

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

**PRETNOGURUMA LĒCAS DATORA LIETOTĀJU
REDZES NOGURUMA MAZINĀŠANAI**

BAKALaura DARBS

Autors: **Jekaterina Troca**

Studenta apliecības numurs: jt19014

Vadītāji: docents, Dr.phys. Pēteris Cikmačs, profesore, Dr.phys. Gunta Krūmiņa

RĪGA 2022

ANOTĀCIJA

Darbs ir uzrakstīts latviešu valodā uz 34 lapaspusēm. Tas satur 25 attēlus, 2 tabulas un 34 atsauces uz literatūras avotiem.

Mērķis: izpētīt Latvijā lietojamo pretnoguruma lēcu efektivitāti acu noguruma mazināšanai. Metodes: izmantota anketēšana, lai pētītu redzes noguruma pakāpi un simptomus digitālo ierīču lietotājiem. Praktiskajā daļā pētīta *Essilor Eyezen 0,6* lēcu efektivitāte darbam ar digitālām ierīcēm, kā arī veikta *Essilor Eyezen 0,4*, *0,6* un *LTL Holiday 0,75* lēcu salīdzināšana un analīze. Rezultāti: vairāk nekā puse no aptaujātiem pavada darbā pie datora vairāk nekā sešas stundas. Tika atrasta statistiski nozīmīgas redzes noguruma pakāpes izmaiņas pirms un pēc ilgstoša darba pie datora. Secinājumi: pierādīta pretnoguruma lēcu efektivitāte redzes noguruma mazināšanai.

Atslēgvārdi: redzes nogurums, pretnoguruma lēcas, Essilor Eyezen, LTL Holiday

ABSTRACT

The thesis is written in Latvian on 34 pages. It contains 25 figures, 2 tables and 34 references to literature sources.

Aim: to investigate the effectiveness of anti-fatigue lenses used in Latvia to reduce eye fatigue. **Methods:** a questionnaire survey was used to investigate the degree and symptoms of visual fatigue in users of digital devices. In the practical part, the effectiveness of Essilor Eyezen 0.6 lenses for use with digital devices was studied, and Essilor Eyezen 0.4, 0.6 and LTL Holiday 0.75 lenses were compared and analyzed. **Results:** More than half of the subjects spent more than six hours in front of computer screens. Statistically significant changes in the degree of visual fatigue before and after prolonged computer work were found. **Conclusions:** The effectiveness of anti-fatigue lenses in reducing visual fatigue was proved.

Keywords: visual fatigue, anti-fatigue lenses, Essilor Eyezen, LTL Holiday

SATURS

IEVADS	1
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS	3
1.1. Redzes nogurums.....	3
1.2. Datora redzes sindroms	3
1.3. Digitālo ierīču lietošana un COVID-19 pandēmija	7
1.4. Essilor Eyezen pretnoguruma brillu lēcas	8
1.5. Visionix VX40 dioptrometrs	13
2. METODE	15
2.1. Anketēšana	15
2.2. Praktiskā daļa (Essilor Eyezen 0,6 pretnoguruma lēcas)	15
2.3. Lēcu analīze, aditīva ietekme un pierašana pie brillēm	16
2.4. Datu analīze.....	16
3. REZULTĀTI.....	17
3.1. Anketēšana	17
3.2. Praktiskā daļa (Essilor Eyezen 0,6 pretnoguruma lēcas)	19
3.3. Lēcu analīze, aditīva ietekme un pierašana pie brillēm	23
4. DISKUSIJA.....	27
SECINĀJUMI	30
PATEICĪBA	31
IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS	32

IEVADS

Ar digitālo ierīču progresēšanu, to aktualitāte un lietošanas nepieciešamība pieaug katru dienu. COVID-19 pandēmijas dēļ nepieciešamība pēc digitālām ierīcēm pieauga. Tādas tehnoloģijas kā galda datori, portatīvie datori, mobilie telefoni un planšetdatori tika izmantoti video zvaniem, attālinātai apmācībai gan skolās, gan augstākajās izglītības iestādēs, gan interešu izglītībā. Digitālās ierīces izmanto arī attālinātam darbam, izklaidei un atpūtai. Mūsdienās arī ir populāri pavadīt laiku sociālajos tīklos.

Izmantojot digitālās ierīces ilgāku laiku, pieaug arī populācijas sūdzības par savu veselību. Saskaņā ar Pasaules veselības organizācijas (*World Health Organization*) izstrādāto Starptautisko slimību klasifikāciju (SSK-10) redzes nogurums tiek klasificēts kā „H53.1. subjektīvi redzes traucējumi” (*subjective visual disturbances*).

Redzes nogurums ir saukts arī par redzes sasprindzinājumu vai astenopiju (no sengr. ἀσθένεια (asten-) 'vājš, bezspēcīgs' un ὄψις (-opos) 'acs'). Kā arī itāļu valodā “astenopija” ir acu nogurums, ko izraisa acu, precīzāk, acs ābola muskuļu aparāta (iekšējā un ārējā) pārslodze (*IAPB Italia onlus*) un tendence uz priekšlaicīgu redzes aparāta nogurumu, ko izraisa ciliārā muskuļa nogurums, ametropija, acs ārējo muskuļu traucējumi un neirastēniski sindromi (*Istituto della Enciclopedia Italiana*). Angļu valodā termins “astenopija” ir acu nogurums vai nogurums, ko parasti raksturo diskomforts, redzes vājums un galvassāpes, ko izraisa pārmērīga redzes orgānu izmantošana, acs muskuļu disfunkcija un nepareiza refrakcija (*Dictionary.com*).

Ilgstoši izmantojot digitālās ierīces var rasties tādi redzes noguruma simptomi, ka galvassāpes, sausums acīs, problēmas ar koncentrāciju.

Amerikas Optometristu Asociācija (*American Optometric Association*) terminu datora redzes sindroms (digitālais acu nogurums, angl. val. “*digital eye strain*”) definēja kā ar acīm un redzi saistītu problēmu grupu, kas rodas ilgstošas datora, planšetdatora, e-grāmatu un mobilā telefona lietošanas dēļ.

Efekts, ko veido digitālo ierīču lietošana var būt atkarīgs gan no izmantošanas ilguma, gan no pacienta vecuma, gan no digitālās ierīces veida. Problēmas, kas rodas digitālo ierīču izmantošanas dēļ var būtiski traucēt sabiedrības dzīvi.

Pretnoguruma briļļu lēcas ir lēcas ar optiskā stipruma palielinājumu lēcas apakšējā daļā (aditīvu). Lēcas ir piemērotas darbam tuvumā. *Essilor Eyezen* pretnoguruma lēcas ir salīdzinoši jauns zīmols, kas piemērots tiem, kas bieži lieto digitālās ierīces, piemēram, datorus, viedtālrunus un planšetdatorus. *Essilor Eyezen* piedāvā četru veidu aditīvus, kas nodrošina redzes noguruma simptomu samazināšanu: *Eyezen* 0,4 rekomendē pacientiem vecumā no 20

līdz 34 gadiem, *Eyezen* 0,6 pacientiem vecumā no 35 līdz 39 gadiem, *Eyezen* 0,85 pacientiem vecumā no 40 līdz 45 gadiem un *Eyezen* 1,1 pacientiem vecumā no 45 līdz 50 gadiem (*Benoît & Jarrousse, 2015; Essilor of America*).

LTL S.p.A. uzņēmums piedāvā lēcas, kas paredzētas acu noguruma mazināšanai, koncentrējoties uz darbiem tuvumā. Tika piedāvāti trīs veidu aditīvi: 0,5 D tiem, kas ilgstoši strādā pie datora ekrāniem, 0,75 D – lietotājiem, kuri novēro acu noguruma un galvassāpju pazīmes un 1,00 D – tiem lietotājiem, kas izjūt lielas grūtības darbā tuvumā (*LTL S.p.A.*).

Pretnoguruma lēcas ir aktuālas izpētei, jo tās var palīdzēt samazināt Latvijas iedzīvotāju sūdzības par redzes noguruma simptomiem digitālo ierīču lietošanas laikā.

Bakalaura darba **mērķis** ir izpētīt Latvijā lietojamo pretnoguruma lēcu efektivitāti acu noguruma mazināšanai.

Hipotēze: redzes noguruma pakāpe un simptomu biežums samazināsies *Essilor Eyezen* pretnoguruma lēcu lietošanas laikā.

Darba uzdevumi:

1. Novērtēt redzes noguruma simptomu sastopamību digitālo ierīču lietotājiem un Latvijas iedzīvotāju zināšanas par pretnoguruma lēcām.
2. Noteikt *Essilor Eyezen* 0,6 pretnoguruma lēcu efektivitāti.
3. Izpētīt *Essilor Eyezen* 0,4, 0,6 un *LTL Holiday* 0,75 pretnoguruma lēcu optiskā stipruma un cilindrisko kropļojumu sadalījumu un šo lēcu piemērotību darbā ar digitālajām ierīcēm.

Lai sasniegtu uzstādīto darba mērķi, pētījumā tika veikta Latvijas iedzīvotāju anketēšana un praktiski pētīta *Essilor Eyezen* un *LTL Holiday* pretnoguruma lēcu efektivitāte darbam ar digitālām ierīcēm. Pētījumā iegūtie rezultāti dos iespēju izvērtēt redzes noguruma simptomu izplatību Latvijas iedzīvotājiem un novērtēt *Essilor Eyezen* un *LTL Holiday* pretnoguruma briļļu lēcu darbību un efektivitāti Latvijas iedzīvotājiem un salīdzināt tos ar ražotāju sniegto informāciju.

1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Redzes nogurums

Saskaņā ar Pasaules veselības organizācijas (*World Health Organization*) izstrādāto Starptautisko slimību klasifikāciju (SSK-10) redzes nogurums izpaužas kā redzes diskomforts, kas notiek pēc kāda veida ilgstošas redzes piepūles, un ko raksturo noguruma simptomi: sāpes ap acīm, neskaidra redze vai galvassāpes.

Biežāk sastopamie redzes noguruma simptomi ir problēmas ar uzmanības saglabāšanu lasīšanas laikā, redzes diskomforts darbā ar datoru, aizmigšana lasīšanas laikā, redzes pasliktinājums dienas beigās un galvassāpes (*Michael et al.*, 2010).

Touma Sawaya et al. (2020) savā pētījumā noskaidroja, ka visbiežāk sastopamie astenopijas simptomi ir galvassāpes (*headache*), neskaidra redze (*blurred vision*), sausums acīs (*dry eyes*) un sarkanas acis (*red eyes*) (skat. 1.1.att.).

Symptoms of asthenopia

Headache	320 (70.6%)
Blurred vision	122 (27.0%)
Dry eyes	106 (23.3%)
Red eyes	102 (22.5%)
Aching eyes	86 (19.0%)
Itchy eyes	79 (17.4%)
Eye strain	70 (15.5%)
Eye burn	68 (15.0%)

1.1.att. Astenopijas simptomu biežums (*Touma Sawaya et al.*, 2020).

1.2. Datora redzes sindroms

Balstoties uz Amerikas Optometristu Asociācijas (*American Optometric Association*) sniegto informāciju, datora redzes sindroma simptomi ir redzes nogurums, galvassāpes, neskaidra redze, sausums acīs, sāpes mugurā un kakla zonā. Šos simptomus var izraisīt slikts apgaismojums, atspīdumi no digitālās ierīces ekrāna, nepareizs attālums no ekrāna, neatbilstoša sēdēšanas poza, nekoriģētas redzes problēmas vai šo faktoru kombinācija.

Biežākie datora redzes sindroma simptomi ir galvassāpes (53,3 %), dedzinoša sajūta acīs (54,8 %), sausums acīs, acu nogurums un sāpes acīs (48,0 %) (*Shantakumari et al.*, 2014).

Al Tawil et al. (2020) pētījumā visizplatītākie datora redzes sindroma simptomi bija līdzīgi – galvassāpes (66,5 %), dedzinoša sajūta acīs (58,3 %) un sausums acīs (51,5 %), kā arī bieži tika sastopamas sāpes mugurā un kakla zonā (82,2 %). *Altalhi et al.* (2020) arī piemin tādus simptomus kā niezošās acis (63 %), asarošana (58 %) un neskaidra redze (52 %), kā arī 97,3 % no pētījuma dalībniekiem tika novērots vismaz viens datora redzes sindroma simptoms.

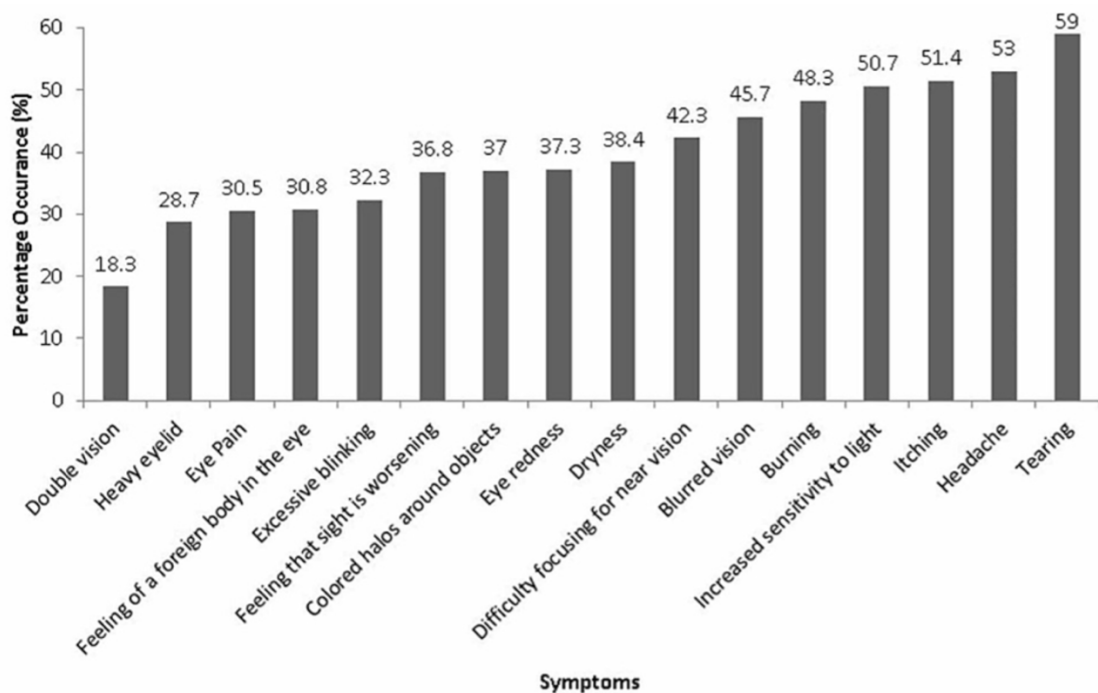
Ustinaviciene & Januskevicius (2006) savā pētījumā noskaidroja, ka darbinieki, kuri izmanto videoekrānu terminālus savā darba dienas laikā biežāk sūdzējās par redzes traucējumiem, salīdzinot ar tiem darbiniekiem, kas veica līdzīgu darbu bez videoekrānu termināliem (skat. 1.1.tabulā). Visbiežāk satopamie simptomi bija neskaidra redze, sarkanas acis un acu sāpes.

1.1.tabula

Astenopijas simptomu biežums darbiniekiem, kuri izmanto videoekrānu terminālus savā darba dienas laikā (*subjects working with VDT*) un darbiniekiem, kas neizmanto savā darbā videoekrānu terminālus (*control group*) (*Ustinaviciene & Januskevicius*, 2006).

Symptom	Subjects working with VDT (n=208), % (number)		Control group (n=196), % (number)	
Redness of the eyes	42.3%	(88)	1.5%	(3)
Ocular pain	46.1%	(96)	3.6%	(7)
Tearful eyes	17.3%	(36)	0.0%	(0)
Soreness of the ocular conjunctiva	12.5%	(26)	0.0%	(0)
Unclear vision	85.6%	(178)	10.7%	(21)
Flicker in the eyes	18.3%	(38)	0.0%	(0)
Diplopia	31.7%	(66)	3.6%	(7)

1.2. attēlā var redzēt, ka visizplatītākie simptomi digitālo ierīču lietotājiem ir asarošana (59 %) (*tearing*), galvassāpes (53 %) (*headache*), niezoša sajūta acīs (51,4 %) (*itching*), palielināta jutība pret gaismu (50,7 %) (*increased sensitivity to light*), dedzināšana acīs (48,3 %) (*burning*), neskaidra redze (45,7 %) (*blurred vision*), grūtības fokusēties tuvumā (42,3 %) (*difficulty focusing for near vision*) un sausums acīs (38,4 %) (*dryness*) (*Gammoh*, 2021).



1.2.att. Datora redzes sindroma simptomu biežums studentiem (*Gammoh, 2021*).

Seguí et al. (2015) izveidoja datorlietotāju anketu (*Computer vision syndrome questionnaire (CVS-Q)*), lai novērtētu simptomus, kas rodas mijiedarbojoties ar datora displeju. Anketa novērtē 16 simptomu biežumu un intensitāti, izmantojot reitinga skalu. Anketā ir pieminēti tādi simptomi, kā dedzināšana acīs, asarošana, sarkanas acis, sāpes acīs, sausums acīs, neskaidra redze, redzes dubultošanās un citi.

VSP datora redzes anketa (*Computer Vision Questionnaire (Vision Service Plan)*) ir izveidota, lai noskaidrotu datora redzes sindroma simptomus un novērtētu iespējamību attīstīties datora redzes sindromam pacientam. Anketa iekļauj sevī jautājumus par darba laiku, ko pacients pavada pie datora ekrāna, apgaismojumu, simptomiem, distanci līdz ekrānam un redzes korekciju.

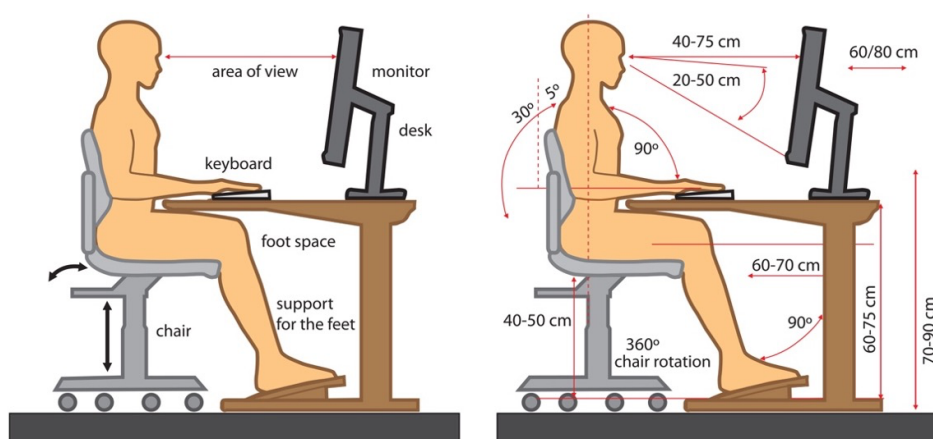
Benedetto et al. (2013) savā pētījumā parādīja, ka ilgstoša lasīšana displeja tehnoloģijās (elektroniskās grāmatas ar šķidro kristālu displeju (*LCD*)) izraisa lielāku redzes nogurumu, salīdzinot gan ar elektronisko tinti (*E-ink*), gan ar papīra grāmatu. To parādīja gan lielāki kritiskās mirgošanas frekvences rezultāti, gan redzes noguruma skala, gan pētījuma dalībnieku subjektīvais novērtējums (skat. 1.2. tabula).

1.2.tabula

Redzes noguruma parametru vedējās vērtības un standartnovirzes (iekavās) lasīšanas sesijās dažādās lasīšanas ierīcēs. *LCD* – šķidro kristālu displejs, *E-ink* – elektroniskā tinte un papīra grāmata - vidējās vērtības un standartnovirzes (slīprakstā). (*CFF* – kritiskās mirgošanas frekvence, *VFS* – redzes noguruma skala, *BPS* – mirkšķināšanas frekvence, *Subjective Preference* – dalībnieku subjektīvais novērtējums) (*Benedetto et al., 2013*).

Dependent Variable		Reading Device		
		LCD	E-ink	Paper
CFF (Hz)	Before	41,60 (1,66)	41,54 (1,65)	41,82 (1,70)
	After	40,65 (1,48)	41(1,76)	41,28 (1,44)
VFS (1–10)	Before	1,76 (0,62)	1,85 (0,89)	1,79 (1)
	After	3,36 (1,55)	2,90 (1,65)	2,44 (1,58)
BPS (blinks/second)		0,43 (0,19)	0,61 (0,25)	0,61 (0,32)
Subjective Preference (1–7)		3,55 (1,44)	4,45 (1,88)	6,64 (0,64)

Datora redzes sindroma simptomu biežums var palielināties, ja dators netiek pareizi izmantots. Amerikas Optometristu Asociācija (*American Optometric Association*) informē, kādi faktori jāievēro, lai varētu mazināt vai novērst datora redzes sindroma simptomus. Tas ietver apgaismojuma apstākļus, krēsla ērtumu, papildus materiālu atrašanās vietu, monitora novietojumu un atpūtas pauzes. Datora ekrāna vidum vajadzētu atrasties 15 līdz 20 grādus zem acu līmeņa un no 40 līdz 75 cm attālumā no acīm, kā arī datora ekrāna augšējai daļai jābūt acu līmenī (skat. 1.3.att.); papildus materiāliem jāatrodas virs tastatūras un zem monitora, kā arī datora ekrānam vajadzētu būt novietotam tā, lai izvairītos no atspīdumiem.



1.3.att. Pareizs ķermeņa novietojums datora lietošanai (*American Optometric Association*)

1.3. Digitālo ierīču lietošana un COVID-19 pandēmija

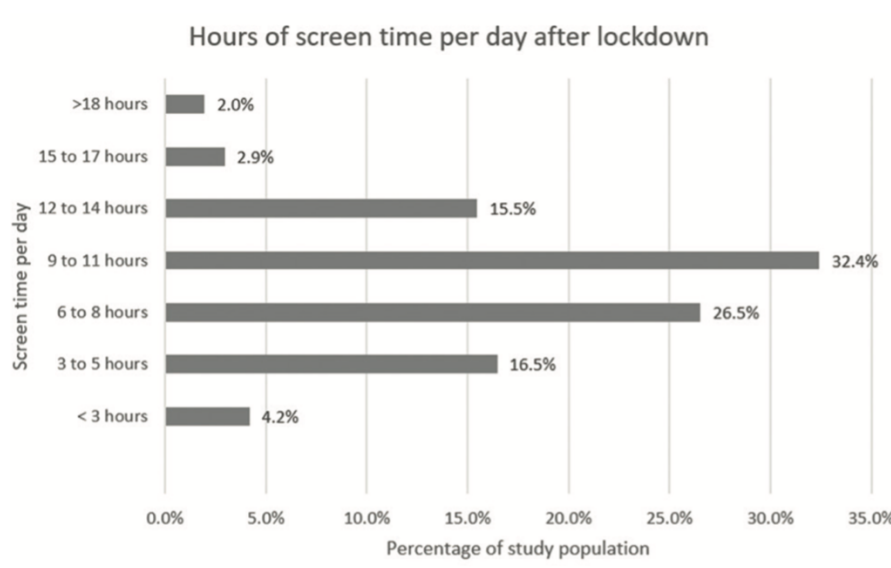
Šodien digitālo ierīču lietošana ir kļuvusi par būtisku mūsu dzīves daļu. Eiropas darba apstākļu pētījums (*The European Working Conditions Survey (EWCS 2010)*) atzīmē, ka apmēram 30 % no darbiniekiem Eiropā lieto datorus visu laiku viņu darba dienas laikā un 25 % izmanto datoru no 1/4 līdz 3/4 no darba dienas laika. Pēc Eiropas darba apstākļu pētījuma Latvijā 29 % no darbiniekiem lieto datorus visu laiku viņu darba dienas laikā un 18 % izmanto datoru no 1/4 līdz 3/4 no darba dienas laika.

Jelfs & Richardson (2013) savā pētījumā noskaidroja, ka visbiežāk lietojamās digitālās ierīces studentiem ir galda dators, portatīvais dators un mobilais telefons. *Bogdāneci et al.* (2017) arī apgalvo, ka visbiežāk lietojamās digitālās ierīces ir mobilais telefons un dators.

Pēc *Gammoh* (2021) pētījuma, 55,5 % no studentiem pavada pie digitālajām ierīcēm vairāk nekā 6 stundas dienā un 36,1 % no pētījuma dalībniekiem lieto digitālās ierīces ilgstoši bez pārtraukumiem. Tiem, kas izmantoja digitālās ierīces vairāk, nekā 6 stundas dienā, 93,3 % gadījumos tika novērotas datora redzes sindroma simptomi. Skolas vecuma bērniem, kas pavada pie datora ekrāniem vairāk, nekā 6 stundas dienā, redzes nogurums tika konstatēts 21,2 % gadījumos (*Ichhpujani et al.*, 2019). *Xu et al.* (2019) atrada nozīmīgu sakarību starp studentu astenopijas simptomiem un digitālo ierīču izmantošanas līmeni, kā arī liels riska faktors astenopijas veidošanai bija darba slodze, pavadītais laiks pie datora dienā un pavadītais laiks pie digitālām ierīcēm gultā.

Tiem, kas pavada pie datora ekrāniem vairāk, nekā 4 stundas, gan galvassāpes, gan dedzinoša sajūta acīs, gan sausums acīs ir pamanāms vairāk, nekā 50 % gadījumos (*Shantakumari et al.*, 2014).

1.4. attēlā ir parādīts, cik liels ir laiks, ko pavada pie digitālām ierīcēm cilvēki pēc COVID-19 pandēmijas sākuma (*Bahkir & Grandee*, 2020). Var redzēt, ka visbiežāk pētījuma dalībnieki pavada pie digitālo ierīču ekrāniem no 9 līdz 11 stundām (9 to 11 hours) (32,4 %) un vidējais laiks, ko cilvēki pavada pie ekrāniem ir 9,3 stundas dienā, un 60 % no tiem bija studenti. Pēc *Smith et al.* (2020) sniegtajiem datiem, vidējais laiks, ko cilvēki pavada pie digitālo ierīču ekrāniem ir 7,2 stundas dienā, un lielākais rādītājs bija cilvēkiem ar vecumu no 18 līdz 34 gadiem – 8,8 stundas dienā.



1.4.att. Pētījuma dalībnieku pie digitālo ierīču ekrāniem dienā pavadītais laiks pēc COVID-19 pandēmijas sākuma. (*Screen time per day* – stundas, ko pavada pie digitālo ierīču ekrāniem dienā, *Percentage of study population* – pētījuma dalībnieku biežums procentos). (*Bahkir & Grandee, 2020*).

Analizējot COVID-19 pandēmijas sakaru ar digitālo ierīču izmantošanu un to ietekmi uz populācijas veselību, *Bahkir & Grandee (2020)* savā pētījumā atklāja, ka 95,8 % no pētījuma dalībniekiem tika novērots vismaz viens simptoms, kas ir saistīts ar digitālo ierīču lietošanu, un 56,6 % no pētījuma dalībniekiem teica, ka datora redzes simptomu biežums un intensitāte palielinājās kopš COVID-19 pandēmijas sākuma. Bērniem un pusaudžiem pie digitālajām ierīcēm pavadītais laiks palielinājās aptuveni par 30 stundām nedēļā COVID-19 pandēmijas laikā (*Xiang et al., 2020*).

Pišot et al. (2020) analizēja, kā COVID-19 pandēmijas sākums ietekmēja Eiropas iedzīvotājus. Deviņās Eiropas valstīs laiks, ko cilvēki pavada pie digitālo ierīču ekrāniem, palielinājās par 65 %.

1.4. Essilor Eyezen pretnoguruma brillu lēcas

Pretnoguruma brillu lēcas ir lēcas ar optiskā stipruma palielinājumu lēcas apakšējā daļā (aditīvu). Pēc ražotāja sniegtās informācijas (*Essilor Group*) Eyezen lēcās ir iekļautas divas tehnoloģijas – *Eyezen Focus*, kas iekļauj sevī lēcas apakšējā daļā izvietotu optiskā stipruma palielinājumu, kas samazina acu nogurumu uzlabojot sīku rakstzīmju lasāmību, kā arī gaismas filtrēšanas tehnoloģija, kas palīdz aizsargāt acis no kaitīgās zilās un violetās gaismas, ko izstaro digitālās ierīces.

LTL pretnoguruma lēcu ražotāji uzsver, ka šīs lēcas samazina acs muskuļu nogurumu un ļauj lietotājiem ilgāk veikt darbus tuvumā nenogurdinot acis (*LTL S.p.A.*).

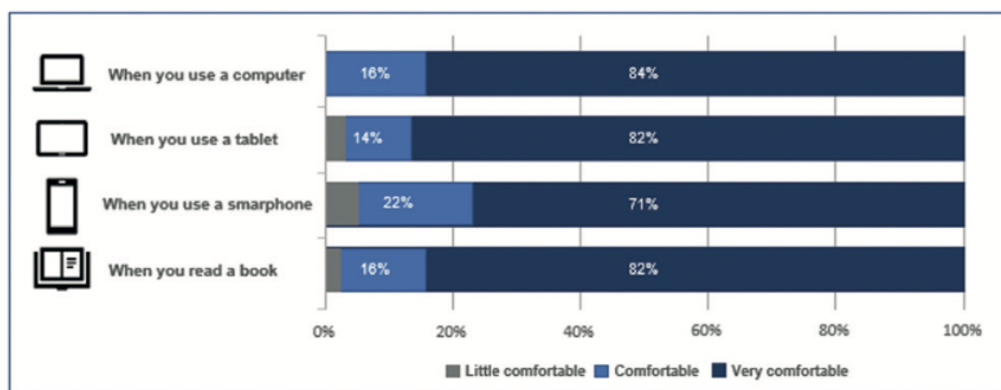
Essilor Eyezen pretnoguruma lēcu optiskās īpašības samazina astenopijas simptomu biežumu, salīdzinot ar standarta monofokālām lēcām (kopējais astenopijas simptomu rādītājs samazinājas no 17,44 līdz 13,18) (skat. 1.5.att.) (*Alionis et al., 2020*).

Symptoms	Standard lenses	+0.40EyeZen™ lenses	p-value
Tired eye	2.69 ± 0.77	2.31 (1.44)	0.2512
Sore/aching eye	2.21 ± 1.00	2.03 (1.81)	0.2887
Irritated eye	1.74 ± 1.12	1.46 (1.47)	0.1407
Watery eye	1.15 ± 1.33	1.26 (1.52)	0.9622
Dryness	1.72 ± 1.12	1.05 (1.32)	0.0032*
Eye strain	1.80 ± 1.24	1.28 (1.28)	0.0460*
Hot/burning eye	0.92 ± 0.90	0.54 (1.17)	0.0052*
Blurred vision	1.39 (0.94)	0.69 (1.10)	0.0007*
Difficulty in focusing	1.74 ± 1.39	1.39 (1.14)	0.3194
Visual discomfort	2.08 ± 0.93	1.18 (1.59)	0.004*
Total	17.44 ± 5.42	13.18 (10.22)	0.0024*

Values presented in mean and standard deviation * Wilcoxon Test®

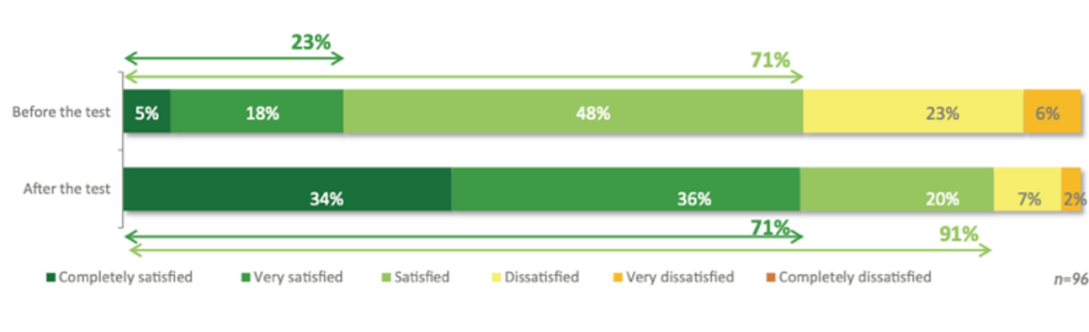
1.5.att. Astenopijas simptomu rādītāja izmaiņas, lietojot Eyezen pretnoguruma brilles ar aditīvu 0,40 D, salīdzinot ar standarta monofokālajām lēcām (*Total* – kopējais astenopijas simptomu rādītājs) (*Alionis et al., 2020*).

Redzes komforta līmenis, izmantojot *Eyezen* 0,40 pretnoguruma lēcas kopā ar *Crizal Sapphire* pretatspīdumu klājumu apmierināja vairāk, nekā 90 % no kopēja pētījuma dalībnieku skaita, 100 % no datora lietotājiem un 96 % no planšetdatora lietotājiem bija apmierināti ar *Eyezen* 0,40 pretnoguruma lēcu darbību (skat.1.6.att.) (*Alionis et al., 2020*).



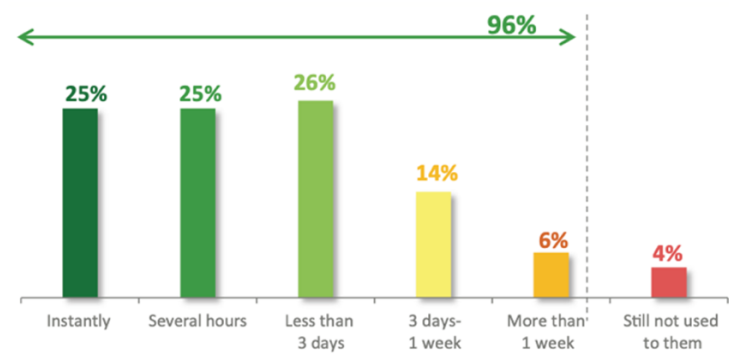
1.6.att. Redzes komforta līmenis, izmantojot *Eyezen* 0,4 pretnoguruma lēcas kopā ar *Crizal Sapphire* klājumu darbā ar datoru (*computer*), planšetdatoru (*tablet*), mobilo telefonu (*smartphone*) vai lasot grāmatu (*read a book*). (Tumši zils – ļoti ērti (*very comfortable*), gaiši zils – ērti (*comfortable*), pelēks – mazs komforts (*little comfortable*) (*Alionis et al., 2020*).

Plissonneau (2017) veica eksperimentu, kurā novērtēja pētījuma dalībnieku apmierinātību ar *Essilor Eyezen* 0,4 petnoguruma lēcām. Pirms eksperimenta tikai 23 % no dalībniekiem bija ļoti vai pilnībā apmierināti ar savu redzes komfortu darbā ar digitālajām ierīcēm. *Essilor Eyezen* 0,4 petnoguruma lēcu lietošanas laikā ļoti vai pilnībā apmierināto dalībnieku daudzums palielinājās līdz 71 % (skat. 1.7.att.).



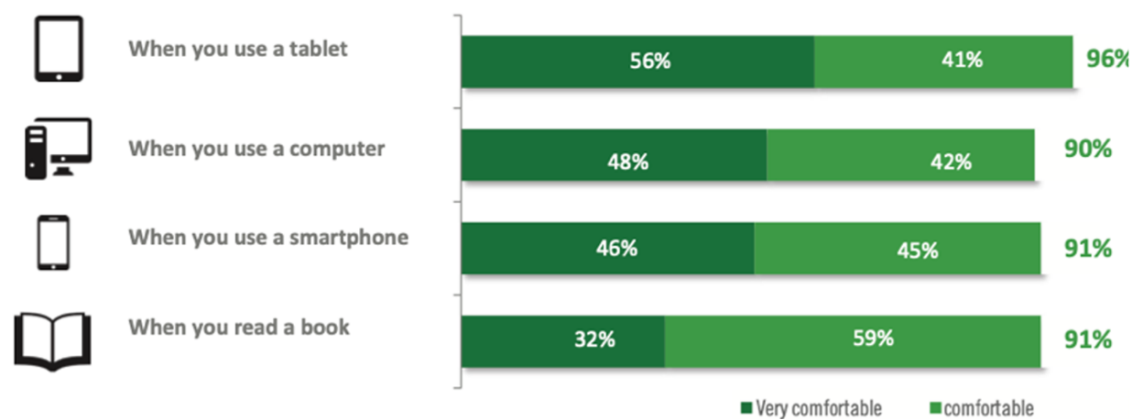
1.7.att. Pētījuma dalībnieku apmierinātības līmenis pirms (*before the test*) *Essilor Eyezen* 0,4 petnoguruma lēcu izmantošanas un pēc (*after the test*), (tumši zaļš – pilnībā apmierināts (*completely satisfied*), zaļš – ļoti apmierināts (*very satisfied*), gaiši zaļš – apmierināts (*satisfied*), dzeltens – neapmierināts (*dissatisfied*), oranžs – ļoti neapmierināts (*very dissatisfied*), sarkans – pilnībā neapmierināts (*completely dissatisfied*)) (Plissonneau, 2017).

Plissonneau (2017) pētīja dalībnieku pierašanas (adaptācijas) laiku pie *Essilor Eyezen* 0,4 petnoguruma lēcām. 90 % no pētījuma dalībniekiem pierašanas laiks nebija lielāks par vienu nedēļu un tikai 4 % no pētījuma dalībniekiem nevarēja pierast pie petnoguruma brillēm (skat. 1.8.att.).



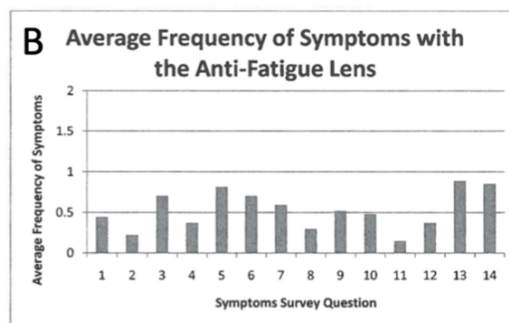
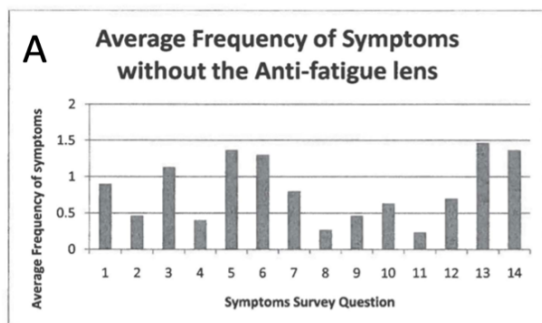
1.8.att. Pētījuma dalībnieku pierašanas laiks pie *Essilor Eyezen* 0,4 petnoguruma lēcām. (tumši zaļš – uzreiz (*instantly*), zaļš – dažas stundas (*several hours*), gaiši zaļš – mazāk par 3 dienām (*less than 3 days*), dzeltens – 3 dienas – 1 nedēļa (*3 days – 1 week*), oranžs – vairāk par 1 nedēļu (*more than 1 week*), sarkans – nav pieradis (*still not used to them*)) (Plissonneau, 2017).

Redzes komforta līmenis, izmantojot *Essilor Eyezen* 0,40 pretnoguruma lēcas apmierināja vairāk, nekā 90 % no kopējā pētījuma dalībnieku skaita, 90 % no datora lietotājiem, 96 % no planšetdatora lietotājiem un 91 % no mobilā telefona lietotājiem bija apmierināti ar *Essilor Eyezen* 0,4 pretnoguruma lēcu darbību (skat.1.9.att.) (*Plissonneau*, 2017).



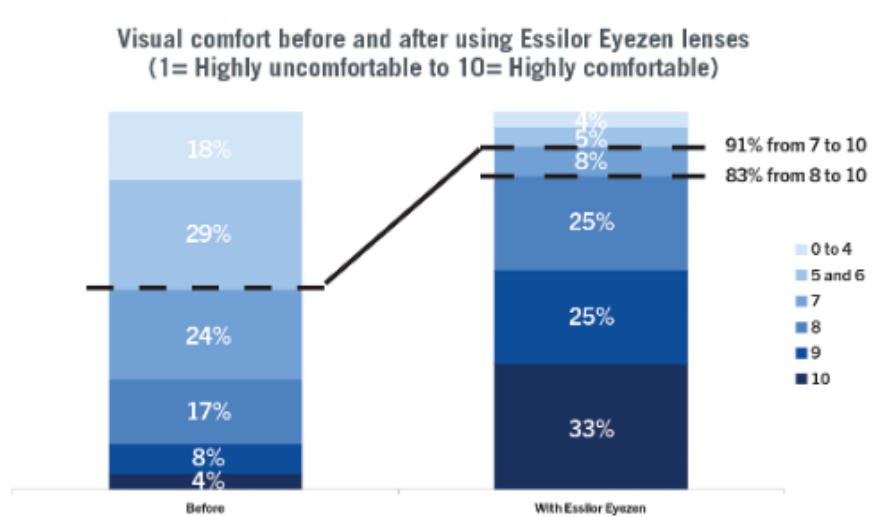
1.9.att. Pētījuma dalībnieku redzes komforta līmenis, izmantojot *Essilor Eyezen* 0,4 pretnoguruma lēcas kopā darbā ar planšetdatoru (*tablet*), datoru (*computer*), mobilo telefonu (*smartphone*) vai lasot grāmatu (*read a book*). (Tumši zaļš – ļoti ērti (*very comfortable*), zaļš – ērti (*comfortable*)) (*Plissonneau*, 2017).

Michael et al. (2010) pētījumā salīdzināja studentu redzes noguruma simptomu biežumu pirms un pēc *Essilor* 0,60 pretnoguruma lēcu izmantošanas darbam tuvumā. 1.10. attēlā var redzēt, ka redzes noguruma simptomu biežums samazinājās. Dalībnieki vērtēja simptomu biežumu no 1, kas nozīmēja “nav simptoma” līdz 4, kas nozīmēja “vienmēr ir simptoms”. Pirms eksperimenta vidējais kopējo simptomu biežums bija 12,2 un pēc eksperimenta – 7,2. Statistiski nozīmīga izmaiņa tika novērota tādiem simptomiem, ka neskaidra redze skatoties tuvumā, aizmigšana lasīšanas laikā un sliktāka redze dienas beigās.



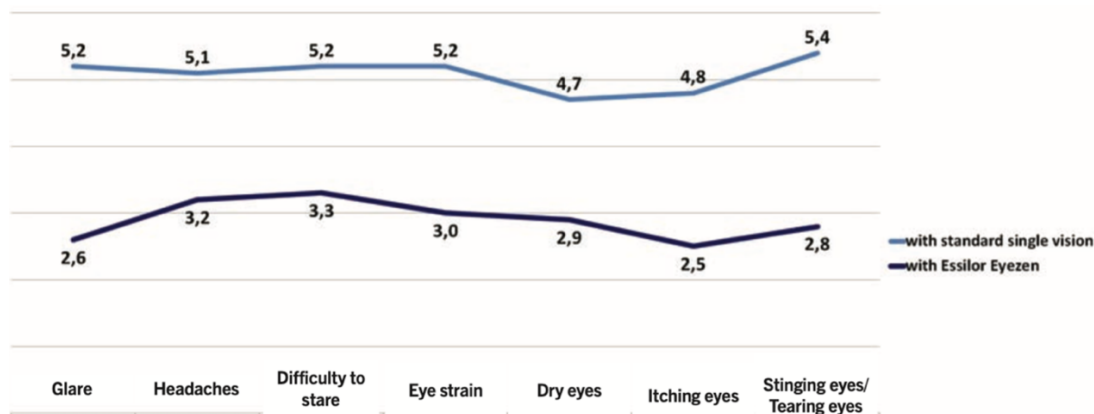
1.10.att. Pētījuma dalībnieku redzes noguruma simptomu biežums pirms (A) un pēc (B) *Essilor* pretnoguruma lēcu izmantošanas darbam tuvumā. (1–neskaidra redze skatoties tuvumā, 2–dubultošanās, 3–galvassāpes pie darba tuvumā, 4–vārdu “izplūdums” lasīšanas laikā, 5–aizmigšana lasīšanas laikā, 6–pasliktināta redze dienas beigās, 7–rindu lasīšanas izlaišana vai atkārtošānās, 8–reibonis vai slikta duša lasīšanas laikā, 9–galvas noliekšana un acu aizvēršana lasot, 10–grūtības pārrakstīt tekstu no tāfeles, 11–sajaukti cipari, 12–lasīšanas uztveres samazināšanās, 13–problēmas ar uzmanības saglabāšanu lasīšanas laikā, 14–diskomforts darbā ar datoru) (*Michael et al.*, 2010).

De Larrard (2015) savā darbā pētīja *Essilor Eyezen* briļļu lēcu ietekmi uz pacientiem ar ametropiju digitālo ierīču lietošanas laikā. Viens no svarīgākajiem secinājumiem bija tas, ka 91 % no pētījuma dalībniekiem ziņoja par ērtu un komfortablu redzi digitālo ierīču lietošanas laikā, izmantojot *Essilor Eyezen* lēcas, un 83 % no pētījuma dalībniekiem bija ļoti apmierināti ar komforta līmeni, izmantojot *Essilor Eyezen* lēcas digitālo ierīču lietošanas laikā (skat. 1.11.att.).



1.11.att. Dalībnieku vizuālais komforts pirms un pēc *Essilor Eyezen* lēcu izmantošanas digitālo ierīču lietošanas laikā (*De Larrard*, 2015).

De Larrard (2015) atzīmēja, ka eksperimenta beigās pētījuma dalībnieki ziņoja, ka lietojot *Essilor Eyezen* pretnoguruma lēcas redzes noguruma simptomu biežums samazinājās. 1.12. attēlā var redzēt, ka, salīdzinot ar standarta monofokālajām briļļu lēcām, ar *Essilor Eyezen* lēcām redzes diskomforta simptomi samazinājās.



1.12.att. Pētījuma dalībnieku redzes noguruma simptomi ar standarta monofokālajām lēcām (gaiši zila krāsa) un ar *Essilor Eyezen* lēcām (tumši zila krāsa) (*glare* – atspīdumi, *headaches* – galvassāpes, *difficulty to stare* – grūti skatīties, *eye strain* – acu nogurums, *dry eyes* – sausums acīs, *itching eyes* – nieze acīs, *stinging eyes/tearing eyes* – dedzinošas sajūta acīs vai asarošana) (De Larrard, 2015).

Crizal Previncia lēcu klājums ir *Essilor* firmas piedāvātais lēcu pārklājums, kas iekļauj sevī unikālo gaismas filtrēšanas tehnoloģiju. Šī tehnoloģija selektīvi izfiltrē daļu no kaitīgās zili-violetās gaismas, ko izstaro digitālo ierīču ekrāni, vienlaikus ļaujot “labvēlīgajai” gaismai, kas nepieciešama pareizai diennakts ritma regulēšanai, iziet cauri (Benoît & Jarrousse, 2015). Pēc *Essilor* firmas sniegtās informācijas, šī tehnoloģija nodrošina arī vislabāko aizsardzību pret atspīdumiem, pasargā lēcas no skrāpējumiem, putekļiem un atgrūž ūdeni optimālai redzei un ilgstošam lēcu caurspīdīgumam, kā arī pasargā acis no ultravioletā starojuma. *LTL* firma piedāvā *Blue Cut* lēcu klājumu, kas samazina zilās gaismas kaitīgo ietekmi, atstarojot un filtrējot to. Pēc ražotāja sniegtās informācijas, *Blue Cut* pārklājums arī pasargā pret skrāpējumiem, iekļauj sevī antistatisko slāni un bloķē ultravioletos starus (*LTL S.p.A.*).

1.5. Visionix VX40 dioptrometrs

Visionix VX40 automātiskais dioptrometrs – lēcu dizaina analizators atļauj mērīt un analizēt monofokālās, bifokālās un progresīvās briļļu lēcas un dod iespēju iegūt informāciju par

lēcu tehnoloģijām un zīmoliem. *Visionix VX40* automātiski analizē lēcas un pēc tam nodod mērījumus vizuālas topogrāfiskās kartes veidā, kura attēlo lēcu stipruma un cilindrisko kropļojumu diapazonus (skat. 1.13.att.) (*Luneau Technology USA*).



1.13.att. Progresīvo lēcu mērījuma piemērs ar *Visionix VX40* dioptrimetru vizuālas topogrāfiskās kartes veidā (*Luneau Technology USA*).

Analizēto punktu skaits uz lēcas ir 1350, kas ļauj pilnībā izpētīt lēcas un izvēlēties jebkuru lēcas punktu, lai pārbaudītu ražošanas precizitāti ar soli 0,01 sfēriskai, cilindriskai un prizmatiskai komponentei. Ierīce dod iespēju novērtēt cilindrisko kropļojumu komponenti, kas notiek, kad gaismas stari lēcas malās noliecas vairāk, nekā lēcas centrā (*Luneau Technology USA*).

2. METODE

Pētījums norisinājās saskaņā ar Helsinku deklarāciju un tika apstiprināts Latvijas Universitātes Ētikas komisijā. Pētījuma dalībnieki tika iepazīstināti ar darba mērķi un norisi, kā arī ar pielietojamām pētījuma metodēm un rakstiski apliecināja par brīvprātīgu dalību pētījumā un atļauju izmantot iegūto informāciju un datus pētījuma mērķu sasniegšanai. Sniegtā personīgā informācija paliek anonīma, tika apstrādāti tikai tādi dati, kas palīdz raksturot kopējas tendences.

Pētījums sastāv no trim daļām: Latvijas iedzīvotāju anketēšana, lai noteiktu redzes noguruma izplatību, *Essilor Eyezen 0,6* pretnoguruma lēcu efektivitātes novērtēšana un *Essilor Eyezen 0,4, 0,6* un *LTL Holiday 0,75* pretnoguruma lēcu salīdzināšana un analīze.

2.1. Anketēšana

Anonīmā anketēšanā piedalījās Latvijas iedzīvotāji. Anketēšana tika veikta sociālajos tīklos.

Anketa tika veidota, analizējot *VSP* datora redzes anketu (*Computer Vision Questionnaire (Vision Service Plan)*) un datorlietotāju anketu (*Computer vision syndrome questionnaire (CVS-Q)*) (*Seguí et al., 2015*), kā arī analizējot citu pētnieku darbus un rezultātus.

Aptaujā tika iekļauti vispārējie jautājumi par dalībnieka vecumu un dzimumu, jautājumi par dažādu digitālo ierīču lietošanas laiku, par redzes nogurumu esamību, izmantojot digitālās ierīces, redzes noguruma pakāpi un simptomiem, kas parādās ilgstošas digitālo ierīču izmantošanas laikā. Anketa ietver sevī arī jautājumus par pretnoguruma briļļu lēcu darbību un dalībnieku pieredzi pretnoguruma briļļu lēcu lietošanā (apmierinātības līmenis skalā no 1 līdz 5, kur 1 – nav apmierināts un 5 – ļoti apmierināts).

2.2. Praktiskā daļa (*Essilor Eyezen 0,6* pretnoguruma lēcas)

Pētījumā piedalījās 20 dalībnieki. Pētījuma dalībnieki 14 dienas lietoja *Essilor Eyezen 0,6* pretnoguruma lēcas darbā ar digitālām ierīcēm, un aprakstīja savas sajūtas, izmantojot anketēšanu.

Iekļaušanas kritērijs – pieaugušie vecumā no 18 līdz 40 gadiem; dalībnieks ir digitālo ierīču lietotājs; redzes noguruma un datora sindroma simptomu esamība; 40 cm un 3 m attālumā redzes asums ir vismaz 1,0 dec; bez sūdzībām par redzes kvalitāti (nav nepieciešama redzes korekcija), bez acu slimībām.

Eksperimenta laikā pētījuma dalībniekiem vajadzēja aizpildīt aptauju pirmajā, trešajā, septītajā un četrpadsmitajā eksperimenta dienā. Anketa ietver sevī vispārīgos jautājumus par dalībnieka vecumu, brīļu saņemšanas datumu, kā arī jautājumus par redzes noguruma pakāpi, iespējamiem simptomiem, brīļu lietošanas ilgumu. Dalībnieki norādīja savas sajūtas skalā, kur 1 – nav redzes noguruma un 5 – liels redzes nogurums. Kā papildjautājumi bija datora veids (portatīvais/galda) un aptuvenais attālums līdz datora ekrānam. Dalībnieki izmantoja datoru, lietojot pretnoguruma brilles, tādā režīmā, kā viņi to darīja pirms eksperimenta un aptuvenais attālums no dalībnieku acīm līdz datora ekrānam bija no 50 līdz 70 cm

2.3. Lēcu analīze, aditīva ietekme un pierašana pie brillēm

Pretnoguruma brīļu salīdzināšanā piedalījās viens dalībnieks, kas lietoja 3 dažādu aditīvu brilles: *Essilor Eyezen 0,4*, *0,6* un *LTL Holiday 0,75*. Viņš salīdzināja lēcu efektivitāti redzes noguruma mazināšanai, aditīva ietekmi uz komforta līmeni un pretnoguruma lēcu pierašanas laiku. Dalībnieks izmantoja pretnoguruma brilles ar $-0,75$ D sfēra optisko stiprumu labajā acī un $-0,25$ D sfēra – kreisajā.

Eksperimenta laikā pētījuma dalībniekam vajadzēja aizpildīt aptauju pirmajā, trešajā, septītajā un četrpadsmitajā eksperimenta dienā. Anketa ietver sevī jautājumus par brīļu saņemšanas datumu, kā arī jautājumus par redzes noguruma pakāpi, iespējamiem simptomiem, brīļu lietošanas ilgumu.

Tika veikta izmantoto pretnoguruma lēcu analīze, izmantojot *Visionix VX40* dioptrimetru, kas ļauj novērtēt lēcu optiskā stipruma un kropļojumu sadalījumu, kas varētu traucēt pretnoguruma lēcu efektivitātei.

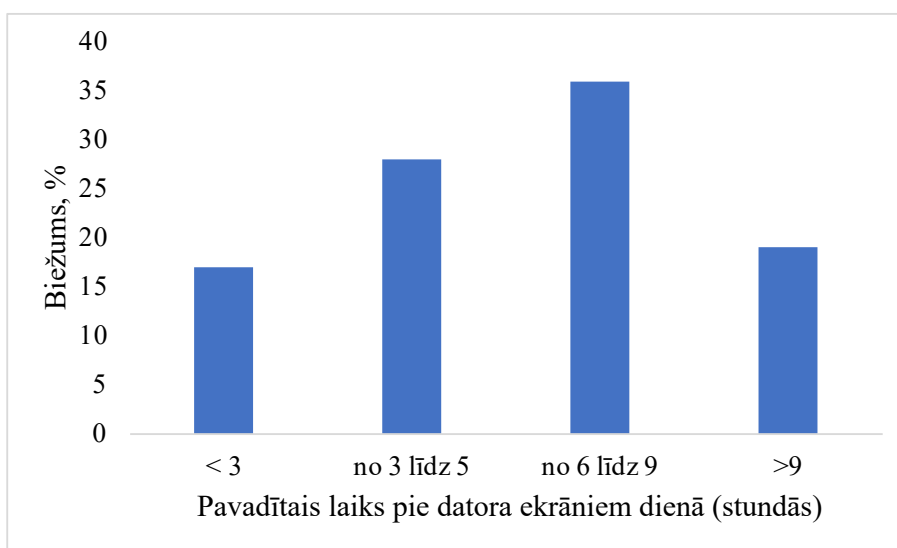
2.4. Datu analīze

Datu analīzei tika izmantota *Microsoft Excel* un *R-studio* (4.1.1. versija) programma. Spīrmēna rangu korelācijas koeficients tika izmantots, lai noteiktu, divu mainīgo saistību. Vilksona zīmju-rangu tests tika izmantots, lai noteiktu vai ir statistiski nozīmīga izmaiņa rezultātos pirms un pēc eksperimenta. Lai noteiktu statistisko nozīmīgumu un precizitāti, tika izmantota p vērtība $<0,05$ un 95 % ticamības intervāls.

3. REZULTĀTI

3.1. Anketēšana

Anonīmā anketēšanā piedalījās 177 Latvijas iedzīvotāji, no kuriem 76 vīrieši (43 %) un 101 (57 %) sieviete vecuma no 13 līdz 69 gadiem. Vidējais vecums 26 ± 13 gadi. 55 % ($n=100$) no pētījuma dalībniekiem pavada pie datora ekrāniem vairāk nekā 5 stundas (skat. 3.1.att.). Vidējais laiks, ko pavada pie datora ekrāna dienā bija $6 (\pm 3,4)$ stundas.



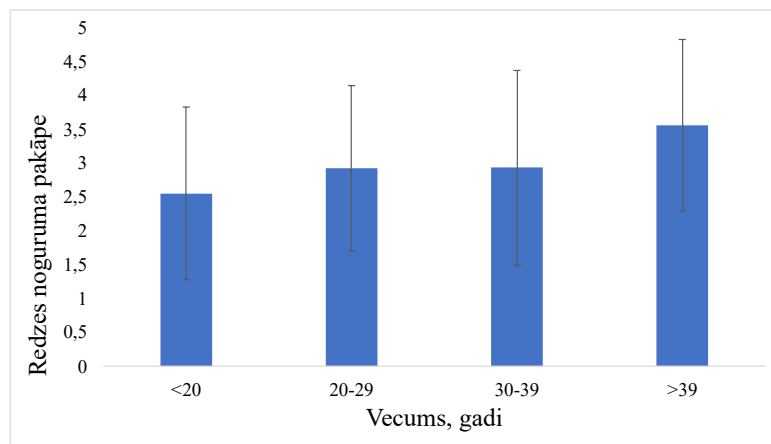
3.1.att. Pētījuma dalībnieku biežums attiecībā pret viņu pavadīto laiku pie datora ekrāniem dienā.

Visvairāk laika pavada pie datora ekrāniem dalībnieki vecuma grupā no 20 līdz 29 gadiem un tie, kas ir vecāki par 40 gadiem. Dalībniekiem, kuru vecums ir mazāks par 20 gadiem, vidēji pavada pie datora ekrāniem $4,7 \pm 3,2$ stundas; vecuma grupā no 20 līdz 29 gadiem vidējais laiks, ko pavada pie datora ekrāniem bija $6,8 \pm 3,2$ stundas; vecuma grupā no 30 līdz 39 gadiem vidējais laiks, ko pavada pie datora ekrāniem bija $5,6 \pm 3,9$ stundas un vecuma grupā virs 40 gadiem vidējais laiks, ko pavada pie datora ekrāniem bija $6,8 \pm 3,8$ stundas.

3.2. attēlā var redzēt, ka redzes noguruma pakāpe palielinās ar vecumu. Spīrmēna korelācijas tests parādīja, ka pastāv statistiski nozīmīga pozitīva korelācija starp vecumu un redzes noguruma pakāpi ($r = 0,39, p < 0,01$).

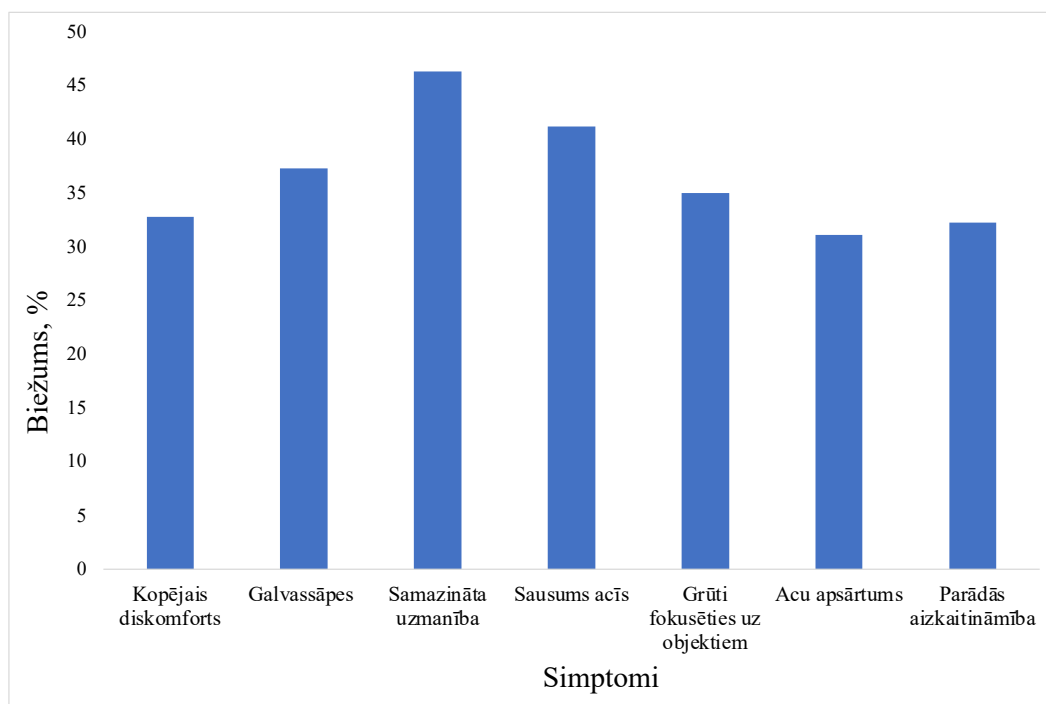
83 % ($n=147$) no aptaujātiem jūt nogurumu ilgstoši izmantojot digitālās ierīces. Spīrmēna korelācijas tests parādīja, ka pastāv statistiski nozīmīga pozitīva korelācija starp pie datora ekrāniem pavadīto laiku un redzes noguruma pakāpi ($r = 0,54, p < 0,05$).

Dalībniekiem, kuru vecums ir mazāks par 20 gadiem, vidējā redzes noguruma pakāpe ir $2,6 \pm 1,28$ un dalībniekiem, kuru vecums ir virs 39 gadiem ir $3,56 \pm 1,27$.



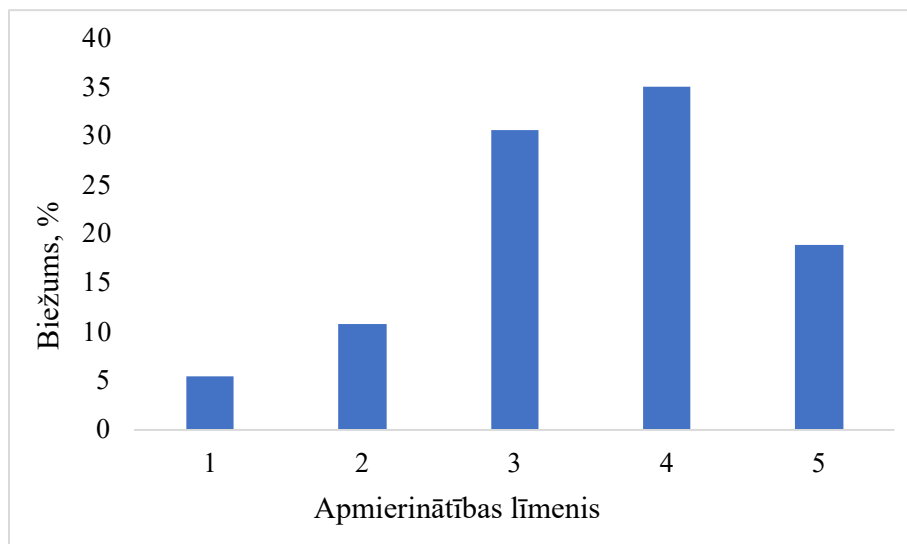
3.2.att. Redzes noguruma pakāpes izmaiņa ar vecumu.

3.3. attēlā ir redzams, ka visbiežāk sastopamie simptomi, kas parādās digitālo ierīču lietošanas laikā ir samazināta uzmanība (46 %), sausums acīs (41 %) un galvassāpes (37 %).



3.3.att. Redzes noguruma simptomu biežums.

55 % (n=98) no aptaujātajiem ir informēti par pretnoguruma lēcām un 21 % (n=37) no tiem bija pieredze pretnoguruma lēcu lietošanā. No tiem, kas lietoja pretnoguruma lēcas, 54 % (n=20) apmierinātības līmenis bija augstāks par vidējo (skat. 3.4. att.).



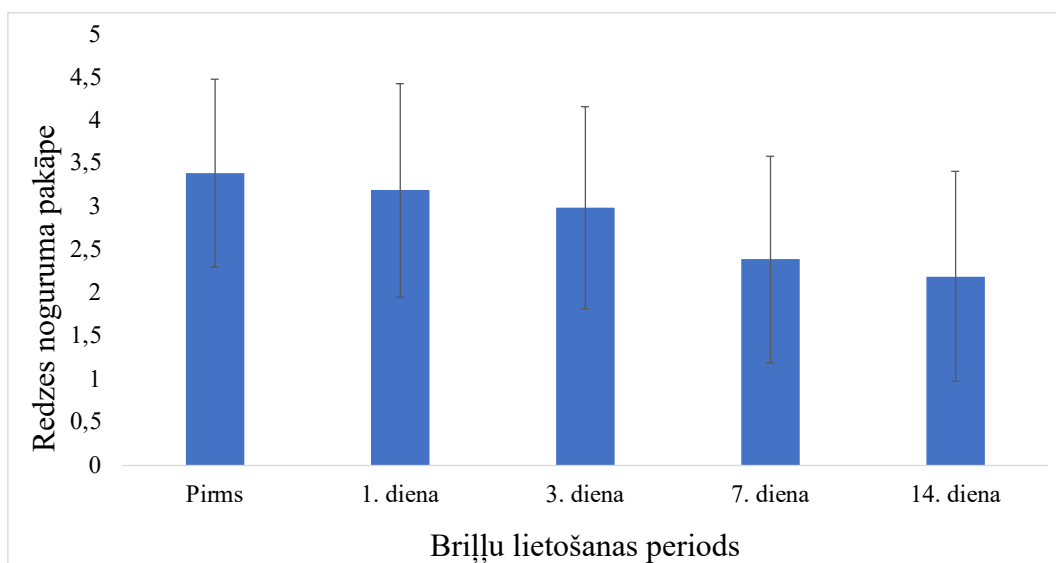
3.4. att. Pretnoguruma lēcu lietotāju apmierinātības līmenis (skalā no 1 – nav apmierināts līdz 5 – ļoti apmierināts).

3.2. Praktiskā daļa (Essilor Eyezen 0,6 pretnoguruma lēcas)

Praktiskajā daļā piedalījās 20 dalībnieki vecumā no 18 līdz 40 gadiem (vidējais vecums – $27,1 \pm 9$ gadi).

3.5. attēlā var redzēt, kā mainījies dalībnieka redzes noguruma pakāpe pirms eksperimenta un brīļļu lietošanas laikā. Grafiks rada, ka redzes noguruma pakāpe samazinājās eksperimenta laikā.

Tika atrasta statistiski nozīmīga redzes noguruma pakāpes izmaiņa pirms brīļļu lietošanas un 14. dienā, izmantojot Vilksona zīmju-rangu testu ($V=172$, $p < 0,01$). Vidējā redzes noguruma pakāpe eksperimenta 14. dienā samazinājās par 35 %, salīdzinot ar vidējo redzes noguruma pakāpes vērtību pirms eksperimenta. 20 % (n=4) no pētījuma dalībniekiem pateica, ka viņi turpinās lietot *Essilor Eyezen 0,6* pretnoguruma lēcas.



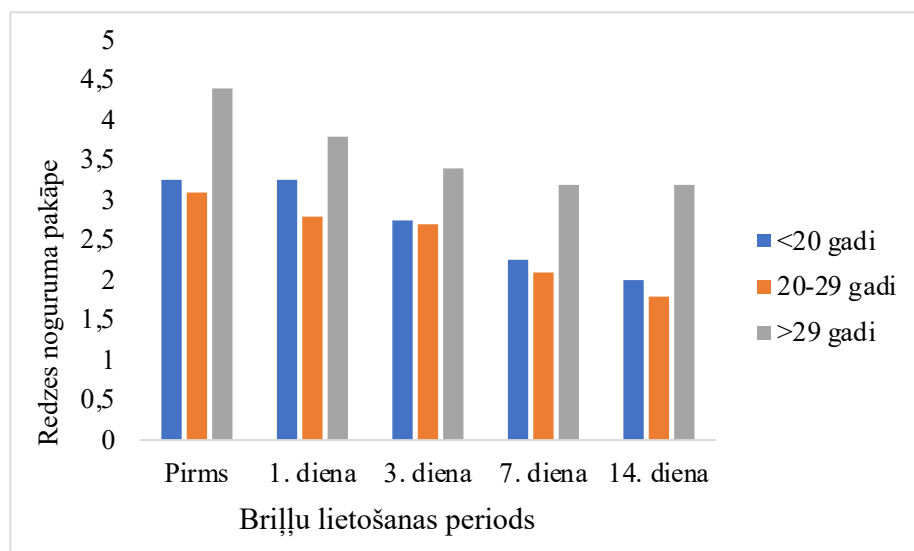
3.5.att. Redzes noguruma pakāpes izmaiņas atkarība no brīļļu lietošanas perioda.

2 (10 %) dalībnieki pēc trīs dienu lietošanas pabeidza eksperimentu; 4 (20 %) dalībniekiem redzes noguruma pakāpe pretnoguruma lēcu lietošanas laikā palielinājās, salīdzinot ar viņu vērtējumu pirms eksperimenta. 1 (5 %) dalībniekam redzes noguruma pakāpe nemainījās. 13 (65 %) dalībniekiem redzes noguruma pakāpe pretnoguruma lēcu lietošanas laikā samazinājās, salīdzinot ar viņu vērtējumu pirms eksperimenta. 5 (25 %) dalībniekiem redzes noguruma pakāpes vērtība sasniedza 1.

Vidējā redzes noguruma pakāpe pirms eksperimenta bija 3,35 ($\pm 1,1$) un brīļļu lietošanas pēdējā dienā - 2,2 ($\pm 1,2$). 11 (55 %) dalībniekiem redzes noguruma pakāpe samazinājās vismaz par 2 vienībām.

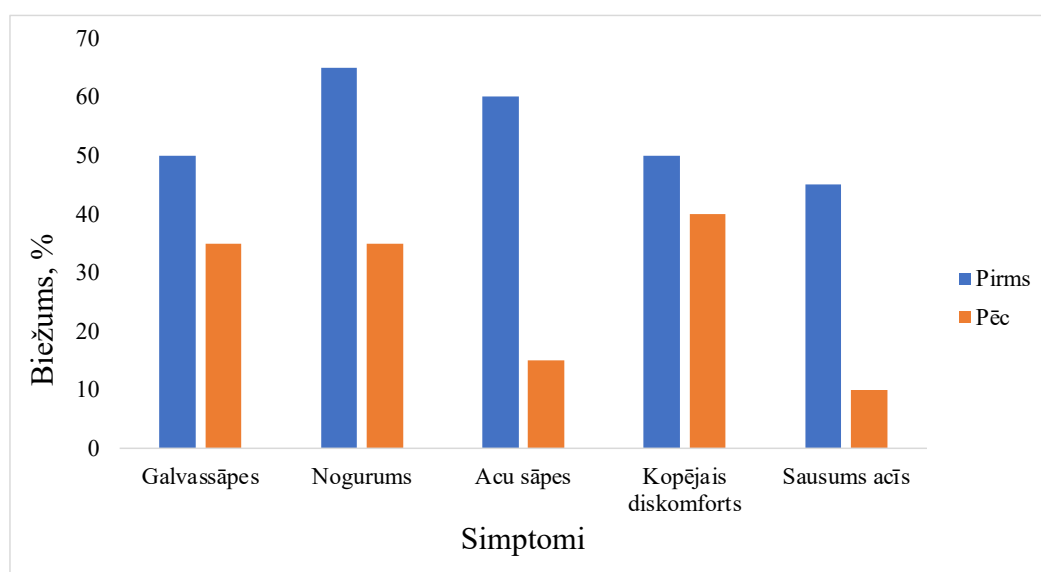
45 % (n=9) no pētījuma dalībniekiem izmantoja portatīvo datoru un 55 % (n=11) izmantoja galda datorus. 64 % (n=7) no portatīva datora lietotājiem, redzes noguruma pakāpe samazinājās un 67 % (n=6) no galda datora lietotājiem redzes noguruma pakāpe samazinājās.

3.6. attēlā var redzēt, kā mainījies redzes noguruma pakāpe atkarībā no brīļļu lietošanas perioda dažādās vecumā grupās. Vecuma grupā zem 20 gadiem 14. pretnoguruma brīļļu lietošanas dienā redzes noguruma pakāpe samazinājās par 25 %; vecuma grupā no 20 līdz 29 gadiem – par 26 % un vecuma grupā virs 29 gadiem – par 24 %, salīdzinot ar dalībnieku redzes noguruma pakāpi pirms eksperimenta.



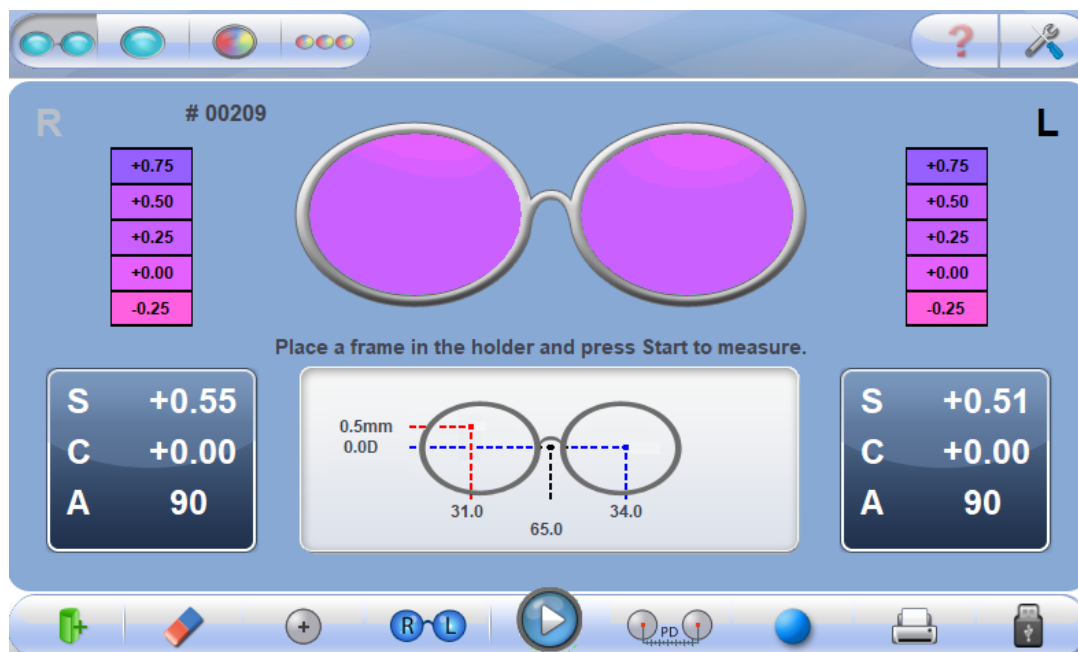
3.6.att. Redzes noguruma pakāpe atkarībā no briļļu lietošanas perioda dažādās vecuma grupās.

3.7. attēlā var redzēt redzes noguruma simptomu biežumu dalībniekiem pirms un pēc pretnoguruma lēcu lietošanas. Visbiežāk sastopamie simptomi pirms eksperimenta bija nogurums un acu sāpes un pēc pretnoguruma briļļu lēcu lietošanas – kopējais diskomforts un galvassāpes. Vidēji redzes noguruma simptomu biežums samazinājās par 27 %. Izmantojot Vilkoksona zīmju-rangu testu, tika atrasta statistiski nozīmīga izmaiņa tādiem simptomiem, ka acu sāpes un sausums acīs ($p < 0,05$). Tādiem simptomiem, kā galvassāpes, nogurums un kopējais diskomforts statistiski nozīmīga izmaiņa netika atrasta ($p > 0,05$). Par būtiskākiem dalībnieki uzskaitīja tādus simptomus kā galvassāpes, nogurums un kopējais diskomforts.

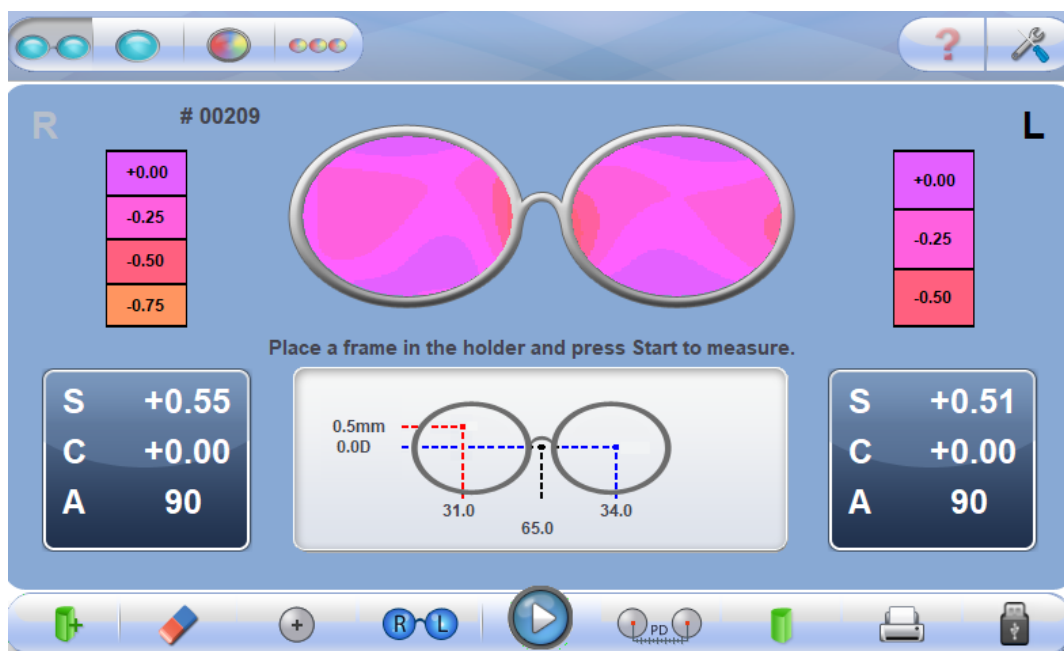


3.7.att. Redzes noguruma simptomu biežums pirms un pēc pretnoguruma briļļu lietošanas.

3.8. (a) attēlā, izmantojot *Visionix VX40* dioptrometru, tiek parādīta kā izskatās optiskā stipruma palielinājums lēcas apakšējā daļā dalībnieku *Essilor Eyezen 0,6* pretnoguruma brillēs. Cilindrisko kropļojumu topogrāfiskā karte (skat. 3.8.att. (b)) parāda, ka kropļojumi nepārsniedz 0,5 D stiprumu.



3.8. att. (a) Dalībnieku izmantoto *Essilor Eyezen 0,6* lēcu sfēriskās komponentes topogrāfiskā karte (S – sfēriskās korekcijas stiprums, C – cilindriskās korekcijas stiprums, A – cilindra ass virziens).



3.8. att. (b) Dalībnieku izmantoto *Essilor Eyezen 0,6* lēcu cilindrisko kropļojumu topogrāfiskā karte (S – sfēriskās korekcijas stiprums, C – cilindriskās korekcijas stiprums, A – cilindra ass virziens).

3.3. Lēcu analīze, aditīva ietekme un pierašana pie brillēm

Izmantojot *Visionix VX40* dioptrometru, tika veikta dalībnieka pretnoguruma brillu optiskā stipruma un kropļojumu sadalījuma novērtēšana, lai izpētītu, kā izskatās pretnoguruma lēcu optiskā stipruma palielinājums lēcas apakšējā daļā.

3.9. attēlā var redzēt *Essilor Eyezen* 0,4 sfērisko komponenti un cilindrisko kropļojumu komponenti. Var redzēt, ka maksimālais cilindrisko kropļojumu līmenis nepārsniedz 0,5 D stiprumu.



3.9. att. *Essilor Eyezen* 0,4 sfērisko (augšā) un cilindrisko (lejā) kropļojumu komponentu sadalījums (S – sfēriskās korekcijas stiprums, C – cilindriskās korekcijas stiprums, A – cilindra ass virziens).

3.10. attēlā var redzēt Essilor Eyezen 0,6 sfērisko komponenti un cilindrisko kropļojumu komponenti. Var redzēt, ka maksimālais kropļojumu līmenis nazālajā pusē sasniedz 0,75 D. Ir novēroti lielākie kropļojumi nazālajā un temporālajā daļā.



3.10. att. Essilor Eyezen 0,6 sfērisko (augšā) un cilindrisko (lejā) kropļojumu komponentu sadalījums (S – sfēriskās korekcijas stiprums, C – cilindriskās korekcijas stiprums, A – cilindra ass virziens, Add – aditīva lielums).

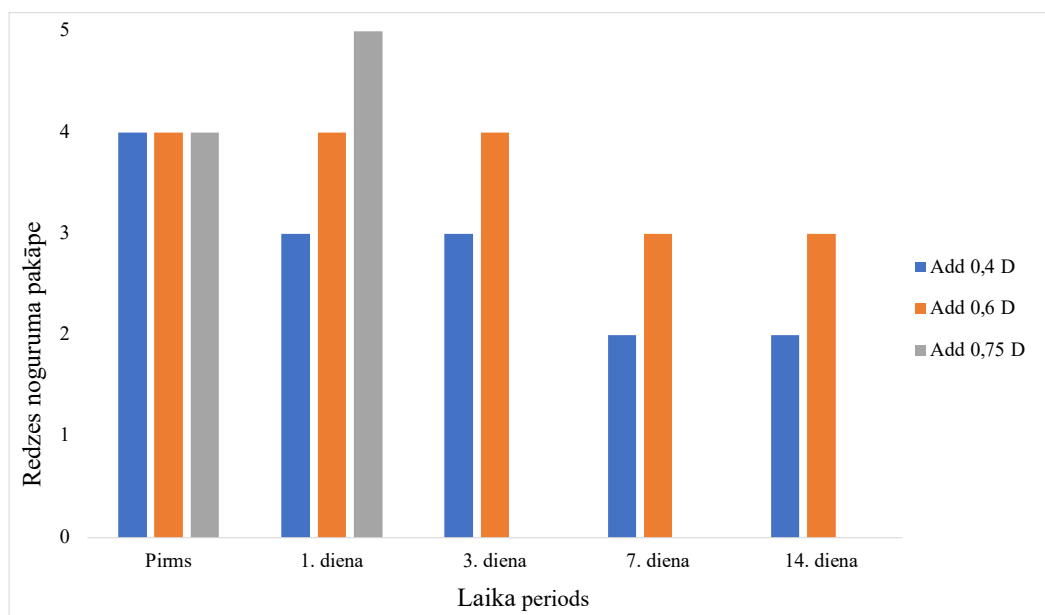
3.11. attēlā var redzēt *LTL Holiday* 0,75 sfērisko komponenti un cilindrisko kropļojumu komponenti. Var redzēt, ka maksimālais kropļojumu līmenis nazālajā pusē sasniedz 1,0 D. Ir novērota lielāka kropļojumu daļa nazālajā pusē un šaurāks vidējās zonas koridors. Šānos kropļojumi pārsniedz 1,0 D stiprumu, kas ir ļoti traucējošs un noved pie atteikšanas no lēcu lietošanas daļbniekam 21 gadu vecumā (skat. 3.12.att.).



3.11. att. *LTL Holiday* 0,75 sfērisko (augšā) un cilindrisko (lejā) kropļojumu komponentu sadalījums (S – sfēriskās korekcijas stiprums, C – cilindriskās korekcijas stiprums, A – cilindra ass virziens, Add – aditīva lielums).

Essilor Eyezen 0,4, 0,6 un LTL Holiday 0,75 pretnoguruma briļļu salīdzināšanā piedalījās viens dalībnieks vecumā 21 gadi. Dalībnieks 14 dienu laikā lietoja pretnoguruma brilles un atzīmēja savas sajūtas anketā. *LTL Holiday 0,75* pretnoguruma briļļu lietošana tika pabeigta pēc vienas dienas lietošanas.

Izmantojot *Essilor Eyezen 0,6* pretnoguruma brilles, redzes noguruma pakāpe 14. dienā samazinājās par 20 %, salīdzinot ar redzes noguruma pakāpi pirms eksperimenta un izmantojot *Essilor Eyezen 0,4* pretnoguruma brilles redzes noguruma pakāpe samazinājās par 40 % pēc 3 dienu briļļu lietošanas, salīdzinot ar redzes noguruma pakāpi pirms eksperimenta (skat. 3.12.att.).



3.12.att. Redzes noguruma pakāpe atkarībā no aditīva un briļļu lietošanas perioda.

4. DISKUSIJA

Pētījuma rezultāti atklāja, ka lielāka daļa no Latvijas iedzīvotājiem ilgstoši izmanto datora ekrānus, kas palielina redzes nogurumu. Tika atklāts, ka 55 % no pētījuma dalībniekiem pavada pie datora ekrāniem vairāk nekā 5 stundas. Citos pētījumos rezultāti ir līdzīgi. Piemēram, *Gammoh* (2021) pētījumā tika noteikts, ka 55,5 % no studentiem pavada pie digitālām ierīcēm vairāk nekā 6 stundas dienā un *Bahkir & Grandee* (2020) savā pētījumā parādīja, ka pēc COVID-19 pandēmijas sākuma, pētījuma dalībnieki pavada pie digitālo ierīču ekrāniem no 9 līdz 11 stundām.

Smith et al. (2020) parādīja, ka visvairāk pie digitālo ierīču ekrāniem pavada cilvēku izlase ar vecumu no 18 līdz 34 gadiem. Šajā pētījumā lielākais rādītājs bija vecuma grupā no 20 līdz 29 gadiem.

Visbiežāk sastopamie simptomi, kas parādās digitālo ierīču lietošanas laikā šajā pētījumā sakrīt gan ar Amerikas Optometristu Asociācijas (*American Optometric Association*) sniegto informāciju, gan ar citiem pētījumiem. Galvassāpes ir izplatītākais simptoms vairākos pētījumos (*Shantakumari et al.*, 2014; *Al Tawil et al.* 2020; *Gammoh*, 2021), kas varētu būt saistīts ar ilgstošu un nepārtrauktu slodzi darbā tuvumā. Otrais izplatītākais simptoms ir sausums acīs, kas varētu būt saistīts ar mazāku mirkšķināšanas biežumu koncentrācijas dēļ. *Kawashima et al.* (2015) savā pētījumā atklāja, ka apmēram 60 % no vizuālo displeja termināļu lietotājiem tika diagnosticēts sausās acs sindroms.

Visbiežāk sastopamiem simptomiem varētu būt vairāki cēloņi, piemēram, darba vietas ergonomika, binokulārās redzes faktori, vispārējs nogurums.

Ranasinghe et al. (2016) pētījumā netika atrasta statistiski nozīmīga korelācijas starp vecumu un ikdienas datora lietošanu, kā šajā pētījumā, bet tika konstatēta nozīmīga pozitīva korelācija starp dalībnieku vecumu un nodarbošanās ilgumu (gados) visiem pieaugušajiem. Arī vidējais vecums pacientiem ar datora redzes sindromu bija ievērojami lielāks nekā vidējais vecums pacientiem bez datora redzes sindroma.

Šī pētījuma praktiskajā daļā tika atklāts, ka, lietojot *Essilor Eyezen* 0,6 pretnoguruma lēcas, redzes noguruma pakāpe statistiski nozīmīgi samazinājās pēc pretnoguruma briļļu lietošanas 14 dienu laikā. Tas pierāda pretnoguruma lēcu efektivitāti redzes noguruma mazināšanai. Arī *Plissonneau* (2017) un *Alionis et al.* (2020) pētījumos *Essilor Eyezen* pretnoguruma lēcas tika pozitīvi novērtētas.

Mana pētījuma dalībnieki izmantoja datoru, lietojot pretnoguruma brilles tādā režīmā, kā viņi to darīja pirms eksperimenta, lai izslēgtu tādu faktoru, kā datora lietošanas režīma izmaiņa.

Attālums no dalībnieku acīm līdz datora ekrānam bija no 50 līdz 70 cm, kas ir Amerikas Optometristu Asociācijas (*American Optometric Association*) rekomendācijas robežās. Kā arī dalībniekiem tika prasīts visa eksperimenta laikā vienmērīgi izmantot datoru katru dienu.

65 % no dalībniekiem redzes noguruma pakāpe pretnoguruma lēcu lietošanas laikā samazinājās, salīdzinot ar viņu vērtējumu pirms eksperimenta. *De Larrard* (2015) pētījumā pretnoguruma lēcu apmierināto dalībnieku skaits sasniedza 83 %. Tik liels rādītājs varētu būt saistīts ar to, ka tajā pētījumā piedalījās dalībnieki, kuri jau lietoja redzes korekciju un viņiem nebija nepieciešamības pierast pie brillēm.

Michael et al. (2010) pētījumā noguruma simptomu biežums samazinājās. Šajā pētījumā vidēji redzes noguruma simptomu biežums samazinājās par 27 %. Statistiski nozīmīga izmaiņa novērota tādiem simptomiem kā acu sāpes un sausums acīs. Koncentrēšanās uz datora ekrāniem var prasīt nepārtrauktu akomodācijas piepūli bez mirkšķināšanas ilgāku laiku. Tas var izraisīt sausās acs pasliktināšanos, palielinot acu kairinājumu un sāpes acu rajonā.

20 % no dalībniekiem redzes noguruma pakāpe pretnoguruma lēcu lietošanas laikā palielinājās, salīdzinot ar viņu vērtējumu pirms eksperimenta. Tas bija saistīts ar kopējo diskomfortu, kas varētu rasties pirmo reizi mēģinot lietot brilles, kā arī kropļojumu dēļ. Bija sūdzības par traucējošo palielinājumu lēcas apakšējā daļā, bet pēc dažām dienām dalībnieki spēja pierast pie tā.

Chi & Lin (1998) pētījumā atklāja, ka pēc 20 minūšu lasīšanas akomodācijas spējas samazinās par 0,4 D un pēc 60 minūtēm samazinās par 1,1 D. Skatoties uz simboliem uz monitora 40 cm attālumā 20 minūšu laikā akomodācijas spējas samazinās par 0,59 D un pēc 60 minūtēm - par 1,4 D. Eyezen lēcas tika izstrādātas, lai mazinātu akomodatīvo stresu, kas rodas darbojoties tuvumā (*Molina*, 2017).

Salīdzinot dažādu aditīvu pretnoguruma lēcas, tika atklāts, ka jauniešu vecumā visvairāk samazina redzes noguruma pakāpi *Essilor Eyezen* 0,4 lēcas, kuriem maksimālais cilindrisko kropļojumu līmenis nepārsniedz 0,5 D stiprumu. *Essilor Eyezen* 0,6 pretnoguruma lēcas samazināja redzes noguruma pakāpi par 20 %, bet pretnoguruma brillēm *LTL Holiday* 0,75 cilindrisko kropļojumu līmenis bija ļoti traucējošs un noveda pie redzes noguruma palielināšanas un atteikšanas no lēcu tālākas lietošanas. Palielinoties lēcu aditīvam, optiskais stiprums lēcā mainās vairāk un straujāk, tāpēc veidojas lielākie cilindriskie kropļojumi, kas traucē redzei vairāk.

Viens no šī pētījuma ierobežojumiem bija redzes noguruma novērtēšana, izmantojot anketu. Labāka alternatīva būtu objektīvās metodes izmantošana, piemēram, novērtēt

mirkšķināšanas frekvenci, kā to darīja *Benedetto et al.* (2013) savā pētījumā. Kā arī, izmantojot spraugas lampu, varētu novērtēt acs struktūras eksperimenta laikā (piemēram, acs konjunktīva un asaru sistēma).

Vēl viens ierobežojums varētu būt tas, ka pētījuma dalībniekiem nebija pieredzes brillu lietošanā, tāpēc dažus redzes noguruma simptomus varēja izraisīt brillu lietošana. Redzes noguruma simptomus var izraisīt vairāki faktori, tāpēc viens no ierobežojumiem bija kontroles grupas trūkums šajā pētījumā un tas, ka netika pārbaudītas dalībnieku akomodācijas spējas. Kā arī nebija iespējas kontrolēt citu digitālo ierīču lietošanu.

Šis pētījums pierādīja pretnoguruma lēcu efektivitāti redzes noguruma mazināšanai, tomēr būtu svarīgi pievērst uzmanību pareizai digitālo ierīču lietošanai un profilaktisko pasākumu veikšanai digitālo ierīču lietošanas laikā, lai samazinātu redzes noguruma simptomu biežumu.

SECINĀJUMI

1. Ilgstoša digitālo ierīču lietošana izraisa redzes nogurumu 83 % Latvijas iedzīvotājiem. Tika pierādīts, ka pastāv statistiski nozīmīga pozitīva korelācija starp pie datora ekrāniem pavadīto laiku un redzes noguruma pakāpi.
2. Dalībnieku redzes noguruma pakāpe samazinājās par 35 %, lietojot pretnoguruma brīļļu lēcas *Essilor Eyezen 0,6*, kas ir statistiski nozīmīgi. Tas pierāda pretnoguruma lēcu efektivitāti redzes noguruma mazināšanai.
3. Datorlietotāju redzes noguruma simptomu biežums pirms un pēc *Essilor Eyezen 0,6* pretnoguruma brīļļu lēcu lietošanas samazinājās par 27 %. Statistiski nozīmīga izmaiņa novērota tādiem simptomiem, kā acu sāpes un sausuma sajūta acīs.
4. Palielinoties pretnoguruma lēcu aditīvam, palielinās lēcas cilindriskie kropļojumi, kas samazina pretnoguruma lēcu lietošanas komfortu un efektivitāti. Pētījuma dalībniekam jauniešu vecumā pretnoguruma lēcām *LTL Holiday 0,75* ar aditīvu 0,75 D cilindrisko kropļojumu līmenis sasniedz 1,0 D, kas noved pie atteikšanās no to tālākas lietošanas.

PATEICĪBA

Izsaku pateicību sava bakalaura darba vadītājiem Pētrim Cikmačam un Guntai Krūmiņai.

Esmu pateicīga Aigai Švedei, Alisei Kalteniecei un Tatjanai Pladerei par vērtīgiem ieteikumiem bakalaura darba noformēšanā.

Esmu pateicīga savai ģimenei un draugiem par atbalstu.

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

- Al Tawil, L., Aldokhayel, S., Zeitouni, L., Qadoumi, T., Hussein, S., & Ahamed, S. S. (2020). Prevalence of self-reported computer vision syndrome symptoms and its associated factors among university students. *European Journal of Ophthalmology*, 30(1), 189–195.
- Alionis, A. C. F. L., Netto, A. L., Netto, T. A. F. L., & Alves, M. R. (2020). Evaluation of the effects of single vision lenses with additional near-power on computer-induced asthenopia. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, 79(5), 325–329.
- Altalhi, A. A., Khayyat, W., Khojah, O., Alsalmi, M., & Almarzouki, H. (2020). Computer Vision Syndrome Among Health Sciences Students in Saudi Arabia: Prevalence and Risk Factors. *Cureus*.
- Asthenopia. *Dictionary.com*. Pieejams: <https://www.dictionary.com/browse/asthenopia> (skatīts 26.05.2022.)
- Astenopia (affaticamento oculare): cause, sintomi, trattamento, consigli utili. *IAPB Italia onlus*. Pieejams: <https://www.iapb.it/asthenopia/> (skatīts 26.05.2022.)
- Astenopia. *Istituto della Enciclopedia Italiana*. Pieejams: <https://www.treccani.it/vocabolario/asthenopia/> (skatīts 28.05.2022.)
- Blue Cut. *LTL S.p.A*. Pieejams: <https://www.ltlenses.it/wp-content/uploads/2018/09/Blue-Cut-brochure-WEB.pdf> (skatīts 08.05.2022.).
- Bahkir, F. A., & Grandee, S. S. (2020). Impact of the COVID-19 lockdown on digital device-related ocular health. *Indian Journal of Ophthalmology*, 68(11), 2378–2383.
- Benedetto, S., Draï-Zerbib, V., Pedrotti, M., Tissier, G., & Baccino, T. (2013). E-readers and visual fatigue. *PLoS ONE*, 8(12).
- Benoît, C., & Jarrousse, M. (2015). New ophthalmic lenses for a connected life- Eyezen for ametropes and emmetropes, and Varilux Digitime for presbyopes. *Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics*, 54–67.
- Bogdănici, C. M., Săndulache, D. E., & Nechita, C. A. (2017). Eyesight quality and Computer Vision Syndrome. *Romanian Journal of Ophthalmology*, 61(2), 112–116.
- Chi, C.-F., & Lin, F.-T. (1998). A Comparison of Seven Visual Fatigue Assessment Techniques In Three Data-Acquisition VDT Tasks. *Human Factors*, 40(4), 577–590.
- Computer vision syndrome (CVS). *American Optometric Association*. Pieejams: <https://www.aoa.org/healthy-eyes/eye-and-vision-conditions/computer-vision-syndrome?sso=y> (skatīts 04.01.2022.).

- De Larrard, B. (2015). The new range of Eyezen™ lenses: what are the benefits perceived by wearers during screen use? *Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics*, (72), 68-74. Pieejams: <https://www.pointsdevue.com/article/new-range-eyezen-what-are-benefits-perceived-wearers-during-screen-use> (skatīts 20.12.2021.).
- Eyezen Plus. *Essilor of America*. Pieejams: <https://www.essilorpro.com/resources/eyezen/eyezen-plus> (skatīts 06.05.2022.).
- Gammoh, Y. (2021). Digital Eye Strain and Its Risk Factors Among a University Student Population in Jordan: A Cross-Sectional Study. *Cureus*.
- Holiday Concept. *LTL S.p.A*. Pieejams: <https://www.ltlenses.it/download/catalogs/Cat-RX.pdf> (skatīts 08.05.2022.).
- Ichhpujani, P., Singh, R. B., Foulsham, W., Thakur, S., & Lamba, A. S. (2019). Visual implications of digital device usage in school children: A cross-sectional study. *BMC Ophthalmology*, 19(1).
- Jelfs, A., & Richardson, J. T. E. (2013). The use of digital technologies across the adult life span in distance education. *British Journal of Educational Technology*, 44(2), 338–351.
- Kawashima, M., Yamatsuji, M., Yokoi, N., Fukui, M., Ichihashi, Y., Kato, H., Nishida, M., Uchino, M., Kinoshita, S., & Tsubota, K. (2015). Screening of dry eye disease in visual display terminal workers during occupational health examinations: The Moriguchi study. *Journal of occupational health*, 57(3), 253–258.
- Luneau Technology USA. Pieejams: <https://luneautechusa.com/wp-content/uploads/2020/09/VX40-USA-WEB.pdf>
- Michael, A., Steven, B., & Day, J. (2010). *Performance of Essilor's Anti-Fatigue Lens in a Pre-Presbyopic Patient Population*.
- Molina, V. (2017). Single vision lenses with additional near-power: meeting the visual challenge of the Digital Age. *Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics*. Pieejams: <https://www.pointsdevue.com/article/single-vision-lenses-additional-near-power-meeting-visual-challenge-digital-age> (skatīts 05.01.2022.).
- Pišot, S., Milovanović, I., Šimunič, B., Gentile, A., Bosnar, K., Prot, F., Bianco, A., lo Coco, G., Bartoluci, S., Katović, D., Bakalár, P., Kovalik Slančová, T., Tlučáková, L., Casals, C., Feka, K., Christogianni, A., & Drid, P. (2020). Maintaining everyday life praxis in the time of COVID-19 pandemic measures (ELP-COVID-19 survey). *European Journal of Public Health*, 30(6), 1181–1186.

- Plissonneau, C. (2017). Eyezentm non-prescription ready made glasses: what are the perceived benefits for emmetropes? *Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics*. Pieejams: <https://www.pointsdevue.com/article/eyezentm-non-prescription-ready-made-glasses-what-are-perceived-benefits-emmetropes> (skatīts 05.01.2022.).
- Ranasinghe, P., Wathurapatha, W. S., Perera, Y. S., Lamabadusuriya, D. A., Kulatunga, S., Jayawardana, N., & Katulanda, P. (2016). Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC research notes*, 9, 150.
- Seguí, M. D. M., Cabrero-García, J., Crespo, A., Verdú, J., & Ronda, E. (2015). A reliable and valid questionnaire was developed to measure computer vision syndrome at the workplace. *Journal of Clinical Epidemiology*, 68(6), 662–673.
- Shantakumari, N., Eldeeb, R., Sreedharan, J., & Gopal, K. (2014). Computer use and vision-related problems among university students in Ajman, United Arab Emirate. *Annals of Medical and Health Sciences Research*, 4(2), 258.
- Smith, L., Jacob, L., Trott, M., Yakkundi, A., Butler, L., Barnett, Y., Armstrong, N. C., McDermott, D., Schuch, F., Meyer, J., López-Bueno, R., Sánchez, G. F. L., Bradley, D., & Tully, M. A. (2020). The association between screen time and mental health during COVID-19: A cross sectional study. *Psychiatry Research*, 292, 113333.
- Touma Sawaya, R., el Meski, N., Saba, J., Lahoud, C., Saab, L., Haouili, M., Shatila, M., Aidibe, Z., & Musharrafieh, U. (2020). Asthenopia among university students: The eye of the digital generation. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 9(8), 3921.
- Ustinaviciene, R., & Januskevicius, V. (2006). Association between occupational asthenopia and psycho-physiological indicators of visual strain in workers using video display terminals. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, 12(7), CR296–CR301.
- World Health Organization. (2019). Pieejams: <https://icd.who.int/browse10/2019/en#/H53.1> (skatīts 21.04.2022.).
- Xiang, M., Zhang, Z., & Kuwahara, K. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on children and adolescents' lifestyle behavior larger than expected. In *Progress in Cardiovascular Diseases* (Vol. 63, Issue 4, pp. 531–532). W.B. Saunders.
- Xu, Y., Deng, G., Wang, W., Xiong, S., & Xu, X. (2019). Correlation between handheld digital device use and asthenopia in Chinese college students: a Shanghai study. *Acta Ophthalmologica*, 97(3), e442–e447.

Bakalaura darbs "Pretnoguruma lēcas datora lietotāju redzes noguruma mazināšanai" 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: _____ Jekaterina Troca
(studenta paraksts)

Rekomendēju/nerekomendēju bakalaura darbu aizstāvēšanai

Vadītāji: docents, Dr.phys. Pēteris Cikmačs	_____	_____
	(vadītāja paraksts)	(datums)
profesore, Dr.phys. Gunta Krūmiņa	_____	_____
	(vadītāja paraksts)	(datums)

Recenzents: vecākais eksperts, Dr.phys. Varis Karitāns

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā _____.

Dekāna pilnvarotā persona: metodiķe Inita Šneidere _____
(personiskais paraksts)

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

_____._____.2022. protokola Nr. _____

Komisijas sekretārs: _____ . _____
(personiskais paraksts)