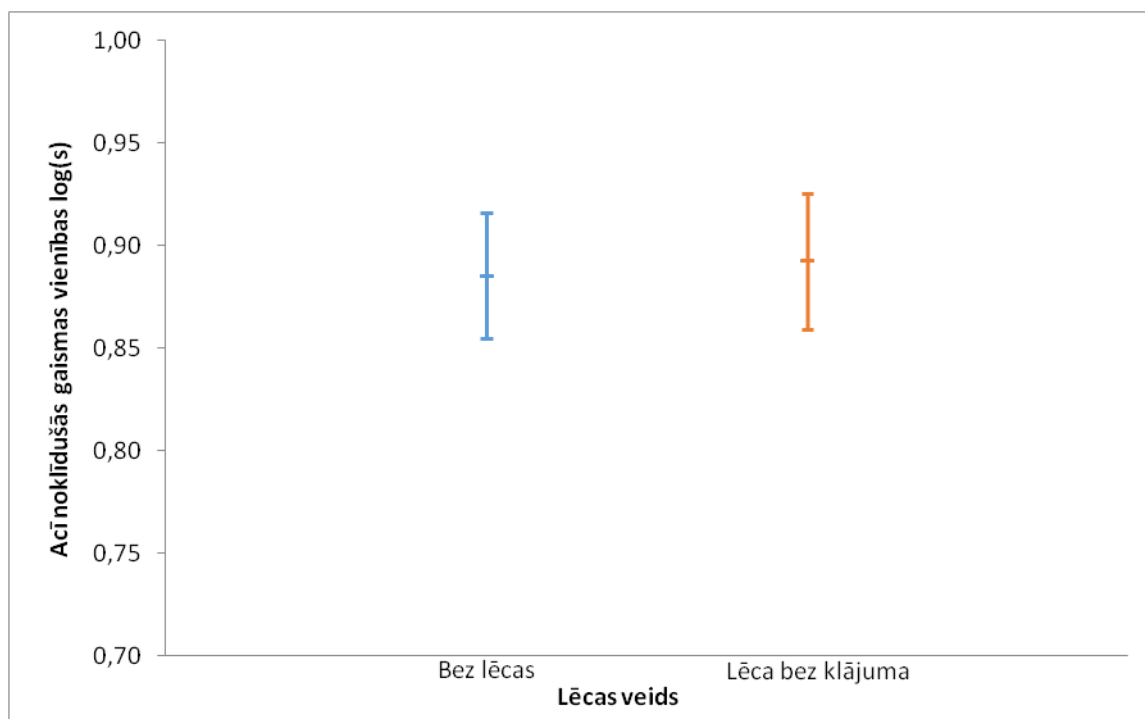
Apkopojot rezultātus tika veikti salīdzinājumi starp lēcām, 2.5. attēlā tiek attēlots salīdzinājums vidējām acī nokļīdušās gaismas vērtībām±standartklūda, lēcai bez pretatspīduma klājuma un dzelteni tonētai lēcai.



2.5. att. Acī noklīdušās gaismas rezultātu salīdzinājums starp lēcu bez klājuma un dzelteni tonētu lēcu, tika iegūts statistiski nozīmīgs acī noklīdušās gaismas palielinājums ($p=0,0007$).

Salīdzinot iegūtās vidējās acī noklīdušās gaismas vērtības lēcai bez klājuma (0,89) un dzelteni tonētai lēcai (0,96), ir novērojams pieaugums, kas ir apskatāms arī 2.6. attēlā, jo katras lēcas vidējās vērtības±standartkļūda nepārklājas. Lai noskaidrotu vai iegūtie rezultāti ir statistiski nozīmīgi tika aprēķināts t-tests (paired t-test, one-tailed), ja $p<0,05$, tad ir iegūti statistiski nozīmīgi rezultāti. Aprēķinot t-testu, rezultāti liecina par to, ka salīdzinot šīs divas lēcas ir iegūta statistiski nozīmīga atšķirība acī noklīdušās gaismas vērtībās ($p=0,0007$, paired t-test, one-tailed). Iepriekš apskatītajos pētījumos, kā *van Os et al.* (2017) pētījumā, kur arī tika iegūts neliels, bet statistiski nozīmīgs palielinājumu acī noklīdušās gaismas rezultātos ar dzelteni tonēto lēcu. Iegūtie dati sakrīt ar apskatītajiem literatūras pētījumiem.

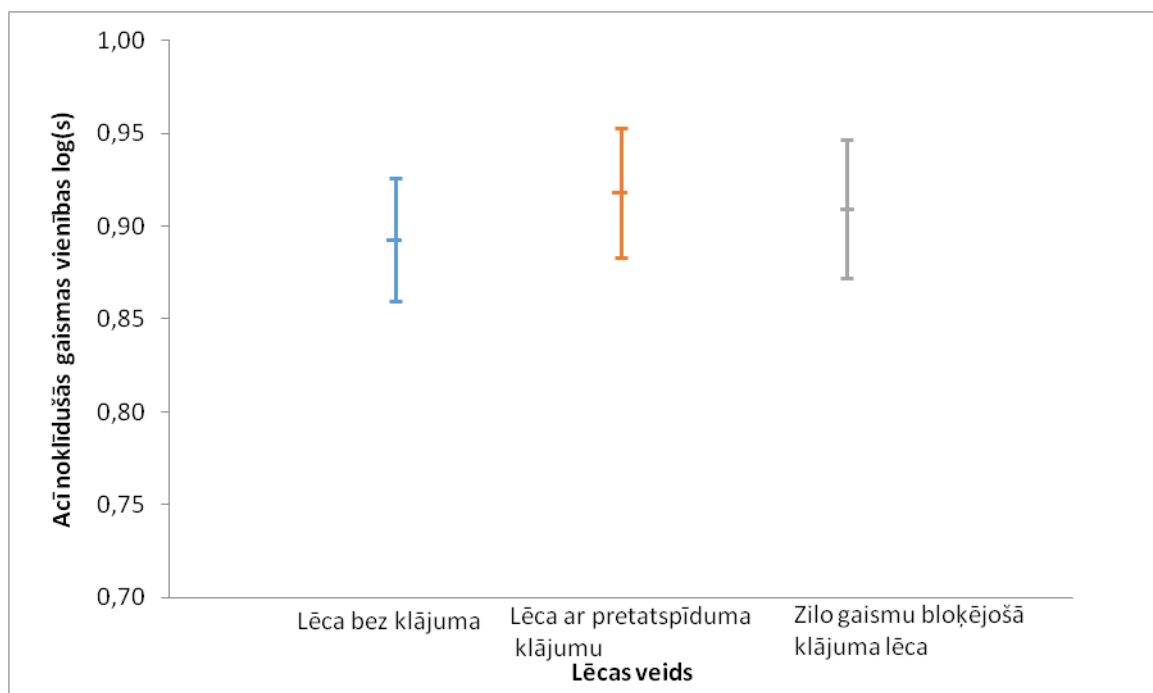
Savukārt 2.6. attēlā varam apskatīt salīdzinājumu starp acī noklīdušās gaismas vidējiem rezultātiem±standartkļūda bez lēcas un ar lēcu bez klājuma.



2.6. att. Grafikā attēlots acī noklīdušās gaismas lielums, salīdzinot iegūtos rezultātus bez lēcas un ar lēcu bez klājuma. Netika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība starp iegūtajiem rezultātiem ($p=0,31$).

Savukārt salīdzinot iegūtos vidējos acī noklīdušās gaismas rezultātus bez lēcas (0,89) un ar lēcu bez klājuma (0,89), netiek novērots acī noklīdušās gaismas palielinājums. Tas arī ir apskatāms 2.6. attēlā, kur abu lēcu vidējās vērtības±standartklūda pārklājas. Aprēķinot t-testu, tika iegūts, ka acī noklīdušās gaismas vērtībām nebija statistiski nozīmīga atšķirība starp lēcām ($p=0,31$, paired t-test, one-tailed). Tātad bez klājuma lēca bez skrāpējumiem neietekmē acī noklīdušās gaismas daudzumu. *De Wit & Coppens* (2003) savā pētījumā bija apskatījis kopumā lēcas un acī noklīdušo gaismu un, ja tās nebija sasmērētas vai saskrāpētas, tad tās neradīja acī noklīdušās gaismas palielinājumu. Mūsu gadījumā atbilst pieņēmums par to, ka bez klājuma lēca acī noklīdušo gaismu nepalielinās, ja lēca nebūs netīra vai saskrāpēta.

Varam apskatīt 2.7. attēlā salīdzinājumu starp trīs lēcām, kurām ir līdzīgas īpašības, lēcu bez pretatspīdumu klājuma, lēcu kurai ir pretatspīdumu klājums un zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcu.



2.7. att. Acī noklīdušās gaismas vērtības salīdzinot lēcu bez klājuma, lēcu ar pretatspīduma klājumu un zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcu.

Šajā grafikā apskatām trīs lēcu vidējās vērtības ± standartklūda, lēca bez klājuma (0,89), lēca kurai ir pretatspīdumu klājums (0,92) un zilo gaismu bloķējošā klājuma lēca (0,91), kurām nevajadzētu palielināt acī noklīdušo gaismu. Pēc to vidējām vērtībām var redzēt, ka nav liels palielinājums starp lēcām, arī 2.7. attēlā ir apskatāms, ka acī noklīdušās gaismas vidējās vērtības ± standartklūdas pārklājas starp lēcām. Salīdzinot acī noklīdušās gaismas rezultātus lēcai bez pretatspīdumu klājuma un lēcai kurai ir pretatspīdumu klājums netika novērota statistiski nozīmīga atšķirība ($p=0,06$, paired t-test, one-tailed). Zilo gaismu bloķējošās lēcas rezultātiem ar lēcu bez klājuma netika novērota statistiski nozīmīga atšķirība ($p=0,14$, paired t-test, one-tailed), šis rezultāts arī ir atbilstošs ievāktajai literatūrai. Salīdzinot lēcu kurai ir pretatspīduma klājums un zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcu, starp acī noklīdušās gaismas vidējām vērtībām netika novērota statistiski nozīmīga atšķirība ($p=0,20$, paired t-test, one-tailed).

Apkopojot acī noklīdušās gaismas rezultātus dzeltenī tonētai lēcai ar rezultātiem bez lēcas tika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība $p>0,05$ ($p=0,0001$, paired t-test, one-tailed), dzeltenās lēcas acī noklīdušās gaismas vidējās vērtības salīdzinot ar lēcu kurai ir pretatspīdumu klājums bija statistiski nozīmīga atšķirība ($p=0,006$, paired t-test, one-tailed), dzeltenī lēcai ar zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcu bija statistiski nozīmīga atšķirība ($p=0,002$, paired t-test, one-tailed). Kopumā salīdzinot visas iegūtās acī noklīdušās gaismas vērtības (bez lēcas un ar trīs dažādām lēcām) ar dzeltenī tonēto lēcu tika iegūta statistiski

nozīmīga atšķirība acī noklīdušās gaismas vērtībās. Dzelteni tonētā lēca palielina acī noklīdušās gaismas vērtības, kas kā jau minēja *van Os et al.* (2017) savā pētījumā, var būt saistīts ar mikrodaļiņām, kas nonāk lēcā to tonējot. Zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcai netika novērots statistiski nozīmīgi pierādāmas izmaiņas acī noklīdušās gaismas vērtībās.

2.4. Diskusija

Mērījumi ar acī noklīdušās gaismas daudzumu ir saistīti ar radzeni, lēcu un pigmentāciju saistītajās daļās (*van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010*). Ar vecumu rodas izmaiņas lēcā tāpēc pētījumā tika atlasīti dalībnieki vecumā no 20 līdz 30 gadiem, šajā pētījumā vecākajam dalībniekam bija 26 gadi un jaunākajam 20, vidējais vecums dalībniekiem bija 22 gadi. Ja būtu piedalījušies vecāka vecuma dalībnieki, tad rezultāti varētu būt citādāki, acī noklīdušās gaismas vērtības varētu būt palielinātas. Tāpat arī, ja piedalītos dalībnieki ar cietajām kontaktlēcām, dalībnieki, kuriem ir bijusi refraktīvā ķirurģija vai dalībnieki ar brillēm, kuras varētu radīt vairāk atspīdumus un ietekmēt rezultātus ar atšķirīgiem briļļu klājumiem. Brūnas acis absorbē vairāk gaismu, tāpēc būtu jābūt mazākai izkliedei nekā gaišās acīs (*Cerviño, Gonzalez-Mejome, Linhares, Hosking, & Montes-Mico, 2008*). Mūsu aprēķinos šī sakarība netika novērota, bet no kopējā dalībnieku skaita tikai 25% dalībniekiem bija brūnas acis un 75% dalībniekiem bija gaišas acis. Dalībnieku sadalījums, ja vēlās skatīties acī noklīdušās gaismas saistību ar acu krāsu, nav vienmērīgi sadalīts, lai izteiktu kādus secinājumus par acī noklīdušo gaismu un acu krāsu.

Apskatot izmantotās pieejas acī noklīdušās gaismas mērīšanai, tika izmantota C-Quant, Oculus ierīce, kas ir novērtēta, kā stabila un ticama pieeja acī noklīdušās gaismas mērījumiem (*van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010*). Mērījumi balstās uz psihofizikālo piespiedu izvēles metodi, kurā dalībniekam ir jāizvēlas starp divām izvēlēm. Lai tiktu iegūti pēc iespējas kvalitatīvāki rezultāti tika ievēroti ierīces manuālajā grāmatā norādītie ieteikumi, kā ar ierīci jārikojas un kādi ir vēlamie eksperimenta apstākļi. Strādājot ar šo ierīci ir ieteicami aptumšoti apstākļi, tāpēc mērījumi tika veikti mezopiskos apstākļos (~5lx). Viens no jautājumiem, kas radīja neskaidrību ir kā tiek kontrolēts zīlītes izmērs un, vai tas neietekmē iegūtos rezultātus. *Franssen et al.* (2007) raksta, ka acī noklīdušās gaismas vērtības zīlītēs, kurās ir normāli gaismas refleksi, nevar nozīmīgi ietekmēt iegūtās vērtības. Vērtības, kas iegūtas ar fotopiskām zīlītēm, atbilst arī priekš mezopiskām un skotopiskām zīlītēm (*Franssen, Taberner, Coppens, & van den Berg, 2007*).

Ir noskaidrots, ka zilā gaisma izraisa vairāk acī noklīdušo gaismu nekā citi viļņu garumi, tāpēc ir uzskatīts, ka zilās gaismas filtriem varētu būt labvēlīga ietekme uz acī noklīdušo gaismu (*van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017*). Kā mēs novērojām mūsu pētījumā un

arī *van Os et al.* (2017) pētījumā, dzelteni tonētās lēcas nedaudz palielina acī noklīdušās gaismas daudzumu. Kā iemesls šim acī noklīdušās gaismas palielinājumam tiek minēts tas, ka lēcu tonējot uz lēcas nonāk dzeltenas pigmentdaļiņas un tās ietekmē acī noklīdušās gaismas rezultātus (*van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017*). Taču tas neizskaidro kāpēc tiek uzskatīts, ka dzeltenī tonētās lēcas palīdz naktī vadot transportlīdzekļus, ja tam nevar būt saistība ar acī noklīdušās gaismas ietekmi. Iemesls tam varētu būt tas, ka apstākļos, kuros nav liela nozīme krāsu redzei, ir neliels uzlabojums kontrastjutībā un redzes komfortā (*van Os, Stassen, Tassignon, & Rozema, 2017*). Cilvēku vēlme izvēlēties dzeltenī tonētās lēcas visdrīzāk balstās uz subjektīvajām sajūtām. Lai gan acī noklīdušās gaismas daudzuma palielinājums ir neliels, tomēr būtu jābūt uzmanīgiem iesakot šīs brilles cilvēkiem, kuri tās iegādājas priekš transportlīdzekļa vadīšanas naktī, jo katram cilvēkam ir atšķirīgas acī noklīdušās gaismas vērtības un pat mazs palielinājums iespējams var ietekmēt viņu nakts redzes kvalitāti.

Zilo gaismu bloķējošo klājuma lēcu tika apskatīta ar līdzīgu domu kā dzeltenī tonētā lēca. Abas lēcas mazina zilo gaismu, bet tās tiek atšķirīgi veidotas. Kā zilo gaismu bloķējošās lēcas nav tonētas, tad atšķirībā no dzeltenī tonētajām lēcām, netika pieņemts, ka šīs lēcas varētu palielināt acī noklīdušo gaismu, jo zilo gaismu bloķējošās lēcas netiek veidotas pēc tā paša principa kā dzeltenī tonētās lēcas. Pieņēmums, ka zilo gaismu bloķējošās lēcas izkliedi statistiski nozīmīgi nepalielinās apstiprinājās un apstiprinājās arī izvirzītā hipotēze, ka zilo gaismu bloķējošās lēcas izkliedi būtiski nesamazina. Zilo gaismu bloķējošās lēcas neradīja statistiski nozīmīgas izmaiņas acī noklīdušās gaismas daudzumā. Taču kā zilo gaismu bloķējošā klājuma lēcas nav pilnībā dzeltenas, tad to zilās gaismas aizsardzība arī ir mazāka. Ja tiktu apskatīts kāds no citiem zilo gaismu bloķējošo lēcu veidiem, piemēram, kad tas ir iestrādāts lēcā, varbūt varētu iegūt citus acī noklīdušās gaismas rezultātus. Bet kā zilo gaismu bloķējošās lēcas ir galvenokārt domātas priekš viedo ierīču lietotājiem, tad to primārais mērķis nav izmainīt acī noklīdušās gaismas daudzumu, bet gan pasargāt no zilās gaismas. Kopumā gan zilo gaismu bloķējošajā klājuma lēcām, gan dzeltenī tonētajām lēcām ir savas pozitīvās un negatīvās īpašības, šīs lēcas nesamazina acī noklīdušās gaismas vērtības, dzeltenī tonētā lēca pat nedaudz palielina.

Savukārt lēcai bez pretatspīdumu klājuma un lēcai kurai ir pretatspīdumu klājums nevajadzētu statistiski nozīmīgi ietekmēt acī noklīdušās gaismas daudzumu. Acī noklīdušās gaismas daudzumu šīm lēcām gan var ietekmēt vairāki lēcu parametri kā lēcas kvalitāte, lēcas klājuma kvalitāte, materiāls no kura lēca ir izgatavota, lietotāja apiešanās ar lēcām un lietotāja apkārtējā vide (*De Wit & Coppens, 2003*). Mūsu pētījumā visām lēcām bija vienāds materiāls no kurām tās bija izgatavotas – CR39, visām laušanas koeficients $n=1.50$ un optiskais

stiprums 0.00D. Šie parametri nevarēja ietekmēt starpību starp acī noklīdušās gaismas iegūtajām vērtībām. Kā tika apskatīts *De Wit & Coppens* (2003) pētījumā, netīras lēcas iespaido acī noklīdušās gaismas daudzumu. Lai mazinātu šo iespēju pētījumā, pirms katras lēcas mērījuma tās tika notīrītas ar lēcu tīrīšanas šķīdumu un smalkšķiedru lupatiņu. Kad aparatūra netika izmantota, tā bija apsegta ar speciālu pārvalku, tādā veidā mazinot iespēju, ka uz pašas ierīces objektīva nonāk putekļi. Bez klājuma lēca neradīja nozīmīgu palielinājumu acī noklīdušās gaismas daudzumā, kas arī bija sagaidāms. Bet cilvēkiem, kas izvēlās plastikāta lēcas bez klājuma, jābūt uzmanīgiem, jo šīs lēcas var viegli noskrāpēties un sasmērēties, tādā veidā radot palielinātu acī noklīdušās gaismas daudzumu. Lēcai kurai ir pretatspīdumu klājums, salīdzinot ar lēcu bez pretatspīdumu klājuma, neradīja statistiski nozīmīgas acī noklīdušās gaismas vērtībās izmaiņas. Kopumā gan lēcas kurām ir pretatspīdumu klājums, gan lēcas bez pretatspīdumu klājuma ir domātas ikdienas nēsāšanai, šīs lēcas neietekmē acī noklīdušās gaismas vērtības.

Apkopojot visu iegūto informāciju, statistiski nozīmīgi acī noklīdušo gaismu palielināja dzeltenī tonētās lēcas. Pārējās lēcas, kas tika apskatītas šajā pētījumā, acī noklīdušās gaismas vērtības daudz nepalielināja, kas tā arī bija sagaidāms. Lai noteiktu vai kāds briļļu lēcu veids varētu samazināt acī noklīdušās gaismas daudzumu, būtu jāizvērtē vēl vairāki lēcu veidi.

SECINĀJUMI

1. Tīra, nesaskrāpēta plastikāta lēca bez pretatspīduma klājuma acī noklīdušo gaismu būtiski nepalielina ($p=0,31$).
2. Acī noklīdusī gaisma būtiski nemainās, veicot mērījumus ar lēcu bez vai ar pretatspīduma klājumu ($p=0,06$).
3. Plastikāta lēca ar zilo gaismu bloķējošo klājumu gaismas izkliedi būtiski nesamazina, salīdzinot acī noklīdušās gaismas rezultātus ar lēcu bez vai ar pretatspīduma klājumu ($p>0,05$). Izvirzītā hipotēze par to, ka zilo gaismu bloķējošās lēca acī noklīdušo gaismu īpaši neietekmēs, apstiprinājās.
4. Dzelteni tonēta plastikāta lēca acī noklīdušās gaismas vērtības būtiski palielina, salīdzinot iegūtos rezultātus ar lēcu bez pretatspīduma klājuma ($p=0,0007$), lēcu, kurai ir pretatspīduma klājums ($p=0,005$) un lēcu ar zilo gaismu bloķējošo klājumu ($p=0,002$).

NOBEIGUMS

Lai gan problēma par acī noklīdušās gaismas ietekmi, it īpaši transportlīdzekļu vadītājiem, kuri brauc naktī, ir aktuāla daudziem, tomēr tās risinājums īsti vēl nav atrasts. Pētījums tika veikts, lai noskaidrotu kā dažādas lēcas ietekmē acī noklīdušo gaismu, ņemot vērā to, ka šī ir svarīga problēma, ko būtu vēlams risināt.

Šajā pētījumā tika noskaidrots, ka neviena no izvēlētajām lēcām – lēca bez pretatspīdumu klājuma, lēca ar pretatspīdumu klājumu, zilo gaismu bloķējošā klājuma lēca un dzeltenī tonētā lēca, acī noklīdušās gaismas ietekmi nespēja samazināt, dzeltenī tonētās lēcas nedaudz palielināja šo vērtību.

Ir iespējams tālāk pētīt citu zilo gaismu bloķējošo lēcu veidus, piemēram, zilo gaismu bloķējošo lēcu, kuras elementi ir iestrādāti lēcā, tādā veidā mazāk izmainot krāsu redzi. Kā arī ir dažādas citas lēcas, kas ir domātas tieši nakts braukšanas apstākļiem, ko var apskatīt tālāk pētot šo problēmu. Kopumā šī ir cilvēkiem ikdienā nozīmīga un aktuāla problēma, kuru var diezgan ērti eksperimentāli apskatīt.

PATEICĪBA

Bakalaura darba vadītājam, Dr.phys. Gatim Ikauniekam, par palīdzību darba tapšanā.

Dalībniekiem par piedalīšanos eksperimentā.

Pētījumu atbalsta LU Fonds (projekts Nr. 2184) un SIA "Mikrotīkls".

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Aslam, T. M., Haider, D., & Murray, I. J. (2007). Principles of disability glare measurement: an ophthalmological perspective. *ACTA OPHTHALMOLOGICA SCANDINAVICA* , 354-360.

Bachman, W. G., & Weaver, J. L. (1999). Comparison between anti-reflection-coated and uncoated spectacle lenses for presbyopic highway patrol troopers. *Journal of the American Optometric Association* , 103-108.

Cerviño, A., Gonzalez-Meijome, J. M., Linhares, J. M., Hosking, S. L., & Montes-Mico, R. (2008). Effect of sport-tinted contact lenses for contrast enhancement on retinal straylight measurements. *Ophthalmic and Physiological Optics* , 151-156.

De Wit, G. C., & Coppens, J. E. (2003). Stray Light of Spectacle Lenses Compared with Stray Light in the Eye. *Optometry and Vision Science* , 395-400.

Downie, L. E. (2017). Blue-light filtering ophthalmic lenses: to prescribe, or not to prescribe? *Ophthalmic & Physiological Optics* , 640-643.

Franssen, L., Taberner, J., Coppens, J. E., & van den Berg, T. J. (2007). Pupil Size and Retinal Straylight in the Normal Eye. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 2375-2382.

Jalie, M. (2005). Materials for spectacle lenses. *Optometry Today* , 26-32.

Kohmura, Y., Murakami, S., & Aoki, K. (2013). Effect of Yellow-Tinted Lenses on Visual Attributes Related to Sports Activities. *Journal of Human Kinetics* , 27-36.

Lawrenson, J. G., Hull, C. C., & Downie, L. E. (2017). The effect of blue-light blocking spectacle lenses on visual performance, macular health and the sleep-wake cycle: a systematic review of the literature. *Ophthalmic & Physiological Optics* , 644-654.

Leung, T. W., Li, R. W.-h., & Kee, C.-s. (2017). Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances. *PLOS ONE* , 1-15.

Lin, J. B., Gerratt, B. W., Bassi, C. J., & Apte, R. S. (2017). Short-Wavelength Light-Blocking Eyeglasses Attenuate Symptoms of Eye Fatigue. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 442-447.

Mainster, M. A., & Turner, P. L. (2012). Glare's Causes, Consequences, and Clinical Challenges After a Century of Ophthalmic Study. *AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY* , 587-591.

Michael, R., Van Rijn, L. J., van den Berg, T. J., Barraquer, R. I., Grabner, G., Wilhelm, H., u.c. (2008). Association of lens opacities, intraocular straylight, contrast sensitivity and visual acuity in European drivers. *Acta Ophthalmologica* , 666-671.

Smith, G. (2002). Disability glare and its clinical significance. *Optometry Today* , 34-37.

Torii, H. e. (2017). Violet Light Exposure Can Be a Preventive Strategy Against Myopia Progression. *EBioMedicine* , 210-219.

van den Berg, T. Instruction Manual C-Quant .

van den Berg, T. J., Franssen, L., & Coppens, J. E. (2010). Ocular media clarity and straylight. D. A. Dartt, J. C. Besharse, & R. Dana, *Encyclopedia of the eye* (Sēj. deel 3, lpp. 173-183). Elsevier.

van den Berg, T. J., Franssen, L., Kruijt, B., & Coppens, J. E. (2013). History of ocular straylight measurement: A review. *Zeitschrift für Medizinische Physik* , 6-20.

van Os, A., Stassen, M. J., Tassignon, M.-J., & Rozema, J. J. (2017). Influence of yellow filters on straylight measurements. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* , 1077–1080.

PIELIKUMI

1. pielikums

Aprakstošā statistika acī nokļīdušās gaismas vērtībām 20 dalībniekiem

Lēcas nosaukums	Vidējā vērtība ± standartklūda	95% ticamības intervāls	
		Augšējais	Apakšējais
Bez lēcas	0,89±0,03	0,95	0,83
Lēca bez klājuma	0,89±0,03	0,96	0,83
Lēca ar pretatspīduma klājumu	0,92±0,04	0,99	0,85
Zilo gaismu bloķējošā lēca	0,91±0,04	0,98	0,84
Dzelteni tonēta lēca	0,96±0,03	1,02	0,89

Bakalaura darbs „Briļļu lēcu ietekme uz acī noklīdušo gaismu” izstrādāts LU Fizikas un matemātikas fakultātē.

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

Autors:

Krista Mieze

Stud.apl.nr. km15038

Rekomendēju/nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: docents, Dr.phys. Gatis Ikaunieks

Recenzents: lektors, Prof.mag. Renārs Trukša

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā _____

Dekāna pilnvarotā persona: metodiķe Dzintra Holsta

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

_____. protokola Nr. _____

Komisijas sekretārs: _____