

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

**SIMULĒTA UN PRESBIOPIJAS RADĪTA
APMIGLOJUMA IETEKME UZ TUVUMA DARBU
VEIKTSPĒJU**

MAGISTRA DARBS

Darba autors: **Annija Šperliņa**

Studenta apliecības Nr. as17224

Darba vadītājs: zin.asistente, Prof.mag. Karola Panke

RĪGA 2019

ANOTĀCIJA

Maģistra darbs ir uzrakstīts latviešu valodā uz 44 lapām. Tas satur 19 attēlus, 5 tabulas un 69 atsauces uz literatūras avotiem.

Darba mērķis: novērtēt, kā mainās tuvuma darbu veikspēja presbiopijas un simulētās presbiopijas grupas dalībniekiem pie dažādām apmiglojuma vērtībām.

Dalībnieki: eksperimentā piedalījās 81 dalībnieks, 9 simulētās presbiopijas grupas dalībnieki (vidējais vecums 22 ± 2 gadi), 72 presbiopijas grupas dalībnieki (vidējais vecums 51 ± 3 gadi).

Metode: tika veikts meklēšanas un lasīšanas uzdevums bez apmiglojuma un pie dažādiem apmiglojuma lielumiem.

Rezultāti un secinājumi: lasīšanas ātrums nozīmīgi mainās visu grupu ietvaros pie 1,00 D apmiglojuma, toties meklēšanas uzdevuma laiks nozīmīgi mainās pie 0,50 D apmiglojuma.

Atslēgas vārdi: presbiopija, dzīves kvalitāte, lasīšanas ātrums, meklēšanas uzdevums, apmiglojums.

ABSTRACT

Master thesis is written in Latvian on 44 pages. It contains 19 images, 5 tables and 69 references to literature sources.

Aim: evaluate how the performance of near tasks changes in full presbiopic and simulated presbiopic group members on different levels of blur.

Participants: in the study participated 81 participants, of whom nine was young adults (mean age 22 ± 2 years) and 72 presbiopic participants (mean age 51 ± 3 years).

Method: a searching and reading task was done without and with different levels of blur.

Results and conclusions: reading speed changes significant starting with 1,00 D blur in every group, but searching task time changes significant from 0,50 D blur.

Key words: presbyopia, quality of life, reading speed, search task, blur.

SATURS

IEVADS.....	1
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS.....	2
1.1. Presbiopija.....	2
1.2.1. Izplatība.....	4
1.2.3. Anatomisko struktūru izmaiņas.....	5
1.2.3.1. Lēca.....	5
1.2.3.2. Akomodācijas aparāts.....	5
1.2. Apmiglojums un fokusa dziļums.....	6
1.3. Presbiopijas ietekme uz dzīves kvalitātes vērtējumu.....	9
1.4. Tuvumā veicamie uzdevumi.....	12
1.4.1. Lasīšana.....	12
1.4.1.1. Lasīšanas ātrums.....	13
1.4.2. Meklēšanas uzdevums.....	14
2. PĒTĪJUMA DAĻA.....	15
2.1. Pētījuma dalībnieki.....	15
2.2. Metode.....	15
2.2.1. Eksperimenta dizains.....	15
2.2.2. Stimuli un to parametri.....	17
2.2.2.1. Lasīšanas uzdevums.....	17
2.2.2.2. Meklēšanas uzdevums.....	18
2.3. Rezultāti un to analīze.....	19
2.3.1. Datu statistiskās apstrādes metodes.....	19
2.3.2. Aprakstošie dalībnieku rezultāti.....	19
2.3.1. Lasīšanas uzdevuma rezultāti.....	21
2.3.1.1. Lasīšanas ātrums un tā izmaiņa.....	21
2.3.2. Meklēšanas uzdevuma rezultāti.....	24
2.3.2.1. Meklēšanas uzdevuma izpildes laiks.....	24
2.3.2.2. Pareizi sameklēto burtu procentuālais daudzums.....	26
2.3.2.3. Viena burta meklēšanas laiks.....	28
DISKUSIJA.....	32
SECINĀJUMI.....	36
NOBEIGUMS.....	37

PATEICĪBA.....	38
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	39

IEVADS

Neskatoties uz to, ka dzimstības rādītāji samazinās, kopējais cilvēku skaits uz pasaules arvien vairāk pieaug, kas pamatā skaidrojams ar pieaugošo dzīvildzi un līdz ar to ar aktuālo sabiedrības novecošanas problēmu (*Teater & Chonody, 2017*). Līdz ar cilvēka novecošanu, notiek izmaiņas ne tikai vispārējā veselībā, bet arī konkrētās organisma struktūrās, kā, piemēram, mainās acs lēcas elasticitāte un ap 40 gadu vecumu jūtam izmaiņas redzē, kas saistītas ar tuvuma darbu veikšanas izpildes ierobežojumiem (*Millodot, 2007*). Līdz ar šīm izmaiņām rodas arī nepieciešamība pēc brillēm, tomēr, kā zināms, ne vienmēr brilles tiek iegādātas atbilstoši nepieciešajam stiprumam, laicīgi tiek nomainītas briļļu lēcas, vai vispār iegādāti lasīšanai un tuvuma darbu veikšanai nepieciešamie korekcijas līdzekļi. Tādējādi tiek ietekmēta dzīves kvalitāte, jo lasīšanai un tuvuma darbu veikspējai ir ļoti liela loma ikdienas dzīvē. Ik dienu saskaramies ar nepieciešamību iegūt informāciju vai veikt kādu uzdevumu 40 cm attālumā, īpaši svarīgi tas ir konkrētu profesiju pārstāvjiem, kuru ikdiena tiek pavadīta veicot tuvuma darbu. Ar šī pētījuma palīdzību vēlos rast ieskatu, kā pie apmiglojuma mainās tuvuma darbu veikspēja, un kāda ir fokusa dziļuma loma tajā. Apskatot iepriekš veiktos pētījumus, nav kvantitatīvi izpētīts, kā tieši mainās tuvuma darbu veikspēja apmiglojuma apstākļos cilvēkiem ar presbiopiju. Protams, pēc empīriskiem novērojumiem var nojaust, ka palielinoties apmiglojuma lielumam, tuvuma uzdevumu veikspēja samazināsies, bet mana maģistra darba ietvaros galvenā interese ir saprast, kāda tieši ir apmiglojuma vērtība pie kuras nozīmīgi mainās tuvuma darbu veikspēja, salīdzinot ar un bez apmiglojuma apstākļus.

Darba mērķis bija novērtēt kā mainās tuvuma darbu veikspēja presbiopijas un simulētās presbiopijas grupas dalībniekiem pie dažādiem apmiglojuma lielumiem, kā arī uzzināt, kāda ir fokusa dziļuma loma. Tika izvirzīti sekojoši uzdevumi:

1. izveidot lasīšanas un meklēšanas uzdevumiem atbilstošus stimulus, kā arī apertūras presbiopijas simulācijai;
2. veikt lasīšanas un meklēšanas uzdevumu tuvumā presbiopijas dalībniekiem bez apmiglojuma un pie dažādiem apmiglojuma lielumiem;
3. simulēt jauniešu grupas dalībniekiem presbiopijas apstākļus un veikt tos pašus uzdevumus tuvumā bez apmiglojuma un pie dažādiem apmiglojuma lielumiem;
4. salīdzināt jauniešu grupas rezultātus ar presbiopijas grupas rezultātiem.

1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Presbiopija

Presbiopija (no grieķu valodas *presbys* – vecs cilvēks; *ops* – acs) (Barbero, 2013) ir pakāpenisks redzes asuma zudums tuvumā, kas ir saistīts ar kopējo organisma novecošanu (Bittercourt et al., 2013). Viens no pirmajiem, kurš aizdomājās, par to, kāpēc vecāki cilvēki redz sliktāk nekā jaunāki, ir grieķu rakstnieks Aristotelis. *Plutarch*, kurš arī bija grieķu rakstnieks, tomēr precīzāk aizdomājās par to, kāpēc vecāki cilvēki redz labāk tuvumā, ja tur objektu konkrētā attālumā. Par presbiopiju viņš ir izstrādājis vairākas teorijas. (Barbero, 2013) *Gilmartin* (1995) presbiopiju nodefinējis kā redzes stāvokli, kas drīzāk saistīts ar vecumu nevis novecošanu, un kurš radies no normālas, ar vecumu saistītas akomodācijas amplitūdas samazināšanos, kad tās darbība vairs neatbilst nepieciešajām vajadzībām un redzes asums ir samazināts tuvumā. Toties *Millodot* (2007) teicis, ka presbiopija ir refraktīvs stāvoklis, kad akomodācijas spēja novecošanas procesu dēļ ir nepietiekama, jo acs lēca kļūst cietāka un neelastīgāka.

Presbiopijas progresija ir atkarīga no vairākiem apstākļiem, tai skaitā prasībām pret tuvuma redzi, tuvuma darbu veikšanas attāluma, kopējo acs refrakciju, apgaismojuma izmaiņām, kā arī to ietekmē rase, dzimums, kā arī ģeogrāfiskie faktori (Antona et al., 2007). Pats galvenais simptoms ir neskaidra redze tuvumā. Šāds stāvoklis parādās, kad akomodācijas amplitūda sasniedz 4,00 D, un tas parasti notiek no 40 līdz 48 gadu vecumam (Bittercourt et al., 2013) (Antona et al., 2008) (Polat et al., 2009) (Millodot, 2007) Eiropā vai Ziemeļamerikā, savukārt cilvēkiem, kuri dzīvo siltākos klimatu apstākļos, presbiopija parādās ātrāk (Millodot, 2007), un ap 51 gadu vecumu tā ir visiem (Polat et al., 2009). Vislielāko progresiju var novērot vecumā no 40 līdz 50 gadiem, tad vidējā dioptriju izmaiņa ir 0,25 D divu gadu laikā, pēc 50 gadu vecuma tā palēlinās un astoņu gadu laikā vidēji ir 0,25 D (Antona et al., 2007). Ar vecumu izmainās ne tikai akomodācijas darbība, bet arī tas, kā tā mijiedarbojas ar konvergenci. *Reindel et al.* (2018) pētījumā aprakstīts, ka *Yekta* ir teicis, ka heteroforiju stāvoklis un fiksācijas disparitāte (Reindel et al., 2018), kā arī konverģences tuvuma punkts ar gadiem palielinās, vislielāko izmaiņu sasniedzot no 30 līdz 49 gadu vecumam (Ostadimoghaddam et al., 2017).

Kaufmann (1994) ir aprakstījis, ka akomodācija ir sarežģītu sensoro, neiromuskulāro un biofizisko procesu kopums, kad acs spēj mainīt lēcas optisko stiprumu, lai automātiski spētu fokusēties uz objektiem dažādos attālumos, un novietot skaidru attēlu uz tīkleni (Abraham et al., 2005). Par visprecīzāko akomodācijas aprakstu tiek uzskatīta Helmholtza teorija, kas

nosaka, ka ciliārā muskuļa kontrakcijas laikā acs lēca paliek biezāka, zonulas atslābst, tādējādi mainās tās optiskais stiprums (Coleman, 1986).

Presbiopija iestājas darbības vecumā, un nepareiza korekcijas līdzekļa piemeklēšana var iespaidot ikdienas darbu veikšanu (Bittercourt et al., 2013). Viens no visbiežāk lietotajiem korekcijas līdzekļiem ir brilles. Briļļu lēcu dizaini kļūst kvalitatīvāki un šobrīd ir pieejamas ne tikai monofokālas un bifokālas brilles, bet arī progresīva tipa brilles. Progresīvās brilles nodrošina skaidru redzi trīs galvenajos attālumos, kas ir tālumā, vidus zonā un tuvumā. Savukārt šobrīd tiek izstrādātas monofokālas brilles, kuras pašas maina stiprumu, tādējādi nodrošinot skaidru redzi visos attālumos. Vēl viens populārs korekcijas līdzeklis ir kontaktlēcas. Ar kontaktlēcu palīdzību presbiopiju var izkorigēt dažādos veidos. Ir pieejamas viena stipruma kontaktlēcas, kuras var izmanto tālumam, un lai saskatītu tuvumā tiek izmantotas lasīšanas brilles. Pēdējo gadu laikā pieaug arī multifokālo kontaktlēcu lietošana, kurām ir iestrādātas vairākas zonas, tādējādi nodrošinot skaidru redzi gan tālumā, gan tuvumā. Var arī izmantot mono redzes korekciju, kad viena acs tiek izkorigēta tālumam un otra tuvumam. (Charman, 2013)

Viens no populārākajiem ķirurģiskas iejaukšanās veidiem, lai atjaunotu skaidru redzi tuvumā, ir intraokulārās multifokālās lēcas (IOL). Tās var būt bifokālas, kur ir iestrādāta tuvuma un tāluma zona, un trifokālas, kur ir arī vidus zona, un ar pagarinātu fokusa dziļuma multifokālās IOL (EDOF), kur ir samazināts aditīva lielums, kas nodrošina mazākus blakus efektus. EDOF IOL ir jaunākās paaudzes lēcas, tāpat arī akomodatīvās IOL. (Zvorničanin & Zvorničanin, 2018) Alternatīva skaidras redzes nodrošināšanai tuvumā, ir apertūras ievietošana radzenes stromā, kas rada negatīvas sfēriskas aberācijas vai arī rada multifokalitāti, kad radzenes centrā nav nekāda stipruma un to ieskauj koncentriski riņķi ar aditīvu (Moarefi et al., 2017). Ar lāzera refraktīvo ķirurģiju arī var uzlabot redzi tuvumā. Viena no metodēm ir mono korekcijas veids, kad viena acs, parasti dominantā acs, ar lāzera palīdzību tiek koriģēta tālumam, otra tuvumam. Šāda veida korekcijas panesamību nodrošina acs spēja supresēt miglainu attēlu. 80-98 % gadījumu iznākums ir veiksmīgs. (Cazorla-Gil et al., 2015)

Renna et al. (2016) veica pētījumu, kur tika apskatīts, kā jauna medikamentu kombinācija binokulārai lietošanai iespaido presbiopiju. Pētījuma dalībniekiem tika iepilināts 0,247 % fenilefrīns, 0,78 % politilēnaglikols, 0,09 % nepafanaks un 0,023 % feniramīns. Rezultāti liecināja, ka redzes asums tuvumā uzlabojās un palika nemainīgs līdz piecām stundām. Šāda veida medikamentoza deva iedarbojas uz varavīksneni un ciliāro muskuli, to stimulējot, un samazinot parasimpātiskās sistēmas darbību.

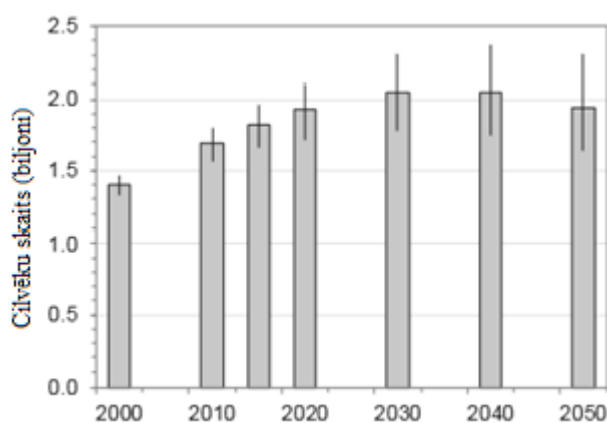
Tomēr ir arī pētījumi, kur tiek trenēta redze personām ar presbiopiju. Presbiopija izraisa zemu kontrasta uztveri, un tā var palēlināt un samazināt neirālo atbildi smadzeņu garozā, kas

savukārt degradē burtu atpazīšanu un samazina lasīšanas spējas. Pētījuma ietvaros uztveres procedūra ir vērsta uz neironu apstrādes uzlabošanu, veicinot neironu telpisko un temporālo mijiedarbību. Pētījuma ietvaros dalībniekiem (vidējais vecums $51 \pm 1,1$ gads) uzlabojās tuvuma un tāluma redzes asums, kā arī kontrastjutība (Polat, 2009).

1.2.1. Izplatība

Fricke *et al.* (2018) veiktajā pētījumā apkopoja 25 rakstus par presbiopijas izplatību. Apkopojot informāciju, rezultāti liecināja, ka akomodācijas amplitūda samazinās jau kopš bērnības, toties presbiopija stabilizējas ap 50 gadu vecumu. Toties nepieciešamība pēc tuvuma brillēm līdz ar gadiem krītas, un tas tiek skaidrots ar pieaugošo miopijas izplatību. Fricke *et al.* (2018) pētījumā apkopototo rakstu autori šo skaidro ar akomodācijas nepieciešamības samazināšanos miopām personām, kad optiskā korekcija netiek lietota.

2000. gadā presbiopija ietekmēja 1,4 miljonus cilvēku, kas ir 23 % no kopējās pasaules populācijas. 2015. gadā ietekmēja 1,5 miljonus un attiecīgi tie bija 25 % no populācijas. Tiek paredzēts, ka presbiopija drīz sasniegs maksimumu, populācijas pieauguma dēļ, 2030. gadā iespaidojot 2,1 miljonus cilvēku, bet pēc tam tā samazināsies, 2050. gadā iespaidojot 1,9 miljonus (skat. 1.1. att.). Holden *et al.* (2008) izteica, ka 2020. gadā presbiopijas izplatība būs 1,4 miljoni, kas nesakrīt ar pašreizējiem datiem un 2050. Gadā - 1,8 miljoni. Par izplatību pēc 30 gadiem autoriem paredzējumi sakrīt.



1.1. att. Cilvēku skaits, kurus ietekmē presbiopija no 2000. gada līdz 2050. gadam (Fricke *et al.*, 2018).

Presbiopijas izplatība ir lielāka reģionos, kur paredzamais mūža garums ir lielāks, un valstīs ar mazāku resursu stāvokli lielāks ir to cilvēku skaits, kas cieš no redzes traucējumiem saistībā ar neizkorigētu presbiopiju, un autori aprēķināja, ka globāli 2015. gadā tie ir bijuši 826 miljoni cilvēki (*Fricke et al., 2018*).

1.2.3. Anatomisko struktūru izmaiņas

1.2.3.1. Lēca

Borja (2008) pētījumā ir teikts, ka personai, kura ir jauna, lēca ir abpusēji izliekta un caurspīdīga. Lēcai esot miera stāvoklī, tā atbild aptuveni par 30 % no kopējā refrakcijas stāvokļa. Lēcu var sadalīt divās daļās – kodols un garoza. Šīs abas struktūras tiek ietekmētas divfāžu (pirms dzemdību un pēc dzemdību) struktūru augšanas procesā. (*Augusteyn, 2018*) *Bassnett & Šikić* (2017) minējuši, ka lēca aug visas dzīves laikā, jo tiek veidotas jaunas lēcas epitēlija šūnu šķiedras, nodrošinot lēcas biezuma palielināšanos aptuveni par 0,02 mm gada laikā, 90 gadu vecumā sasniedzot piecus mm. Ekvatoriālais lēcas diametrs ar gadiem palielinās (*Kasthurirangan et al., 2011*), kamēr virsmas izliekuma rādiuss samazinās, it īpaši priekšējā virsmā (*Richdale et al., 2016*). Dzīves laikā lēcas proteīnu saturs palielinās, kas noved pie refraktīvā indeksa palielināšanās, šūnām kļūstot saspiestākām (*Augusteyn, 2008*). *Brown* ar kolēģiem ir aprakstījis, ka lēcai kļūstot biezākai, vajadzētu palielināties tās optiskam stīprumam un acij vajadzētu kļūt miopākai, tomēr tā nav. Ar gadiem, lēcas ekvivalentais stīprums krītas un šo fenomenu dēvē par “lēcas paradoksu”. (*Brown, 1974*)

Ar gadiem mainās lēcas elasticitāte, garozai un kodolam neesot vienādi elastīgiem. Ir pierādīts, ka vecākām lēcām kodols ir neelastīgāks, salīdzinot ar garozu, un jaunākām lēcām neelastīgāka ir garoza. Šī elasticitāte kļūst līdzīgāka 35-45 gadu vecumā. (*Weeber et al., 2007*) Lēcas stīvums ir aprakstīts kā viens no galvenajiem faktoriem kā dēļ veidojas presbiopija. Par citiem faktoriem tiek uzskatītas lēcas formas un izmēra maiņa. (*Farnsworth & Shyne, 1979*)

1.2.3.2. Akomodācijas aparāts

Wolffsohn & Davies (2018) pētījumā *Charman* (2017) apgalvo, ka zonulas savieno ciliāro ķermeni ar lēcu, atslābstot vai veicot kontrakciju kā atbildi uz ciliārā ķermeņa aktivizēšanos vai relaksāciju, un *Raviola* (1971) apraksta, ka tās ir cauruļveida šķiedras, kuras ir radiāli novietotas no ciliārā ķermeņa. Galveno priekšējo zonulu uzdevums ir lēcas noturēšana savā vietā un tās ir pietiekami elastīgas, lai izmainītu lēcas formu un izmēru. Priekšējo zonulu piestiprināšanās vieta ir nepigmentēts ciliārais epitēlijs un lēcas kapsula. Savukārt mugurējās zonulas piestiprinās pie nepigmentēta ciliārā epitēlija un *pars plana*.

(Glasser, 1998) Ģeometrijas teorija apraksta, ka pieaugot lēcas aksiālai masai un samazinoties rādiusa izliekumam, tiek paplašināts zonulu piestiprināšanās laukums pie lēcas ekvatora, tādējādi palielinot attālumu starp priekšējām un mugurējām zonulām. Tā kā spēka apjoms, ko zonulas var radīt uz lēcas ekvatora, samazinās, tad ar gadiem, zonulu spēja ietekmēt lēcas formu, krītas. (Farnsworth & Shyne, 1979)

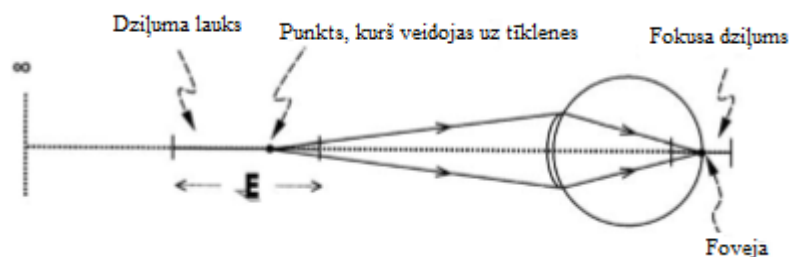
Wolffsohn & Davies (2018) pētījumu apkopojumā aprakstīts, ka ciliārais ķermenis ir uveāla trakta daļa. Tas savienojas no priekšas ar varavīksneni un no mugurpuses ar dzīsleni, un ir viscaur no sklēras līdz *ora serrata*. Priekšējā ciliārā ķermeņa daļa sastāv no 70-80 augsti vaskulāriem nepigmentētā ciliārā epitēlija ielocēm. Mugurējā ciliārā ķermeņa daļa ir *pars plana*, kas pagarinās no nepigmentētā ciliārā epitēlija līdz *ora serrata*. Tam izšķir sešus slāņus. (Aiello et al., 1992) Ar vecumu ciliārā ķermeņa izaugumi kļūst īsāki un mazāk vaskularizēti, toties stroma kļūst kolagēnāka (Grossniklaus et al., 2013).

Ciliārais muskulis ir gludais muskulis, kuru veido muskuļu šūnas, ap kurām ir saistaudu šūnas. Pardia & Sivak (2000) apgalvo, ka muskuli veido trīs veida muskuļa šūnas – longitudinālas, radiālas un cirkulārās. Ciliārā muskuļu saistaudu šūnas ir veidotas no kolagēna šķiedrām un fibroblastiem. Kontrakcijas laikā ciliārā muskuļa masa pārvietojas uz acs iekšpusi (to nodrošina radiālās un cirkulārās muskuļa šķiedras) un uz radzenes pusi (to nodrošina longitudinālās muskuļa šķiedras). (Sheppard & Davies, 2010) Ar laiku ciliārā muskuļa gludā daļa nedaudz pārvietojas (Grossniklaus et al., 2013), toties ar vecumu kontrakcijas spēja samazinās tikai nedaudz, un ciliārais muskulis darbojas arī ap 80 gadu vecumu. Ciliārā muskuļa gredzena diametrs būtiski samazinās pie nesasprindzinātas (neakomodatīvs stāvoklis) acs, tomēr iespējams tas saistīts ar lēcas biezuma palielināšanos. (Strenk et al., 1999)

1.2 Apmiglojums un fokusa dziļums

Wang et al. (2006) pētījumā ir citēta fokusa dziļuma definīcija no grāmatas “Visual Science Dictionary”, un tā ir sekojoša – “Pieļaujamās lēcas vai optiskās sistēmas attēla attāluma izmaiņas, kuras fokusējot nerada nevēlamu asuma zudumu.” (Wang et al., 2006). Lai arī izteikti skaidrs attēls ir tad, kad tas ir uz tīklenes, tomēr nedaudz defokusēts attēls arī tiks uztverts kā tik pat skaidrs, ja tas būs fokusa dziļuma optiskajā zonā (Hung, 2001) 1.2. attēlā ir shematiski attēlots fokusa dziļums un dziļuma lauks. Ja “E” burts ir novietots konkrētā vietā, tad tā attēls nokļūs uz tīklenes un būs fokusā. Ja no burta atrašanās vietas tas atrastos nedaudz tālāk vai tuvāk, tad attēls būs nedaudz defokusēts uz tīklenes, tomēr, ja šī objekta nobīde būs lauka dziļuma proksimālās un distālās robežas ietvaros, tad attēls tik un tā tiks uztverts kā skaidrs. (Wang et al., 2006). Lai izprastu fokusa dziļumu, ir jāizprot, kāda ir uz tīklenes radīta

defokusa un apmieglojuma atšķirība. Defokuss ir optisks fenomens, kad samazinās uz tīklieni krītoša attēla kontrasts, toties apmieglojums ir uztveres fenomens, kad vizuāli samazinās objekta asums (*Alpern, 1958*).



1.2. att. Shematisks lauka dziļuma un fokusa dziļuma attēlojums (*Wang et al., 2006*).

Var novērtēt subjektīvo un objektīvo fokusa dziļumu. Subjektīvo novērtē, pielietojot 1 % ciklopentolāta hidrohlorīdu, tādējādi samazinot iespējamās akomodācijas svārstības un maiņas. Objekts tiek novietots tālumā, un fokusa dziļums tiek noteikts kā attālums, kurā objektam pārvietojoties, tas paliek skaidrs. Objektīvais fokusa dziļums tiek noteikts bez cikloplēģijas, un tas tiek raksturots kā apjoms, kurā, objektu pārvietojot, netiek novērotas nekādas akomodācijas izmaiņas. Parasti subjektīvais fokusa dziļums ir lielāks nekā objektīvais. (*Mordi & Ciuffreda, 1998*)

Fokusa dziļumu var ietekmēt dažādi faktori. Ir atklāts, ka pie zemākiem kontrasta līmeņiem, novērojams lielāks fokusa dziļums. Pie acu zīlītes diametra izmaiņām vērojams arī izmainīts fokusa dziļums, respektīvi, jo mazāks ir zīlītes diametrs, jo lielāks ir fokusa dziļums. (*Campbell, 1957*) Vecums arī ietekmē fokusa dziļumu. Kad cilvēks ir pieaudzis, subjektīvais fokusa dziļums palielinās par 0,027 D gadā no 21 gadu vecuma līdz 50 gadiem, tikmēr objektīvais fokusa dziļums paliek nemainīgs. (*Wang & Ciuffreda, 2006*)

Fokusa dziļums tiek izmantots ne tikai pētījumos, bet arī ikdienā veicot redzes pārbaudi, izrakstot brilles, kā arī izmantojot intraokulārās lēcas (*Wang et al., 2006*).

Dabīgi radīts apmieglojums ir sastopams presbiopijas gadījumā, kur tiek novēra redzes asuma pasliktināšanās tuvumā (*Vasudevan et al., 2015*). *Legge et al. (1985)* veicot pētījumu, tika izmantots ar difūzera palīdzību radīts apmieglojums, kur diviem pētījuma dalībniekiem tika noteikta apmieglojuma ietekme uz lasīšanas ātrumu. Rezultāti norādīja, ka lasīšanas ātrums uzlabojās. Citā pētījumā tik pierādīts, ka apmieglojums statistiski nozīmīgi ietekmē lasīšanas ātrumu ($p < 0,00001$), to samazinot, kā arī ar 1,00 D un 1,50 D apmieglojumu samazinās precizitāte no 84 % uz 60 %. (*Thorn & Thorn, 1996*) Tomēr ir atšķirība starp apmieglojumu, kurš radīts ar dioptriju palīdzību un difūzu apmieglojumu. Dioptriju radīts apmieglojums vairāk ir saistīts ar nekoriģētu refrakciju. Šāda veida apmieglojums var rasties

presbiopijas gadījumā, kad tiek lasīts ar brillēm, it īpaši, ja tiek nēsāta progresīva korekcija, kur dažādās optiskās zonas ļauj fokusēt dažādos attālumos. (*Chung et al., 2007*) 2015. gadā veiktā pētījumā, kurā piedalījās 58 dalībnieki (vecumā no 35 līdz 50 gadiem) tika inducēts mākslīgs apmieglojums ar mīnuss lēcu palīdzību, uzņemts optotipa atpazīšanas laiks, kā arī veikta augsta un zema kontrastasta optotipu atpazīšana. Rezultāti parādīja, ka defokusa efekts statistiski nozīmīgi ietekmēja atbildes laiku pie zema kontrasta starp 0,00 D un 3,00 D apmieglojuma presbiopijas grupā (46-50 g.) ($p < 0,001$), tāpat pre-presbiopijas grupā (41-45 g.) pie šādiem pašiem apstākļiem bija statistiski nozīmīgi atšķirīgi rezultāti ($p = 0,002$), kā arī starp 1,00 D un 3,00 D apmieglojumu ($p = 0,0024$). Atbildes reakcijas laiks pie augsta kontrasta optotipiem starp vecuma grupām neuzrādīja statistiski nozīmīgi atšķirīgus rezultātus, tomēr pie 1,00 D apmieglojuma un zema kontrasta statistiski nozīmīgi atšķīrās rezultāti pre-presbiopijas un presbiopijas grupā. (*Vasudevan et al., 2015*) Savukārt kādā citā pētījumā 19 jauniešiem (22-29 g.) ar mākslīga dioptriju radīta apmieglojuma palīdzību tika noteikts maksimālais lasīšanas ātrums, kritiskais optotipa lielums, kā arī lasīšanas precizitāte. Jauniešiem vienā no acīm tika iepilināts 1 % tropikamīda piliens. Proves rāmī tika ielikta refrakcija, ja tāda bija nepieciešama, apertūra (3 mm diametrs), kā arī nepieciešamās akomodācijas lielums konkrētā attālumā (40 cm +2,50 D un 100 cm +1,00 D). Bez apmieglojuma apstākļos jauniešu vidējais lasīšanas ātrums bija 177,6 vārdi minūtē (v./min). Maksimālais lasīšanas ātrums bija līdzīgs ar apmieglojumu, izņemot pie 3,00 D. Pie 2,00 D apmieglojuma tas nokritās par 8 %, tomēr tas statistiski nozīmīgi neatšķīrās, savukārt pie 3,00 D apmieglojuma lasīšanas ātrums samazinājās par 23 % un tas bija statistiski nozīmīgi atšķirīgs ($p < 0,0001$). (*Chung et al., 2007*)

Tā kā zīlītes diametrs ar gadiem samazinās un augstāko kārtu aberācijas acīs palielinās (*Aplegate et al., 2006*), abas šīs ar vecumu saistītās izmaiņas var labvēlīgi ietekmēt fokusa dziļumu. 2012. gada pētījumā 13 dalībniekiem (vidējais vecums 28,9 gadi) cikloplēģijas apstākļos tika noteikts redzes asuma sliekšnis un fokusa dziļums ar defokusa un apertūru palīdzību. Rezultāti liecināja, ka samazināts zīlītes diametrs fokusa dziļumu palielināja vairāk nekā sfēriskās aberācijas, tomēr redzes asums abos gadījumos samazinājās. Piecu mm apertūra kopā ar sfēriskām aberācijām redzes asumu uzlaboja, tomēr fokusa dziļums samazinājās vairāk nekā ar divu mm apertūru. (*Hickenbothan et al., 2012*)

1.3.Presbiopijas ietekme uz dzīves kvalitātes vērtējumu

Mūsdienās strauji pieaug viedo ierīču izmantošana, tādējādi pieaug arī tuvuma darba apjoms, kas nozīmē, ka pieaug arī binokulārās redzes sistēmas prasības. 2016. gadā Amerikas Savienotajās Valstīs 90 % iedzīvotāji digitālās ierīces izmantoja vismaz divas stundas, gandrīz 60 % vismaz piecas stundas un 32 % iedzīvotāji vecuma grupā no 35 līdz 50 gadiem ikdienā vismaz deviņas stundas dienā izmantoja digitālās ierīces, savukārt 63 % no tiem ziņoja par digitālo ierīču izraisītiem acu noguruma simptomiem. (*Reindel et al., 2018*) Modernizācija, kas iekļauj palielinātu digitālo ierīču izmantošanu tuvumā, pieprasa arī labu redzi tuvumā, un, ja presbiopiju nav iespējams izkorigēt, tad tas ietekmē dzīves kvalitāti, var izraisīt acu nogurumu un galvassāpes (*Holden et al., 2008*).

Attīstītajās pasaules valstīs presbiopijas korekcijas veidi ir dažādi, kā, piemēram, briļļu korekcija, kas ir visbiežāk sastopamais korekcijas veids, kontaktlēcas, kuras mūsdienās ir pielāgotas jau dažādiem ametropijas stāvokļiem (*Charman, 2013*). Tehnoloģijām un metodēm attīstoties, redzes korekciju iespējams veikt arī ar ķirurģisku iejaukšanos, piemēram, ar lāzerekorekciju (*Cazorla-Gil et al., 2015*) vai ievietojot intraokulārās lēcas (*Zvorničanin & Zvorničanin, 2018*).

Aptuveni 10 % no pasaules iedzīvotājiem (670 miljoni cilvēki) ir neizkorigēta ametropija vai presbiopija, resursu vai optisko pakalpojumu nepieejamības dēļ, un 419 miljoni cilvēki presbiopijas dēļ nespēj veikt tuvuma darbus tā, kā to vēlētos (*Holden et al., 2008*).

Ir pētījumi, kur tiek apskatīts, kā koriģēta un nekoriģēta presbiopija ietekmē dzīves kvalitāti, piemēram, *McDonnell et al. (2003)* pētījumā, kur piedalījās 486 dalībnieki, tika analizēta presbiopijas saistība ar tās korekciju, un šajā pētījumā tika analizēta mono korekcija, ar dzīves kvalitātes mērījumiem, un tam tika izmantots speciāls dzīves kvalitātes instruments. Rezultāti statistiski nozīmīgi atšķīrās starp jaunākiem (zem 45 gadu vecuma) un vecākiem (virs 45 gadu vecuma) emetropiem dalībniekiem dzīves kvalitātes mērījumos pie tuvuma redzes un vai dalībnieki ir atkarīgi no redzes korekcijas ($p < 0,001$). Līdzīgi rezultāti tika iegūti salīdzinot dzīves kvalitātes vērtējumus starp jaunākiem emetropiem dalībniekiem un vecākiem dalībniekiem ar kontaktlēcu korekciju (monofokālu). Zemākus dzīves kvalitātes mērījumus, kuri statistiski nozīmīgi atšķīrās no emetropiem jaunākiem dalībniekiem, uzrādīja pie tuvuma redzes, atspīdumiem, apmierinātības, redzes asuma un vai dalībnieki ir atkarīgi no redzes korekcijas ($p < 0,001$). Tomēr 2008. gada pētījumā, kur *Luo et al. (2008)* dalībniekiem uzdeva jautājumu, vai viņi būtu gatavi saīsināt savu dzīvi (atdot savu laiku) apmaiņā pret to, ka varētu atbrīvoties no tuvuma brillēm, atklājās, ka kopumā dalībnieki nav gatavi ziedot savu laiku, un tas paaugstinātu dzīves kvalitātes vērtējumu tikai par 2 % (*Lou et al, 2008*). Valstīs,

kurās tikai attīstās un vairāk ir sastopams analfabētisms, netiek pievērsta tik liela uzmanība presbiopijai, tomēr būtu jāņem vērā, ka presbiopija ne tikai ietekmē lasīšanu, bet arī ikdienas dzīvi kopumā (*Chiroma et al.*, 2017). Tālākās nodaļas turpinājumā ir aprakstīti dažādu pētījumu apskati, kuri ir veikti ne tik attīstītās valstīs.

2017. gada pētījumā *Chiroma et al.* veica pētījumu Nigērijā, apskatot presbiopijas ietekmi uz dzīves kvalitāti 461 iedzīvotājam. Pētījuma dalībniekiem bija jāveic tuvuma darbi (jālasa teksts, jāšķiro graudi, jāiever diegs adatā, jānogriež nagi un jāatpazīst objekts) un tika novērtēts, cik veiksmīgi tie tiek veikti, kā arī tika veikta aptauja, kur tika noteikts katra dalībnieka paša vērtējums, cik grūti ir veikt tuvuma darbus. Tuvuma darbu izpilde tika raksturota trīs līmeņos – nesagādā grūtības, vidējas grūtības un izteiktas grūtības. Rezultāti liecināja, ka dalībniekiem ar presbiopiju statistiski nozīmīgi vairāk prasīja palīdzību no citiem nekā ne-presbiopi ($p < 0,001$). Statistiski vairāk šādi dalībnieki ziņoja par grūtībām tuvuma darbu veikšanā nekā tie dalībnieki, kuriem presbiopijas nav ($p < 0,001$). Statistiski nozīmīgi atšķīrās rezultāti starp abām grupām veicot tuvuma darbus ($p < 0,001$), dalībnieku grupai ar presbiopiju, tuvuma darbiem pārsvarā atzīmējot veikspēju kā vidēji grūti vai izteikti grūti, kā arī šie dalībnieki trīs reizes vairāk bija atkarīgi no tuvuma redzes nekā otrā grupa. Tāpat arī apskatot kopējos dzīves kvalitātes un kopējās veselības vērtējumus, starp grupām bija nozīmīgi atšķirīgi rezultāti ($p < 0,001$).

Pētījumā, kurš tika veikts 2010. gadā, *Laviers et al.* (2010) Zanzibarā noskaidroja briļļu presbiopijas korekcijas procentuālo daudzumu, dzīves kvalitātes mērījumus saistībā ar presbiopiju, kā arī to, vai pētījuma dalībnieki būtu gatavi maksāt par brillēm. Pētījuma dalībniekiem tika izsniegtas tuvuma brilles, tika veikts redzes funkciju novērtējums saistībā ar tuvuma darbiem, kur dalībniekiem vajadzēja kategorizēt veikspējas pakāpi, skalā no viens līdz pieci, kas atbilst no ļoti viegli līdz ļoti grūti. Tika uzdoti arī jautājumi par dzīves kvalitāti, kā arī to, kāds ir viņu apmierinātības līmenis ar brillēm, un vai ieteiktu optisko korekciju tiem, kam tādas nav. Pēc sešiem mēnešiem tika šīs procedūras atkārtotas. No kopējā dalībnieku skaita ($n = 381$), 340 dalībniekiem bija nepieciešama tuvuma optiskā korekcija, bet tikai 60 tā bija. Redzes korekcijas līdzekļi netik uzskatīti par prioritāru, kā arī naudas trūkuma dēļ tie netika iegādāti, un šie bija visbiežākie iemesli, kādēļ nebija nepieciešamā korekcija. Atkārtotā pētījuma daļā tika konstatēts, ka tikai 1,1 % no dalībniekiem var ievērt adatā diegu bez nepieciešamās tuvuma korekcijas, un 95,5 % ar nepieciešamo tuvuma korekciju. Salīdzinot redzes funkciju vērtējumu abās pētījuma daļās, rezultāti liecina, ka tie statistiski nozīmīgi atšķīrās ($p < 0,001$). Tuvuma brilles visvairāk atviegloja sīkas drukas saskatīšanu, ka arī diega ievēršanu adatā ($p < 0,001$). Arī dzīves kvalitātes vērtējumi abās pētījuma daļās nozīmīgi atšķīrās ($p < 0,001$), it īpaši saistībā ar tuvuma redzi. Kā arī statistiski nozīmīgi atšķīrās

naudas daudzums, ko dalībnieki bija gatavi ziedot par brillēm pēc sešiem mēnešiem ($p < 0,001$).

Loughmann et al. (2015) pētījumā tika apskatīta refrakcijas defektu izplatība kopumā, iekļaujot arī presbiopiju. Pētījumā tika noteikts dalībnieku dzīves kvalitātes vērtējums, kur aptaujā tika iekļauti 23 jautājumi, 15 jautājumi bija par funkcionāliem sarežģījumiem saistībā ar redzes zudumu vai tā samazināšanos, un astoņi jautājumi par redzes zuduma vai pasliktināšanās ietekmi uz kopējo labsajūtu. No 3453 dalībniekiem presbiopija bija 25,8 % gadījumu, un no tiem tikai 2,2 % bija tuvuma redzes korekcija. Dzīves kvalitātes rezultāti liecināja, ka dalībniekiem gan ar presbiopiju, gan redzes traucējumiem un refrakcijas kļūdām dzīves kvalitātes vērtējums bija statistiski zemāks kā tiem, kuriem šādu traucējumu nav ($p < 0,01$).

2015. gadā veiktajā pētījumā tika noskaidrots dzīves kvalitātes un redzes funkciju izmaiņa, saistībā ar presbiopiju. 635 dalībniekiem tika uzdoti jautājumi par ietekmi uz dažādām redzes funkcijām un tuvumu darbu izpildi, kā piemēram, diega ievēršana adatā, lasīšana, saģērbšanās, ēst gatavošana, mobilās ierīces izmantošana. Dalībniekiem bija jāatbild skalā no viens līdz pieci, kur viens - bez grūtībām un pieci - konkrētā darba neveikšana. Rezultāti liecināja, jo augstāka dalībnieku presbiopijas pakāpe, jo zemāks redzes funkciju vērtējums. Dzīves kvalitātes mērījumu vērtības samazinājās, palielinoties presbiopijas pakāpei, tomēr statistiski nozīmīgas atšķirības atbildēs tika novērotas tikai pie apgalvojumiem “ejot, pamanīt šķēršļus” ($p = 0,002$), “kāpt pa kāpnēm uz leju” ($p = 0,054$) un “veikt ārpus mājas aktivitātes, kas saistās ar redzi” ($p < 0,0005$). (*Muhammad et al.*, 2015)

Toit et al. (2010) izpētīja presbiopijas ietekmi uz Timor-Lestes iedzīvotājiem vecumā no 40 līdz >70 gadiem, un rezultāti liecināja, ka dalībnieki vecuma grupā no 40 līdz 49 gadiem, kuri bija precējušies, mācēja lasīt un kuriem nebija nekādu redzes traucējumu, tai skaitā arī presbiopija, dzīves kvalitātes vērtējumi bija augstāki un tie statistiski nozīmīgi atšķīrās no pārējo dalībnieku vērtējumiem ($p < 0,05$).

Āfrikā tika veikts pētījums 2006. gadā, kur *Patel et al.* (2006) izpētīja nekoriģētas presbiopijas ietekmi uz dzīves kvalitāti 1709 dalībniekiem, un arī šajā pētījumā statistiski nozīmīgi dzīves kvalitātes vērtējumi tika iegūti starp presbiopiem un ne-presbiopiem, kas saistīti ar redzes stāvokli ($p < 0,001$).

1.4. Tuvumā veicamie uzdevumi

1.4.1. Lasīšana

Teksts ir simbolu apkopojums, kurš atspoguļo runu. Tekstu var raksturot ar fontu un izmēru, kā arī teksta garumu (*Green & Brown, 2002*). Lasīšana ir vitāli svarīga iemaņa, kas ļauj iekļauties sabiedrībā un atvieglo ikdienas gaitas. Vecākiem cilvēkiem šis process var aizstāt citu ar vecumu saistītu funkciju pasliktināšanos, piemēram, dzirdes pasliktināšanos. (*Lott et al., 2001*).

Ar terminu lasāmība (*readability*) saprot to, cik viegli teksts tiek izprasts. Lai novērtētu lasāmību, tiek veikti dažādi mērījumi, piemēram, lasīšanas ātrums, kļūdaino vārdu identifikācija, specifisku burtu meklēšanas vai konkrētu vārdu meklēšanas uzdevumu veikšana; mazāk izmantots parametrs ir teksta izpratnes analīze. Lasāmību var ietekmēt apgaismojums, kontrasts, burtu izmērs un izmantotās atstarpes lielums. (*Connolly, 1998*)

Lai noskaidrotu kādi ir atbilstošākie teksta parametri, pētījumos tiek izmantota lasāmība. Apskatot pētījumus saistībā ar fonta tipa izvēli, var secināt, ka vislabākā lasāmība tiek iegūta ar Verdana fontu (*Legge & Bigelow, 2011*) (*Hojjati & Muniandy, 2014*) (*Subbaram et al., 2004*), pēc tam seko Arial un Georgia, un tad Times New Roman (*Subbaram et al., 2004*). Verdana fontam ir labāka, tīrāka un vienkāršāka lasāmība, un to nodrošina x burta augstums un platums (*Hojjati & Muniandy, 2014*). Kopumā ir vairāki fonta veidi - serif un bez serifu veids. Serif fontiem burti, atkarībā no tā formas, var veidot plātākas un šaurākas līnijas, kā tas ir Times New Roman fontam, toties bez serifu fontiem šādas dažāda biezuma burtu līnijas neveidojas, kā tas ir Verdana fontam (*Subbaram et al., 2004*). Apskatot fonta biezumu, tad pētījumos rezultāti parāda, ka pabiezinot fontu (*bold*), lasīšanas ātrums palielinās, tomēr tas tiek lasīts ar vairāk kļūdām (*Smither & Braun, 1994*) (*Subbaram et al., 2004*), toties slīprakstā pārvērst teksts lasāmību samazina. Lai nodrošinātu ērtu lasīšanu, ieteicamais leņķis ir no 10 līdz 20 grādiem, kā arī atstarpei starp burtiem jābūt regulārai (*regular*) (*Subbaram et al., 2004*). Atstarpe raksturo atstatumu starp burtiem un cipariem tekstā. Ir teikts, ka proporcionāli atstatumi tekstā pieļauj labāku lasīšanu (*Collony, 1998*). Teksta izmērs tiek aprakstīts ar punktiem (points – pt), kur viens punkts atbilst 0,35 mm. Lai aprakstītu rakstzīmes izmēru, izmanto burta x augstumu, kas ir mazā burta augstums, kur augšupejošie un lejupejošie burta pagarinājumi neiekļaujas (*Collony, 1998*). Visbiežāk lietotais izmērs ir 10 pt un 12 pt (*Darroch et al., 2005*).

Ar lasāmības raituma noteikšanu pētījumos tiek identificēti teksta parametri, kuri ir kritiski, lai sasniegtu pēc iespējas labāku lasāmību, piemēram *Lee et al. (2017)* pētījumā izanalizēja subjektīvi patīkamāko dalībnieku teksta izmēru, lai telefonu lietošanu atvieglotu.

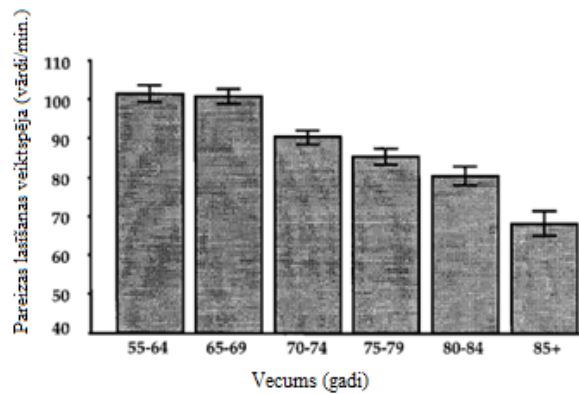
Tiek izpētīts arī kāda ir starpība lasīšanas veikspēja starp jauniem un vecākiem cilvēkiem, pētījumā izmantojot ikdienā vitāli svarīgas lietas (*Wogalter & Vigilante, 2003*) (*Smither & Braun, 1994*). Kā arī ir pētīts vai konkrēts presbiopijas korekcijas līdzeklis sniedz labus lasāmības rezultātus (*Rajagopalan et al., 2006*).

1.4.1.1. Lasīšanas ātrums

Lasīšanas ātrumu apraksta ar vārdiem minūtē, un ar vecumu, lasīšanas ātrums samazinās (*Radner et al., 2017*). Šis parametrs ir nozīmīgi vērtējams, jo pieaugušam cilvēkam vārdu krājumā ir aptuveni 50,000 līdz 100,000 vārdu, tomēr 10% bērniem ir attīstījusies disleksija. Tas ir specifisks traucējums, kad bērnam ir grūtības iemācīties lasīt (*Lyon, 2003*). Analizējot lasīšanas procesā mainīgos parametrus, kas ir sakādes, fiksācija, lasīšanas ātrums, var identificēt problēmu. Jāmin, ka šie parametri pie dažādām vecumu grupām atšķiras (*Seassau & Bucci, 2006*).

Lasīšanas procesā notiek ne tikai uztveres un lingvistiskās informācijas apstrāde, bet arī motorās sistēmas piedalīšanās. Šajā procesā motorā sistēma izpaužas caur acu kustībām, kā arī citām manuālam kustībām (*Rubin & Turano, 1994*) Lasīšanas ātrumu var iespaidot ne tikai lingvistiskais aspekts, kad teksts ir sarežģītāks, bet arī apgaismojums, vecums, un citi faktori (*Legge et al., 2007*).

2017. gada pētījumā tika pierādīts, ka dažādu vecuma grupu dalībniekiem lasīšanas ātrums statistiski nozīmīgi atšķiras. Maksimālais lasīšanas ātrums palielinās 8-16 gadu vecumā (vidēji 140-200 v./min), 16-40 gadu vecumā ātrums stabilizējas un tas ir vislielākais (vidēji 200 v./min), un 81 gadu vecumā tas samazinās (vidēji 175 v./min) (*Calabrese et al., 2017*). Citā pētījumā tika salīdzināts pareiza lasīšanas veikspēja, kas iekļāva pareizi izlasīto vārdu daudzumu un maksimālo lasīšanas ātrumu. Rezultāti liecināja, ka starp vecuma grupām bija statistiski nozīmīga atšķirība – jaunāko grupu rezultāti (< 65 gadu veci) statistiski nozīmīgi atšķīrās no pārējo grupu rezultātiem ($p < 0,001$), tāpat arī vecāko grupu rezultāti (≥ 85 gadu veci) ($p < 0,01$), kā arī 70-74 vecuma grupas rezultāti statistiski nozīmīgi atšķīrās no abu vecāko grupu rezultātiem ($p < 0,01$) (skat. 1.3. att.). (*Lott et al., 2001*)



1.3.att. Vidējie pareizās lasīšanas veiktspējas rezultāti sešām vecuma grupām (*Lott et al., 2001*).

Divos līdzīgos pētījumos tika noskaidrots, kā atšķiras lasīšanas ātrums starp jauniem un vecākiem dalībniekiem, apskatot medikamentu etiķetes. *Smither & Brown* pētījumā 1994. gadā lasīšanas ātrums statistiski atšķīrās starp jauniem (vidējais vecums 22 gadi) un vecākiem (vidējais vecums 70 gadi) dalībniekiem ($p < 0,01$). Vecāki dalībnieki vislabāko lasāmību sasniedza pie 12 pt izmēra burtiem, un pie 9 pt izmēra burtiem abas vecuma grupas uzrādīja sliktākus rezultātus ($p < 0,0001$). Līdzīga tipa pētījumā arī tika salīdzināts jaunāku un vecāku dalībnieku lasāmības rezultāti, aplūkojot medikamentu etiķetes, tomēr šajā pētījumā fonu izmērs bijis citādāks, respektīvi 10 pt, 6 pt un 4 pt. Rezultāti liecināja, ka vecākā dalībnieku grupa uzrādīja sliktākus rezultātus ($p < 0,01$) kopumā, kā arī statistiski nozīmīgi atšķirīgus rezultātus pie 10 pt izmēra burtiem ($p < 0,001$). (*Wogalter & Vigilante, 2003*)

1.4.2. Meklēšanas uzdevums

Meklēšanas uzdevumi tiek pielietoti dažāda veida pētījumos, piemēram, kad tiek analizētas bērnu acu kustības saistībā ar lasīšanu un meklēšanas uzdevumu (*Seassau & Bucci, 2006*), kā arī pārbaudot kā redzes funkcijas mainās, ja tiek pielietotas multifokālas kontaktlēcas. (*Rajagopalan et al., 2006*) Burtu meklēšanas uzdevums iekļauj vairāk kognitīvas prasības, jo tas pieprasa burta identifikāciju, kas ir jāatrod starp citiem burtiem, turklāt tas ietver arī meklēšanu, identifikāciju un atšķirības atrašanu. Veiktspēja ir balstīta uz laiku, kādā uzdevums tiek veikts. (*Subbaram et al., 2004*) Pētījumos tiek izmantoti dažādi meklēšanas uzdevuma dizaini. 2006. gada pētījumā tiek izmantoti jauktā secībā salikti vārdi un tika jautāts sameklēt un saskaitīt konkrētos burtu (*Rajagopalan et al., 2006*), citā pētījumā lasīšanas uzdevuma teksta patskaņi tika aizstāti ar līdzskaņiem un tika lūgts meklēt burtu “r”, pēc tam uzņemts meklēšanas laiks un sameklēto burtu procentuālais daudzums (*Seassau & Bucci, 2006*). Tiek izmantots arī matricai līdzīgs dizains, kur katrā rindā ir vienāds burtu skaits, tie ir drukātā formātā un vairākās rindās (*Subbaram et al., 2004*).

2. PĒTĪJUMA DAĻA

2.1. Pētījuma dalībnieki

Pētījumā piedalījās 81 dalībnieks, tostarp deviņi jaunieši (vidējais vecums 22 ± 2 gadi), 63 presbiopijas grupas dalībnieki ar aditīvu no $+0,50$ D līdz $+2,00$ D (pie katra aditīva lieluma deviņi dalībnieki) ar vidējo vecumu 49 ± 3 gadi, kā arī deviņi presbiopijas grupas dalībnieki, kuru aditīvs ir $\geq 2,25$ D ar vidējo vecumu 66 ± 1 gads.

Dalībnieku atlases kritērijos ietilpa, lai personai ir binokulāra redze, nav acu struktūru izmaiņas (glaukoma, katarakta vai citas saslimšanas), lai redzes asums tuvumā ar pilnu aditīvu presbiopijas gadījumā un ar tāluma korekciju jauniešu gadījumā, kā arī ar katru aci atsevišķi, ir 1,0 pēc decimālajām vienībām.

2.2 Metode

2.2.1. Eksperimenta dizains

Eksperiments tika izveidots, lai noskaidrotu, kā apmieglojums ietekmē tuvuma darbu izpildi dalībniekiem ar presbiopiju, kā arī, kā mainās šo darbu izpilde personām, kurām tiek simulēti presbiopijas apstākļi. Pētījumā ietvaros tika salīdzināti jauniešu (turpmāk tekstā kā simulēta presbiopijas grupa) iegūtie rezultāti ar presbiopijas grupas rezultātiem, kuru aditīvs ir $\geq +2,25$ D (turpmāk tekstā kā pilna aditīva grupa). Papildus tika izveidota otra presbiopijas grupa, kuru aditīvs ir no $+0,50$ D līdz $+2,00$ D (turpmāk tekstā kā daļēja aditīva grupa), un šīs grupas rezultāti tika salīdzināti ar augstāk minētās presbiopijas grupas rezultātiem.

Redzes pārbaudes ietvaros, dalībniekiem ar presbiopiju, tika piemeklēts aditīva lielums ar *plus build-up* metodi. Tika veikts lasīšanas uzdevums, kur tika noskaidrots lasīšanas ātrums (v./min), kā arī veikts meklēšanas uzdevums, no kura tika iegūts meklēšanas laiks, pareizi atrasto burtu procentuālais daudzums, kā arī viena burta meklēšanas laiks. Minētie uzdevumi tika veikti ar un bez aditīva, un pie noteiktiem aditīva soļiem, atkarībā no presbiopijas grupas.

Jauniešiem tika veikta pilna redzes pārbaude, veikti visi augstāk minētie uzdevumi tuvumā binokulāri ar tāluma korekciju, kā arī noteikts zīlītes diametra izmērs tuvumā 40 cm attālumā pie vienādiem apgaismojuma apstākļiem. Lai simulētu presbiopijas apstākļus, labā acī tika iepilināts ciklopentolāts (1% Sol.Cyclogyl), lai pilnībā atslēgtu akomodācijas darbību. Tika arī pielāgota apertūra, kas vistuvāk atbilst dabīgam zīlītes diametra izmēram tuvumā un ievietota proves ietvarā ar tāluma pilno korekciju. Pētījumā kopumā tika izmantotas četras apertūras ar 5,0 mm un piecas ar 4,0 mm diametru. Apmieglojuma apstākļos tika piemeklēts

maksimālais aditīva lielums, un augstāk minētie uzdevumi tika veikti ar un bez aditīva un pie noteiktiem aditīva lielumiem. Katras grupas sīkāka eksperimenta gaita aprakstīta zemāk.

Veiktie uzdevumi un mērījumi tika īstenoti standarta optometrista kabinetā autores darba vietā pie vienādiem apgaismojuma apstākļiem (470 lx, noteikts ar Konica minolta t-10).

Meklēšanas uzdevums pie katra noteiktā aditīva lieluma tika veikts trīs reizes, un rezultātā tika izmantota vidējā mērījumu vērtība. Lasīšanas uzdevums tika veikts trīsdesmit sekundes. Veicot pilotpētījumu, kur tika pārbaudīts, kā mainās lasīšanas ātrums, tika apstiprināts, ka lasot trīsdesmit sekundes, lasīšanas ātrums nemainās.

Apertūras tika izgatavotas no trīs līdz sešu milimetru diametrā no metāla un tādā izmērā, lai var ievietot proves ietvarā. Jauniešu grupas dalībniekiem apertūras lielums tika piemeklēts vistuvāk zīlītes diametram, kurš tika noteikts pirms cikloplēģijas veikšanas. Zīlītes diametrs tika noteikts ar lineālu (kļūdas lielums 1 mm).

Eksperimenta gaitas secība pilna aditīva grupas dalībniekiem:

1. redzes pārbaudes veikšana;
2. redzes asuma noteikšana tuvumā ar tāluma korekciju;
3. aditīva piemeklēšana ar *plus build-up* metodi;
4. aditīva precizēšana ar +/-0,25 metodi;
5. redzes asuma tuvumā noteikšana ar aditīvu;
6. zīlītes diametra noteikšana tuvumā pie vienāda apgaismojuma;
7. lasīšanas un meklēšanas uzdevuma veikšana tuvumā ar aditīvu;
8. lasīšanas un meklēšanas uzdevuma veikšana tuvumā ar +2,00; +1,50; +1,00; +0,50 aditīvu un bez aditīva.

Eksperimenta gaita simulētās presbiopijas grupas dalībniekiem:

1. pilna redzes pārbaudes veikšana;
2. redzes asuma tuvumā noteikšana;
3. zīlītes diametra noteikšana tuvumā pie vienāda apgaismojuma;
4. lasīšanas un meklēšanas uzdevuma veikšana tuvumā binokulāri ar pilnu tāluma korekciju;
5. Sol.Cyclogyl 1% viena piliena iepilināšana monokulāri labā acī, pēc piecām minūtēm vēl viena piliena iepilināšana;
6. pēc 25 minūtēm pilna tāluma korekcijas noteikšana;
7. redzes asuma novērtēšana tuvumā;

8. aditīva piemeklēšana tuvumā ar *plus build-up* metodi;
9. lasīšanas un meklēšanas uzdevuma veikšana tuvumā ar pilnu aditīvu, +2,00; +1,50; +1,00; +0,50 aditīvu un bez aditīva.

Eksperimenta gaitas secība daļēja aditīva grupas dalībniekiem:

1. pilna redzes pārbaudes veikšana;
2. redzes asuma noteikšana tuvumā ar tāluma korekciju;
3. aditīva piemeklēšana ar *plus-build up* metodi;
4. aditīva precizēšana ar +/-0,25 metodi;
5. redzes asuma tuvumā noteikšana ar aditīvu;
6. lasīšanas un meklēšanas uzdevuma veikšana tuvumā ar aditīvu;
7. lasīšanas un meklēšanas uzdevuma veikšana tuvumā bez aditīva.

2.2.2. Stimuli un to parametri

2.2.2.1. Lasīšanas uzdevums

Lasīšanas uzdevums tika izveidots, lai 40 cm attālumā tā izmērs veidotu divdesmit grādu lielu leņķi uz tīklenes (*Subbaram et al.*, 2004), kas ir 14,1 cm teksta platumam.

Teksts tika izveidots 8 pt izmērā, fonts - Verdana (*Legge & Bigelow*, 2011) (*Hojjati & Muniandy*, 2014). Atstarpe starp rakstzīmēm - *regular*. (*Subbaram et al.*, 2004). 40cm attālumā 8 pt burtu izmērs atbilst 0,3 redzes asumam tuvumā. Tekstā vienas rindas ietvaros tika iekļauts 77-80 rakstzīmju skaits un 11-13 vārdi. Lasīšanas uzdevuma piemēru var skatīt 2.1.attēlā. Lasīšanas uzdevumā dalībnieki tika instruēti lasīt tekstu raiti un bez kļūdām līdz brīdim, kad instruēju apstāties. Tekstu sarežģītības pakāpe tika noteikta no 60 līdz 65, kas tika aprēķināta pēc LIX formulas:

$$LIX = (lwrđ/nwrđ) * 100 + (nwrđ/nsnt), \text{ kur} \quad (2.2.2.1)$$

lwrđ – garo vārdu skaits;

nwrđ – kopējo vārdu skaits;

nsnt – teikumu skaits.

Iegūtā LIX punktu vērtība šo kategorizē kā sarežģītu tekstu.

Redzes pārbaudes veic speciālisti optometrieti vai acu ārsti. Speciālistu darba ikdienas ir atšķirīgas. Acu ārsta oftalmologa darbs vairāk saistīts ar acu slimībām, traumām, slimību noteikšanu un ārstēšanu, operāciju veikšanu. Savukārt optometrista darbs vairāk saistās ar redzes funkciju novērtēšanu un vēl dažādu redzes korekcijas līdzekļu piemeklēšanu. Redzes pārbaudes laikā speciālists noskaidro pacienta sūdzību, kā arī papildus informāciju par acu veselību, gan vispārējo cilvēka veselību, par esošo redzes korekciju, iepriekšējām redzes pārbaudēm un vēl informāciju, kas nepieciešama problēmas izpratnei un iespējamā risinājuma izveidei. Redzes pārbaudes beigās speciālists izzina, vai redzes funkcijas ir atbilstošas normām, vai arī ir nepieciešami kādi citi uzlabojumi. Nepieciešamības gadījumā tiek atrasts atbilstošākais korekcijas stiprums un veids, nozīmēti kādi vingrinājumi un doti padomi un ieteikumi. Redzes pārbaudē tiek noteikts acu veselības stāvoklis un, izmantojot speciālus instrumentus, aparatūru acu struktūras tiek apskatītas gan no ārpuses, gan arī speciālists nesāpīgi ielūkosies jūsu acīs dziļāk un novērtēs acs iekšējo struktūru stāvokli. Visbiežāk pusaudži no redzes pārbaudēm izvairās, baidoties un domājot, ka izrakstīs brilles. Mūsuprāt maldīgs uzskats, jo ne vienmēr personai sūdzību atrisināšanai ir vajadzīga brīļu korekcija. Reizēm nozīmē redzes vingrinājumus, dod vispārīgus un noderīgus padomus, saistībā ar redzes slodzi, atbilstošu tuvuma darbu plānošanu, apstākļiem un citām aktivitātēm. No pašas redzes korekcijas nebūtu jāizvairās, jo tās ir paredzētas problēmu likvidēšanai un ikdienas gaitu atvieglošanai, lai spētu redzēt visas lietas skaidri un uzlabotu redzes sistēmas kvalitāti.

2.1 attēls. Lasīšanas uzdevuma teksta piemērs.

2.2.2.2. *Meklēšanas uzdevums*

Meklēšanas uzdevuma dizains tika aizgūts no *Seassau & Bucci* (2013) pētījuma, kur lasīšanas teksta patskaņi tika aizstāti ar līdzskaņiem un tika lūgts meklēt burtu “r”. Meklēšanas uzdevumā tika ņemtas divas rindiņas no lasīšanas teksta un pārveidotas, kā iepriekš minēts, un ievietots attiecīgs daudzums “r” burti. Pie katra no aditīva soļiem meklēšanas uzdevums tika veikts trīs reizes, un lai nebūtu atkārtojamības efekta, kad dalībnieks varētu paredzēt, kādam skaitam burtu ir jābūt, “r” burtu daudzums bija attiecīgi 9, 10 un 11 pie katra no aditīva lielumiem. Dalībnieki tika instruēti sameklēt konkrēto burtu un ziņot, kad ir pabeiguši. Tika uzņemts laiks, kādā uzdevums tiek veikts ar telefonā esošu hronometru, kas norāda laiku ar simtdaļām aiz komata.

Meklēšanas uzdevumi tika veidoti pēc tādiem pašiem teksta parametriem kā minēts 2.2.2.1. nodaļā. Uzdevuma piemēru skatīt 2.2. attēlā.

pbrbkldes lpdzk spndglgtsts nvskhfdrb pscmnnth skdzvbm, kz drp pgglldbb pnfvrmscnjt pmr zcl vtshlnbc, gsn vbsprnmjt cplvskd vfsglhb, pkr lszšč rvdzbs knlmkctjp, sdprfgkšhjjm rkdzls

2.2. attēls. Meklēšanas uzdevuma piemērs.

2.3. Rezultāti un to analīze

2.3.1. Datu statistiskās apstrādes metodes

Lai salīdzinātu simulētās presbiopijas grupas un pilna aditīva grupas rezultātus savā starpā, tika izmantots Manna - Vitnija tests (*Mann - Whitney test*). Šis pats tests tika izmantots, lai salīdzinātu pilna aditīva grupas zīlīšu diametru ar simulētu presbiopijas grupu (jaunieši). Savukārt, lai katras grupas ietvaros salīdzinātu rezultātus gan pilna aditīva presbiopijas, simulētās presbiopijas un daļēja aditīva presbiopijas grupās, tika izmantots Vilkoksona rangu zīmju tests (*Wilcoxon Signed Rang Test*), kurš tika veikts SPSS programmā, savukārt Mann Whiteny tests tika veikts vietnē www.socstatisties.com.

2.3.2. Aprakstošie dalībnieku rezultāti

2.1. tabulā ir redzams visu dalībnieku datu apkopojums par aditīva lielumiem, dalībnieku skaitu, attiecīgiem redzes asumiem un dalībnieku vecumu. Šie rezultāti liecina, ka pieaugot vecumam, redzes asums tuvumā samazinās un nepieciešamais aditīva lielums pieaug. Savukārt simulētās presbiopijas grupas redzes asums tuvumā sakrīt ar to, kāds redzes asums tiek iegūts pie pilnas aditīvu grupas, kas nozīmē, ka ar ciklopentolāta (1 % Sol.Cyclogyl) palīdzību akomodācija tikusi atslābināta veiksmīgi. Simulētās presbiopijas grupā no deviņiem dalībniekiem +2,50 D aditīvs tuvumā tika noteikts astoņiem dalībniekiem, vienam +2,25 D. Tieši tāpat arī pilna aditīva grupā.

2.1. tabula

Dalībnieku redzes asuma un vecuma apkopojums pie katra no aditīva lielumiem un grupām

Aditīva lielums, D	Dalībnieku skaits	Redzes asums ar tāluma korekciju tuvumā, dec.v.	Vidējais vecums, gadi	Dalībnieku grupas
0,50	9	0,9	40 ± 1	Daļēja aditīva
0,75	9	0,8	42 ± 1	
1,00	9	0,7	45 ± 1	
1,25	9	0,5	47 ± 1	
1,50	9	0,4	50 ± 1	
1,75	9	0,4	55 ± 2	
2,00	9	0,3	61 ± 1	Pilna aditīva
≥ 2,25	9	0,2	66 ± 1	
(Simulēta presbiopija) ≥ 2,25	9	0,2	22 ± 2	Simulēta presbiopijas

Ekspierimenta gaitā simulētās presbiopijas grupas dalībniekiem, kuri bija jaunieši, kā arī pilna aditīva grupas dalībniekiem, tika noteikts zīlītes diametrs pie skata 40 cm attālumā. Rezultātu apkopojumus ir attēlots 2.2. tabulā. Pēc rezultātiem redzams, ka zīlīšu diametra mērījumiem ir tendence atšķirties starp grupām, un ar vecumu, zīlīte kļūst šaurāka (Telek *et al.*, 2018), tomēr iegūtais efekts nav nozīmīgi atšķirīgs. Savukārt veicot cikloplēģiju jauniešiem, zīlītes diametra lielums gandrīz divkāršojas, un iegūtie rezultāti starp abiem apstākļiem ir nozīmīgi atšķirīgi ($p < 0,01$).

2.2. tabula

Zīlīšu diametra salīdzinājums starp pilna aditīva un simulētas presbiopijas (jauniešu) grupu, kā arī pie dažādiem apstākļiem jauniešu grupas ietvaros

	Zīlītes diametrs, mm
Presbiopijas grupa ($\geq 2,25$)	3,0 ± 0,1
Jauniešu grupa pirms presbiopijas simulācijas	4,0 ± 0,1
Jauniešu grupa pēc presbiopijas simulācijas	7,0 ± 0,2

Lai aplūkotu lasīšanas un meklēšanas uzdevumu rezultātus, nepieciešams apskatīt kāda ir saistība aditīva lielumam ar apmieglojuma lielumu. Lai vieglāk būtu izprast sekojošos grafikus un rezultātus, 2.3. tabulā ir nepieciešamo raksturlielumu apkopojumus.

2.3. tabula

Aditīva un apmieglojuma lielumu saistība

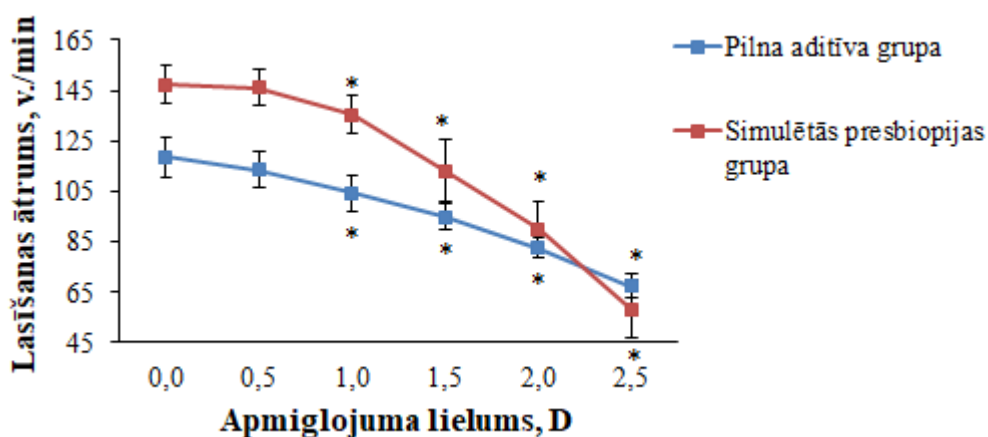
Aditīva lielums, D	Apmieglojuma lielums, D
$\geq + 2,25$	0,00
+2,00	+0,50
+1,50	+1,00
+1,00	+1,50
+0,50	+2,00
0,00	$\geq +2,25$

2.3.1. Lasīšanas uzdevuma rezultāti

2.3.1.1. Lasīšanas ātrums un tā izmaiņa

Lasīšanas ātrums bez apmieglojuma apstākļos pilna aditīva grupā tika iegūts 118 ± 8 v./min, savukārt daļēja aditīva grupā 117 ± 2 v./min, kas liecina, ka lasīšanas ātrums presbiopijas grupu dalībniekiem ir līdzīgs. Savukārt jauniešu grupā noteiktais lasīšanas ātrums pirms cikloplēģijas, kas veikts ar tāluma korekciju binokulāri tika iegūts 156 ± 8 v./min, un pēc cikloplēģijas, kas tika veikts ar maksimālo aditīvu monokulāri un ar apertūru, tika iegūts 147 ± 7 v./min. Atšķirīgos rezultātus varētu radīt tas, ka apertūra var traucēt lasīt, lai arī redzes asums ir pietiekošs, dalībniekiem iespējams traucē ierobežotais redzes lauks, kā dēļ arī vairāk bija jāgroza galva. Nozīmīgas atšķirības starp iegūtajiem lasīšanas ātrumiem bez apmieglojuma apstākļos nav starp jauniešu grupas rezultātiem. Visu grupu iegūtie lasīšanas ātrumi ir mazāki kā tas būtu sagaidāms (*Calabrese et al., 2016*), un to var izskaidrot ar sarežģītā teksta izmantošanu.

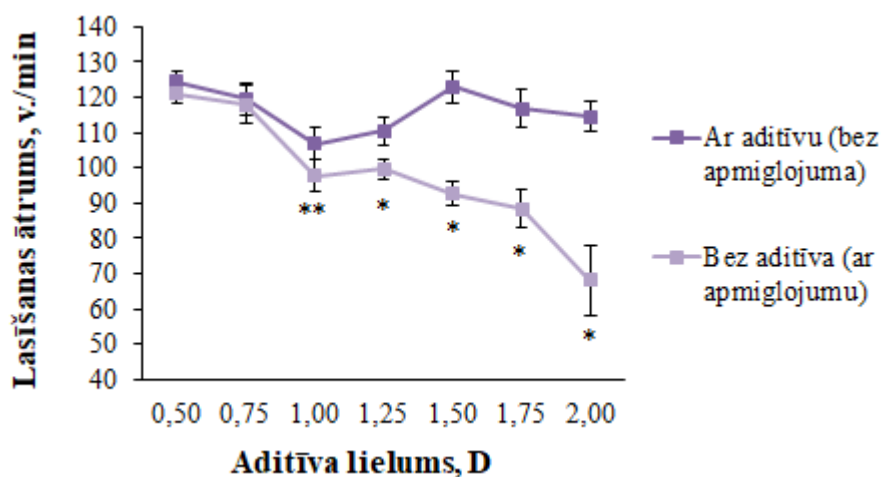
2.3. attēlā ir parādīts lasīšanas ātrums simulētās presbiopijas un pilna aditīva grupai pie dažādiem apmieglojuma lielumiem. Attēlā redzams, ka ātrāk lasa simulētās presbiopijas grupas dalībnieki, kuri ir jaunieši, un bez apmieglojuma apstākļos tas ir par 29 v./min ātrāk. Salīdzinot abu grupu lasīšanas ātrumu, tas ir nozīmīgi atšķirīgs līdz 1,00 D apmieglojumam ieskaitot ($p < 0,05$). Lai uzzinātu, kāds apmieglojuma lielums nepieciešams, lai konkrēti veicamā uzdevuma veikspēja nozīmīgi mainītos, katras grupas ietvaros tika salīdzināti rezultāti bez apmieglojuma un apmieglojuma apstākļos. Lasīšanas ātrums abu grupas ietvaros nozīmīgi mainās pie $\geq 1,00$ D ($p \leq 0,01$).



2.3. attēls. Lasīšanas ātrums pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupai pie dažādiem apmieglojuma lielumiem.; * $p \leq 0,01$.

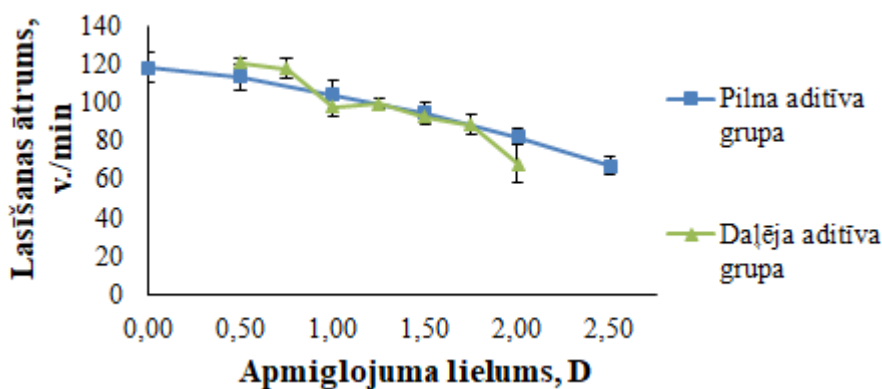
2.4. attēlā ir parādīts lasīšanas ātrums daļēja aditīva grupai. Kopumā var novērot, ka lasīšanas ātrums samazinās, palielinoties apmieglojuma lielumam. Šīs grupas ietvaros tika

salīdzināti arī bez apmiglojuma un apmiglojuma apstākļi pie katra no aditīva lielumiem un nozīmīgi tie atšķiras pie $\geq 1,00$ D (pie 1,00 D $p < 0,05$, pie 1,25 D, 1,50 D, 1,75 D un 2,00 D $p \leq 0,01$). Pie maksimāla apmiglojuma bez aditīva un apstākļos ar aditīva lasīšanas ātrums atšķiras vidēji par 53 vārdiem. Apskatot iepriekšējo grupu rezultātus, var secināt, ka visas grupas uzrāda vienādu tendenci un nozīmīgi lasīšanas ātrums izmainās, sākot no 1,00 D apmiglojuma.



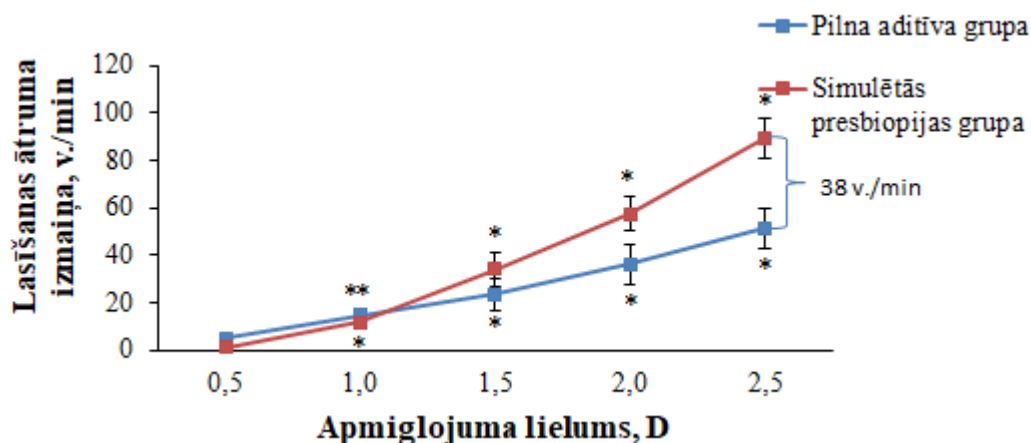
2.4. attēls. Lasīšanas ātrums pie dažādiem aditīva lielumiem daļēja aditīva grupai; * $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$.

2.5. attēlā grafiski ir parādīts abu presbiopijas grupu (pilna un daļēja aditīva) lasīšanas ātrumu salīdzinājums. Pēc datiem var secināt, ka lasīšanas ātrums, kā jau augstāk tika aprakstīts pie bez apmiglojuma apstākļiem, arī pie dažādiem apmiglojuma apstākļiem ir līdzīgs. Visvairāk tas šķietami atšķiras pie 2,00 D apmiglojuma.



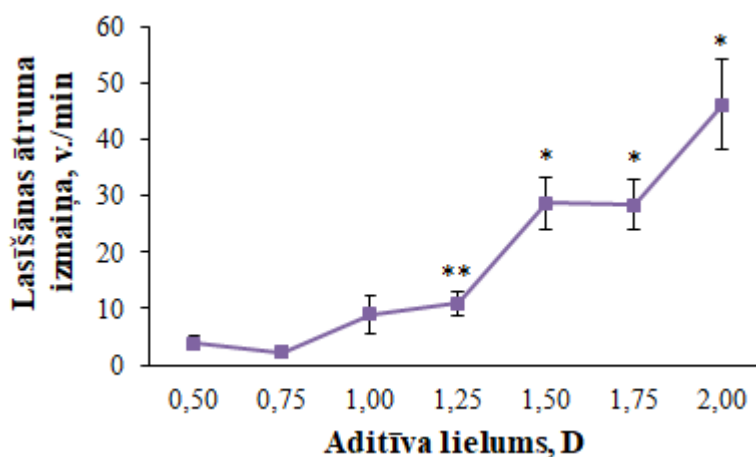
2.5. attēls. Lasīšanas ātrums daļēja un pilna aditīva presbiopijas grupām.

2.6. attēlā ir attēlota lasīšanas ātruma izmaiņa pilna aditīva grupai un simulētās presbiopijas grupai. Lasīšanas ātruma izmaiņu iegūst no lasīšanas ātruma, kas iegūts bez apmiglojuma apstākļos, atņemot lasīšanas ātrumu, kas iegūts apmiglojuma apstākļos. Rezultāti parāda, ka simulētai presbiopijas grupai vērojamas lielākas lasīšanas ātruma izmaiņas pie lielāka apmiglojuma un pie 2,50 D apmiglojuma starpība starp grupām ir 38 vārdi, un tā ir nozīmīgi atšķirīga ($p < 0,01$). Šo varētu skaidrot ar to, ka dalībnieki ar presbiopiju ir vairāk ikdienā pieraduši pie apmiglojuma un ir adaptējušies tam, kā arī iespējams tas varētu būt fokusa dziļuma dēļ. Pie mazākām apmiglojuma vērtībām grupas savā starpā nozīmīgi neatšķiras. Līdzīgi kā pie lasīšanas ātruma, katras grupas ietvaros, salīdzinot rezultātus pie dažādiem apmiglojuma līmeņiem, gan presbiopijas grupas, gan simulētas presiopijas grupas ietvaros no 0,50 D apmiglojuma nozīmīgi atšķiras $\geq 1,00$ D apmiglojums ($p < 0,05$ un $p \leq 0,01$). Tā kā pie 1,00 D apmiglojuma pēc attēla redzams, ka nozīmīgāk lasīšanas ātruma izmaiņu ietekmē simulētas presbiopijas grupu, kas iegūts ar statistikas testa palīdzību, var secināt, ka pilna aditīva presbiopijas grupas dalībnieki ikdienā vairāk ir pieraduši pie apmiglojuma.



2.6. attēls. Lasīšanas ātruma izmaiņa pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupai; * $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$.

Savukārt apskatot daļēja aditīva grupas rezultātus pie lasīšanas ātruma izmaiņām, 0,50 D apmiglojuma vērtības salīdzinot ar pārējiem rezultātiem, nozīmīgi atšķiras pie $\geq 1,25$ D (pie 1,25 D $p < 0,05$, pie pārējām aditīva vērtībām $p \leq 0,01$) (skat. 2.7. att.). Pie lasīšanas ātruma tika iegūts, ka nozīmīgi mainās pie 1,00 D apmiglojuma nepilna aditīva grupai, tomēr lasīšanas ātruma izmaiņa nozīmīgi atšķiras pie 1,25 D apmiglojuma.



2.7. attēls. Lasīšanas ātruma izmaiņas daļēja aditīva grupai; * $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$.

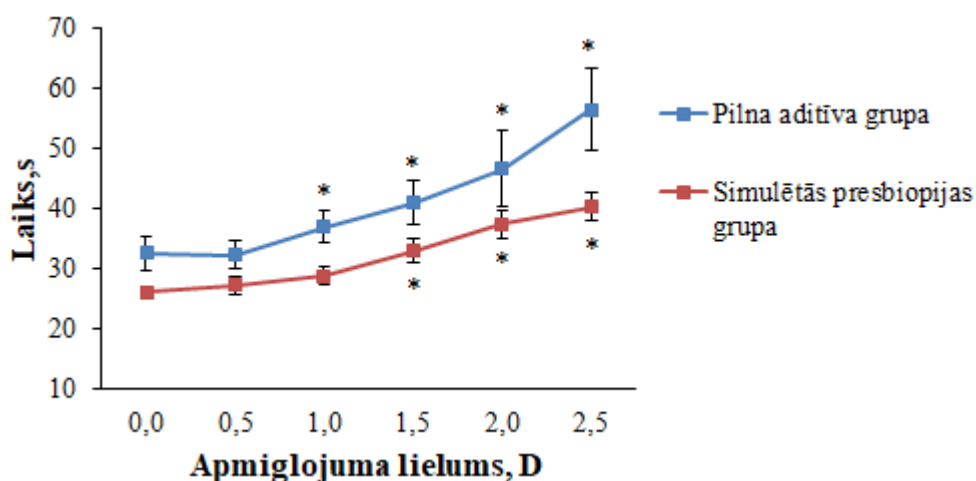
2.3.2. Meklēšanas uzdevuma rezultāti

2.3.2.1. Meklēšanas uzdevuma izpildes laiks

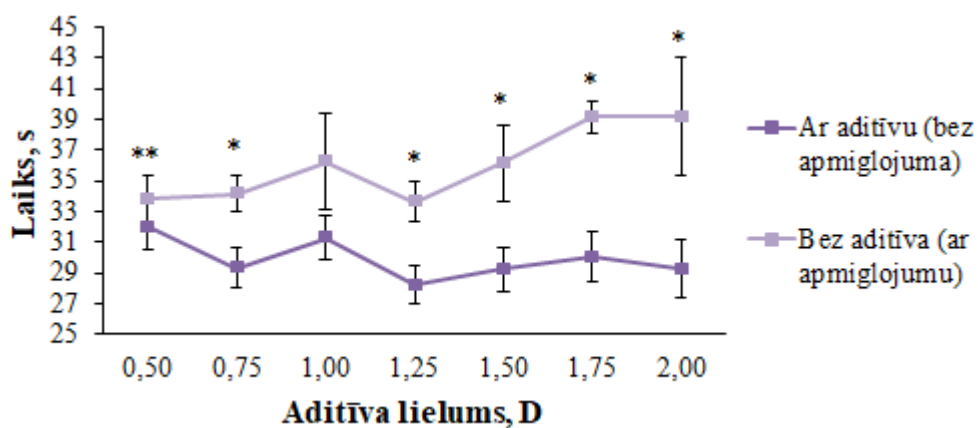
Meklēšanas uzdevuma izpildes laiks bez apmiglojuma apstākļos pilna aditīva grupai bija 32 ± 3 sekundes, savukārt daļēja aditīva grupai 29 ± 1 sekundes, vidēji presbiopijas grupā veidojot 31 ± 2 sekundes. Savukārt simulētās presbiopijas grupas rezultāti uzrādīja pirms pilināšanas ar tāluma korekciju binokulāri, kā arī ar maksimālu aditīvu monokulāri pēc pilināšanas 26 ± 1 sekundes, kas parāda, ka meklēšanas uzdevuma laiku apertūra, ierobežotais redzes lauks un monokulāri apstākļi nav iespaidojuši.

2.8. attēlā parādīts vidējais meklēšanas laiks pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupās. Pēc grafikā attēlotajiem rezultātiem redzams, ka jauniešiem ir tendence pie visiem apmiglojuma līmeņiem uzdevumu veikt ātrāk, tomēr starp grupām rezultāti nozīmīgi neatšķiras. Katras grupas ietvaros analizējot, kā apmiglojums ietekmē izpildes laiku, starp bez apmiglojuma un apmiglojuma apstākļiem, pilnas aditīva grupas ietvaros nozīmīgi atšķiras pie $\geq 1,00$ D ($p \leq 0,01$). Simulētas presbiopijas grupas ietvaros nozīmīgi atšķiras pie $\geq 1,50$ D ($p \leq 0,01$). Rezultātu skaitliskās vērtības var aplūkot 2.5. tabulā. Rezultāti uzrāda, ka vairāk apmiglojums ietekmē pilnas aditīvu grupas rezultātus, nekā simulētas presbiopijas grupas, un iespējams tas ir motorikas pasliktināšanās dēļ, kas saistīts ar novecošanu.

2.9. attēlā ir parādīts nepilna aditīva grupas dalībnieku meklēšanas laiks. Rezultāti liecina, ka jau pie 0,50 D aditīva, bez apmiglojuma un apmiglojuma apstākļi ir nozīmīgi atšķirīgi, tāpat arī pie pārējiem aditīva lielumiem ($p \leq 0,01$), izņemot pie 1,00 D aditīva, kur pēc attēla redzams, ka ir lielas standartdeviācijas, kā dēļ arī nozīmīgas atšķirības netika uzrādītas. Daļēja aditīva grupas rezultātus var apskatīt 2.4. tabulā.

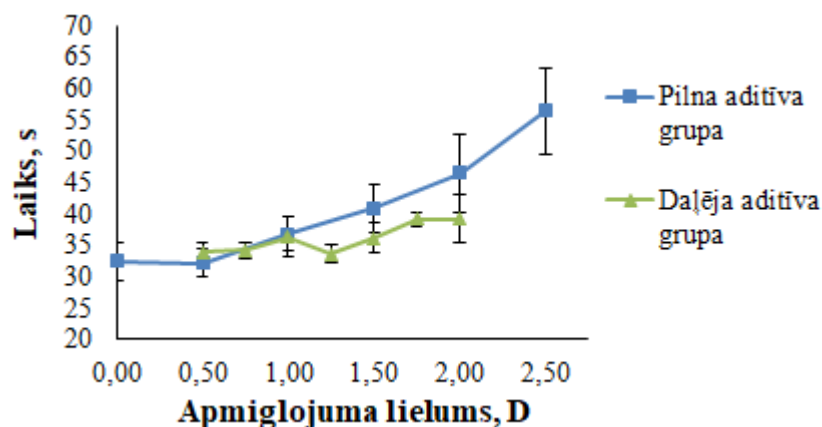


2.8. attēls. Meklēšanas laiks pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupā; * $p \leq 0,01$.



2.9. attēls. Meklēšanas laiks nepilna aditīva grupā; * $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$.

Ja tiek salīdzinātas abu presbiopijas grupu (pilna un daļēja aditīva) rezultāti šajā sadaļā, tad pēc 2.10. attēla var secināt, ka līdz 1,00 D apmiglojumam abas grupas uzrāda līdzīgus rezultātus, tomēr pie augstākām apmiglojuma vērtībām daļēja aditīvu grupa uzrāda labākus rezultātus, tas ir, meklēšanu veic ātrāk. Iespējams, ka arī šajā gadījumā, daļēja aditīva grupā salīdzinoši vairāk bija jaunāki dalībnieki, un pie +2,00 D aditīva vidējais vecums bija 61 ± 1 gads, kā arī redzams, ka meklēšanas laiks daļēja aditīva grupā nedaudz pieaug pie $\geq 1,50$ D, kas liecina, ka palielinoties apmiglojumam, meklēšanas laiks pieaug.

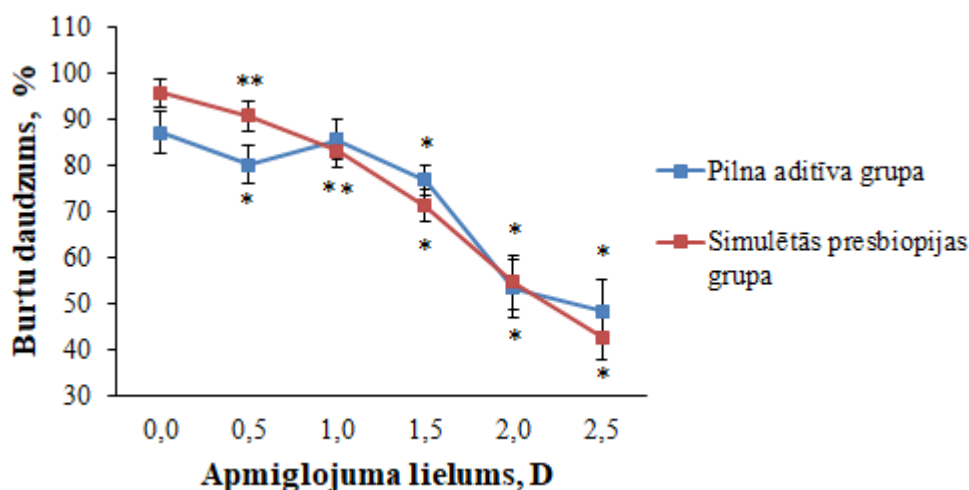


2.10. attēls. Meklēšanas laiks pilna un daļēja aditīva presbiopijas grupām.

2.3.2.2. Pareizi sameklēto burtu procentuālais daudzums

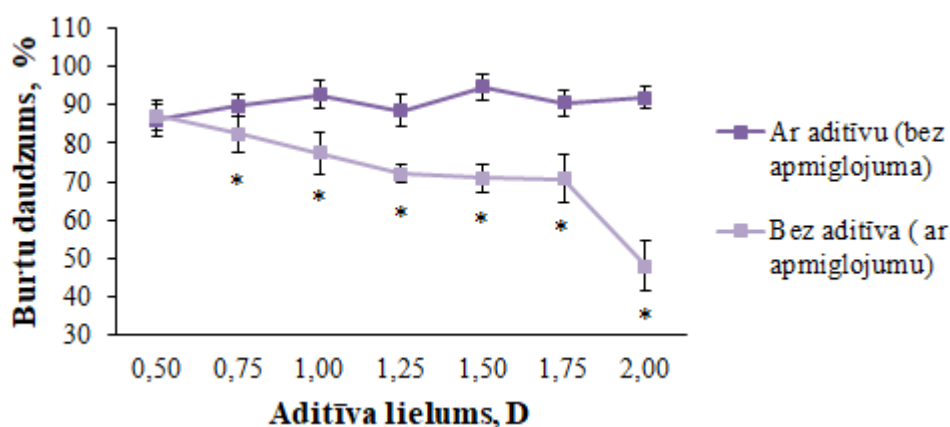
Analizējot pareizi atzīmēto burtu procentuālo daudzumu, tika iegūts, ka nevienas grupas ietvaros pat bez apmiglojuma apstākļos rezultāts nav 100 % precīzs, t.i., simulēta presbiopijas grupā 95 %, pilna aditīva 87 % un daļēja aditīva grupā 90 %, kas liecina par to, ka iespējams uzdevums bija pietiekami sarežģīts gan jauniešiem, gan presbiopiem.

2.11. attēlā parādīts pareizi atzīmēto burtu procentuālais daudzums pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupās. Grafikā redzams, ka abu grupu rezultāti ir līdzīgi, tomēr bez apmiglojuma apstākļos simulētas presbiopijas grupas dalībniekiem ir tendence uzdevumu izpildīt veiksmīgāk, toties pilna aditīvas grupas dalībniekiem labāki rezultāti novērojami maksimāla apmiglojuma apstākļos. Starp grupām nozīmīgas atšķirības nav. Ja tiek analizēts katras grupas ietvaros, kā mainās uzdevuma veikspēja apmiglojuma ietekmē, tad pilna aditīva grupas rezultāti liecina, ka rezultāti nozīmīgi mainās pie 0,50 D ($p < 0,01$) un pie $\geq 1,50$ D apmiglojuma ($p \leq 0,01$), savukārt simulētās presbiopijas grupā pie apmiglojuma $\geq 0,50$ D ($p < 0,05$ un $p < 0,01$). No šiem rezultātiem var secināt, ka jau 0,50 D liels apmiglojums nozīmīgi ietekmē meklēšanas uzdevuma pareizi atrasto burtu daudzumu abās dalībnieku grupās. 2,00 D apmiglojums samazina pareizi atrasto burtu daudzumu pilna aditīva grupas dalībniekiem par 34 %, simulētās presbiopijas grupas dalībniekiem par 40 %. Šie dati parāda, ka apmiglojums abām grupām būtiski samazina meklēšanas uzdevuma precīzu veikspēju, turklāt simulētas grupas dalībnieku rezultāti tiek ietekmēti vairāk. Rezultātu skaitliskās vērtības var aplūkot 2.5. tabulā.



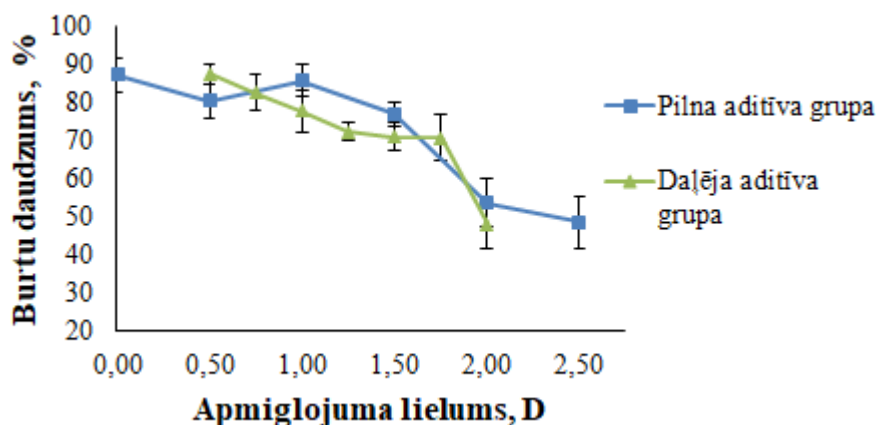
2.11. attēls. Pareizi sameklēto burtu procentuālais daudzums pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupā; * $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$.

2.12. attēlā ir parādīts daļēja aditīva grupas procentuāli pareizo burtu daudzums. Iegūtie rezultāti rāda, ka pie $\geq 0,75$ D apmiglojuma nozīmīgi atšķiras bez apmiglojuma apstākļos iegūtie rezultāti no apmiglojuma apstākļos iegūtajiem ($p \leq 0,01$), kas liecina, ka nepieciešams 0,75 D apmiglojums, lai konkrētais meklēšanas uzdevuma parametrs mainītos nozīmīgi. Pareizi atrasto burtu procentuālais daudzums pie 2,00 D apmiglojuma samazinās par 44 %, salīdzinot ar bez apmiglojuma apstākļiem. Rezultātu skaitliskās vērtības var apskatīt 2.4. tabulā.



2.12. attēls. Pareizi sameklēto burtu procentuālais daudzums daļējai aditīvu grupai; * $p \leq 0,01$.

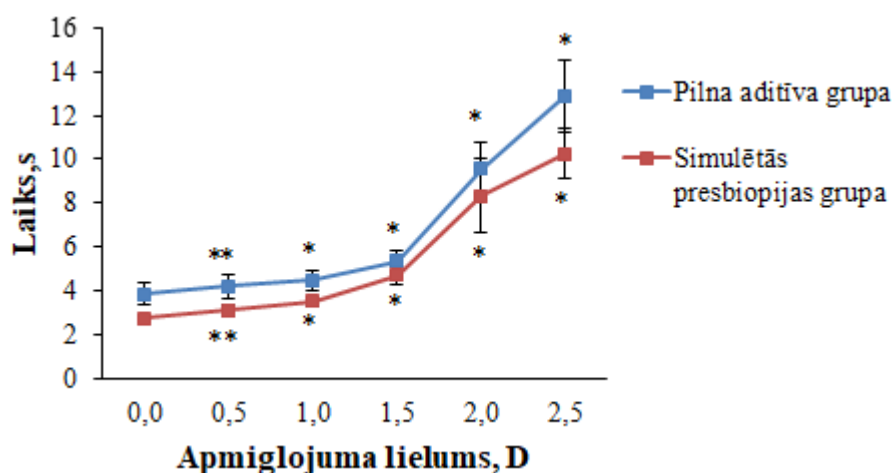
Ja tiek salīdzinātas abas presbiopijas grupas (pilna un daļēja aditīva), tad, apskatot 2.13. attēlu, var secināt, ka abu grupu rezultāti ir līdzīgi, tomēr pie mazāka apmiglojuma, daļēja aditīva grupa uzrāda labākus rezultātus, savukārt pie lielāka apmiglojuma pilna aditīva grupa.



2.13. attēls. Pareizi sameklēto burtu procentuālais daudzums pilna un daļēja aditīva presbiopijas grupām.

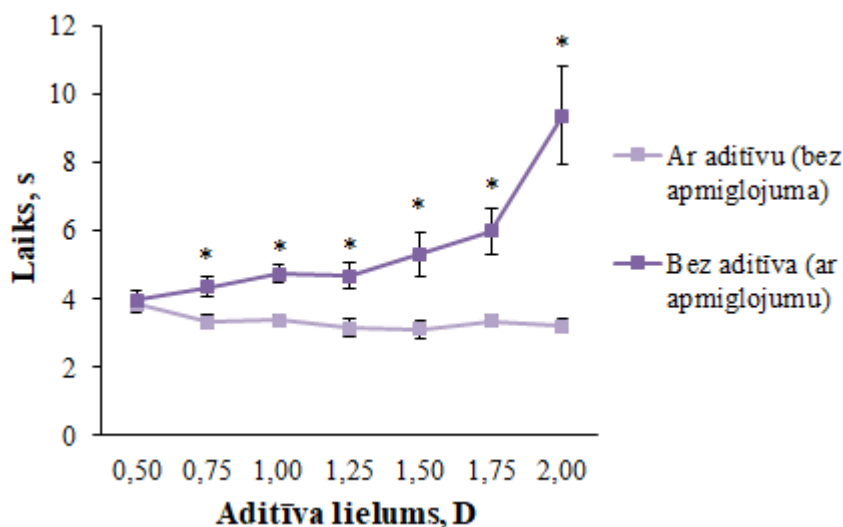
2.3.2.3. Viena burta meklēšanas laiks

2.14. attēlā parādīts kā mainās viena burtu meklēšanas laiks pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupas dalībniekiem. Attēlā redzams, ka simulētas grupas dalībnieku rezultāti uzrāda tendenci veikt meklēšanas uzdevumu ātrāk pie visiem apmiglojuma lielumiem, tomēr starp grupām nozīmīgas atšķirības nav. Katras grupas ietvaros, bez apmiglojuma un apmiglojuma apstākļu rezultāti nozīmīgi atšķiras pie $\geq 0,50$ D apmiglojuma (pie 0,50 D $p < 0,05$, $\geq 0,75$ D $p \leq 0,01$). Abu grupu ietvaros nozīmīgi meklēšanas laiks mainās jau pie 0,50 D apmiglojuma, tomēr pilna aditīvu grupā, salīdzinot bez apmiglojuma un maksimāla apmiglojuma apstākļus, atšķirība ir 9,17 sekundes, toties simulētas presbiopijas grupā 7,48 sekundes, kas norāda, ka vairāk apmiglojums ietekmē pilna aditīva grupu. Rezultātu skaitliskās vērtības var aplūkot 2.5. tabulā.



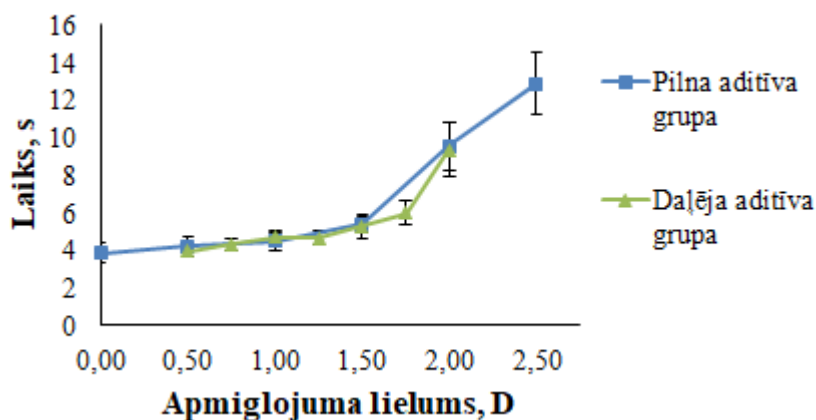
2.14. attēls. Viena burta meklēšanas laiks pilna aditīva un simulētās presbiopijas grupā; * $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$.

2.15. attēlā parādīts viena burta meklēšanas laiks daļēja aditīva grupas dalībniekiem. Rezultāti parāda, ka palielinoties apmieglojuma (jeb nepieciešamā aditīva) lielumam, palielinās arī meklēšanas laiks. Šajā gadījumā bez apmieglojuma un apmieglojuma apstākļos iegūtie rezultāti atšķiras pie $\geq 0,75 D$ ($p \leq 0,01$), kas nozīmē, ka meklēšanas laiks nozīmīgi tiek ietekmēts pie $0,75 D$ apmieglojuma. Iegūto rezultātu skaitliskās vērtības var apskatīt 2.4. tabulā.



2.15. attēls. Viena burta meklēšanas laiks daļēja aditīva grupā; * $p < 0,01$.

Apskatot abu grupu rezultātu salīdzinājumu, tad 2.16. attēlā var redzēt, ka starp grupām rezultāti ir ļoti līdzīgi, no tā var secināt, ka abu grupu viena burta meklēšanas laiku apmieglojums ietekmē vienādi.



2.16. attēls. Viena burta meklēšanas laiks pilna un daļēja aditīva presbiopijas grupām.

Apskatot visu grupu rezultātus pie abiem uzdevumiem un apskatītajiem parametriem, var novērot, ka pieaugot apmīglojumam, palielinās arī grupas standartdeviācijas lielums. Šī tendence raksturo individuālo reakciju uz apmīglojumu, kura atšķiras starp dalībniekiem. Pie lasīšanas ātruma standartdeviācijas visu trīs grupās nav tik lielas, ja salīdzinām kādas tās ir pie meklēšanas uzdevuma, piemēram, pie meklēšanas uzdevuma laika, kur gan pilna aditīva grupai, gan daļēja aditīva grupai apmīglojuma apstākļos standartdeviācijas ir lielākas. Izteiktu standartdeviāciju izmaiņu līdz ar apmīglojuma izmaiņu var novērot pie viena burta meklēšanas laika. Apskatot 2.15. attēlu, var redzēt, kā daļēja aditīva grupas ietvaros atšķiras standartdeviāciju izmērs apmīglojuma un bez apmīglojuma apstākļos, kas tiešā veidā norāda apmīglojuma dažādo ietekmi uz katru indivīdu.

2.4. tabula

Meklēšanas uzdevuma veiktspēja daļēja aditīva grupas dalībniekiem; * $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$ (salīdzinot ar aditīvu un bez aditīva iegūtos rezultātus)

Aditīva lielums, D	Meklēšanas laiks, s		1 burta meklēšanas laiks, s		Pareizi atrasto burtu daudzums, %	
	Ar aditīvu	Bez aditīva	Ar aditīvu	Bez aditīva	Ar aditīvu	Bez aditīva
0,50	31,9 ± 2,1	33,8 ± 2,2**	3,8 ± 0,3	4,0 ± 0,3	86,0 ± 4,0	87,2 ± 3,9
0,75	29,2 ± 1,2	34,1 ± 1,1*	3,2 ± 0,2	4,3 ± 0,3*	90,9 ± 2,8	82,3 ± 4,6*
1,00	31,1 ± 1,4	36,2 ± 3,1	3,4 ± 0,1	4,7 ± 0,3*	92,7 ± 3,6	77,6 ± 5,5*
1,25	28,2 ± 1,2	33,6 ± 1,3*	3,2 ± 0,2	4,7 ± 0,4*	88,6 ± 4,0	72,0 ± 2,3*
1,50	29,1 ± 1,4	36,1 ± 2,3*	3,2 ± 0,3	5,3 ± 0,7*	93,4 ± 3,5	70,9 ± 3,7*
1,75	30,1 ± 1,4	39,1 ± 1,0*	3,4 ± 0,1	6,0 ± 0,7*	90,5 ± 3,3	70,7 ± 6,2*
2,00	29,1 ± 1,8	39,2 ± 3,7*	3,2 ± 0,2	9,3 ± 1,4*	91,9 ± 2,9	48,0 ± 6,5*

2.5. tabula

Meklēšanas uzdevuma veikspēja pilna aditīva un simulētas presbiopijas grupas dalībniekiem;
* $p \leq 0,01$, ** $p < 0,05$ (salīdzinot bez apmiglojuma un apmiglojuma apstākļus)

Apmigloju ma lielums, D	Meklēšanas laiks, s		Viena burta meklēšanas laiks, s		Pareizi atrasto burtu daudzums, %	
	<i>Simulēta presbiopijas grupa</i>	<i>Pilna aditīva grupa</i>	<i>Simulēta presbiopijas grupa</i>	<i>Pilna aditīva grupa</i>	<i>Simulēta presbiopijas grupa</i>	<i>Pilna aditīva grupa</i>
0,00	26,0 ± 1,0	32,3 ± 3,0	2,8 ± 0,2	3,9 ± 0,5	95,6 ± 3,0	86,3 ± 4,3
0,50	27,1 ± 1,4	32,2 ± 2,3	3,1 ± 0,3**	4,2 ± 0,5**	90,6 ± 3,2**	79,6 ± 4,2*
1,00	28,7 ± 1,5	36,8 ± 2,6*	3,5 ± 0,2*	4,6 ± 0,5*	83,2 ± 3,6**	82,9 ± 4,2
1,50	32,9 ± 2,0*	40,9 ± 6,2*	4,7 ± 0,4*	5,5 ± 0,5*	71,2 ± 3,6*	75,2 ± 3,2*
2,00	37,4 ± 2,3*	46,6 ± 6,2*	8,3 ± 1,7*	9,3 ± 1,2*	54,7 ± 5,9*	53,9 ± 6,0*
2,50	40,1 ± 2,3*	56,4 ± 6,9*	10,2 ± 1,1*	13,1 ± 1,6*	42,3 ± 4,8*	48,1 ± 7,0*

DISKUSIJA

Pētījuma ietvaros tika noteikts pilns aditīva lielums tuvumā, 40 cm attālumā, kā arī fiksēts dalībnieku vecums, un iegūtos rezultātus var apskatīt 2.3.2. nodaļā. Salīdzinot šos datus ar *Antona et al.* (2008) datiem, tad paredzamais aditīva lielums, ņemot vērā vecumu, līdz pat +1,50 D aditīvam sakrita, tomēr jau pie +1,75 D aditīva esošajā pētījumā vidējais vecums tika noteikts 55 ± 2 gadi, pie +2,00 D 61 ± 1 gads un pie $\geq +2,25$ D aditīva 66 ± 1 gads, tikmēr *Antona et al.* pētījumā pie +1,75 D aditīva 51-52 gadi, pie +2,00 D aditīva 53-55 gadi, savukārt pie $\geq +2,25$ D 56-60 gadi. Tātad, var secināt, ka ar *Antona et al.* iegūtajiem datiem līdzvērtīgi rezultāti sanāca pie jaunākiem dalībniekiem. Jāņem vērā, ka pētījumā piedalās dažādi cilvēki ar citādāku etnisko piederību, un no tā arī ir atkarīgs kā noveco acs lēca, kādiem apstākļiem tā ir pakļauta.

Pētījumā iegūtie rezultāti liecina, ka lasīšanas ātrums samazinās un starp jauniešu un presbiopijas grupu tas nozīmīgi atšķiras bez apmiglojuma apstākļos ($p < 0,01$). Arī citos pētījumos, piemēram, *Lott et al.* (2001) pētījumā pierādījās, ka palielinoties vecumam, lasīšanas ātrums samazinās. Tomēr iegūtie lasīšanas ātruma rezultāti ir zemāki, kā citos pētījumos aprakstītie. Simulētās presbiopijas grupā (vidējais vecums ir 22 ± 2 gadi) lasīšanas ātrums tika iegūts 156 ± 8 v./min, citā pētījumā šajā vecuma kategorijā būtu jābūt ap 200 v./min (*Calabrese et al.*, 2016), 210 v./min (*Subramarian & Pardhan*, 2006) vai ap 180 v./min (*Chung et al.*, 2017). Pilna aditīva grupā (vidējais vecums 66 ± 1 gads) lasīšanas ātrums tika iegūts 118 ± 8 v./min, savukārt daļēja aditīva grupā (vidējais vecums 49 ± 3 gadi) 117 ± 2 v./min, un arī šeit *Calabrese et al.* (2016) noteikts, ka šajā vecuma kategorijā aptuvenam lasīšanas ātrumam jābūt ap 175-200 v./min. Šo atšķirību iespējams var radīt tas, ka pētījumam tika izstrādāts pietiekami sarežģīts, toties informatīvs, teksts, kurš iespējams varēja radīt lasīšanas ātruma samazinājumu, jo visu grupu dalībniekiem, salīdzinot ar citiem pētījuma rezultātiem, tāds tika iegūts. Jāņem arī vērā, ka instruējot dalībniekus lasīt, tika teikts, lai lasa raiti, kas nenozīmē, ka viņi lasīja ar maksimālo ātrumu, tādēļ iespējams, maksimālais lasīšanas ātrums varētu būt lielāks.

Kopumā pētījumā veiktajos uzdevumos izveicīgāki bija simulētā presbiopijas grupa (jaunieši), uzrādot labākus kopējos rezultātus, gan meklēšanas uzdevuma laika ziņā, gan to, kādā laikā tiek sameklēts viens burts, un šī tendence bija vērojama pie visiem apmiglojuma līmeņiem. Un pie lasīšanas ātrums līdz pat 2,00 D apmiglojumam ieskaitot, ātrāk lasīja simulētā presbiopijas grupa. Šo varētu skaidrot ar to, ka vecāka gada gājuma cilvēki nav tik izveicīgi, jo ar vecumu izmainās sensorās un motorās sistēmas darbība (*Lord & Ward*, 1994), kā arī reakcijas ātrums, kurš uzlabojas no piedzimšanas līdz 20 gadiem, ļoti lēnām samazinās līdz 50-60 gadiem, un tad strauji, ap 70 gadiem, tas maksimāli sarūk (*Der & Deary*, 2006).

Pētījumā starp dalībniekiem vidēji bija 44 gadu starpība, kas izskaidro rezultātu dažādību starp abām grupām. Tāpat arī šajā pētījumā uzdevumi bija vairāk saistīti ar acu kustībām, un ir pierādīts, ka ar vecumu, acu kustību amplitūda izmainās, piemēram, sakādes ir garākas un nav tik precīzas, kā arī tiek veiktas vairāk atpakaļejošās sakādes (*Paquette & Fung, 2011*).

Lasīšanas ātruma izmaiņas presbiopijas un simulētās presbiopijas grupas dalībniekiem nozīmīgi atšķīrās gan bez apmiglojuma, gan 0,50 D un 1,00 D apmiglojuma apstākļos, savā starpā salīdzinot grupas. Tāpat arī rezultāti liecināja, ka pie lielāka vai maksimāla apmiglojuma, presbiopijas grupas dalībnieki uzrādīja labākus rezultātus. No šiem datiem var secināt, ka iespējams pilna aditīva grupas dalībnieki ikdienā ir vairāk adaptējušies apmiglojuma apstākļiem, tomēr iespējams tas ir fokusa dziļuma dēļ, jo novērtējot zīlītes diametru pie tādiem apstākļiem kā tika veikti uzdevumi, presbiopijas grupai tie tika noteikti mazāka izmēra, kā arī jauniešu grupai tika maksimāli simulēti dabīgi zīlītes apstākļi, izmantojot apertūru. Un ir zināms, ka jo šaurāka zīlīte, jo fokusa dziļums ir lielāks (*Hickenbothan & Roorda, 2012*).

Lasīšanas ātrums nozīmīgi visu grupu ietvaros mainās pie $\geq 1,00$ D ($p \leq 0,01$ un $p < 0,05$). *Thorn & Thorn (1996)* pētījumā tika analizēts kā mainās lasīšanas veiktspēja jauniem cilvēkiem, lasot 3 m attālumā teikumus, un pierādījās, ka pie 1,50 D liela apmiglojuma šī veiktspēja samazinās no 83 % uz 23 %. Kā arī šajā pētījumā teikumi tika rādīti pielāgojot dažādus lasīšanas ātrumus, un pētījuma dalībniekiem lasot ar 216 vārdiem minūtē, pat pie mazākā 0,50 D apmiglojuma lasīšanas veiktspēja kritās. Citā pētījumā, kur piedalījās 19 jaunieši, vecumā no 22 līdz 29 gadiem, tika veikts eksperiments, kur pārbaudīja, kā mākslīgs apmiglojums iespaido lasīšanas ātrumu pie dažādiem attālumiem (40 cm un 100 cm). Rezultāti liecināja, ka nozīmīgi mainās šis parametrs tikai pie 3,00 D apmiglojuma, salīdzinot ar bez apmiglojuma apstākļiem, tomēr jāņem vērā, ka šajā pētījumā tika izmantots 1 % tropikamīds zīlītes paplašināšanai, 3 mm apertūra un tāluma korekcija. (*Chung et al., 2007*) Kopumā ir grūti salīdzināt iegūtos rezultātus ar citiem pētījumiem, jo tieši šādi apstākļi un parametri, kādi tika noteikti esošā pētījumā, nav veikti citur.

Meklēšanas uzdevuma izpildes laiks bez apmiglojuma apstākļos pilna aditīva grupai bija 32 ± 3 sekundes, savukārt daļēja aditīva grupai 29 ± 1 sekundes, vidēji presbiopijas grupā veidojot 31 ± 2 sekundes, savukārt simulētās presbiopijas grupas rezultāti uzrādīja 26 ± 1 sekundes. Iegūtie rezultāti parāda, ka simulētas grupas dalībnieki vidēji veica uzdevumu ātrāk. Meklēšanas uzdevuma rezultāti pilnas aditīva grupā uzrādīja, ka pie $\geq 1,00$ D ($p \leq 0,01$) apmiglojuma nozīmīgi mainās meklēšanas laiks, salīdzinot bez apmiglojuma un apmiglojuma apstākļus, simulētas presbiopijas grupā nozīmīgi atšķiras pie $\geq 1,50$ D ($p \leq 0,01$), toties daļējas presbiopijas grupas ietvaros pie $\geq 0,50$ D. Pēc rezultātiem var secināt, ka vairāk

apmieglojums meklēšanas laiku ietekmēja abās pilnas un nepilnas aditīvu grupās, salīdzinot ar simulētas presbiopijas grupu, un to var saistīt jau ar augstāk aprakstītām izmaiņām novecošanas dēļ. Kā arī pilnas un simulētas grupas ietvaros piedalījās vien deviņi dalībnieki katrā grupā, savukārt daļēja aditīva grupā 63 dalībnieki, tas varētu dot ieguvumu patiesāku rezultātu ieguvei. Savukārt viena burta meklēšanas laiks pilna aditīva un simulēta presbiopijas grupā nozīmīgas atšķirības starp bez apmieglojuma un apmieglojuma apstākļiem uzrādīja pie $\geq 0,50$ D apmieglojuma ($p < 0,05$, $p \leq 0,01$), toties daļēja aditīva grupā uzrādīja jau pie $\geq 0,75$ D ($p \leq 0,01$) apmieglojuma nozīmīgu atšķirību. Rezultāti liecina, ka meklēšanas laiku var ietekmēt jau $0,50$ D apmieglojums, jo, lai arī pilnas un simulētas grupas vidējais meklēšanas laiks nozīmīgi mainās tikai pie $1,00$ - $1,50$ D apmieglojuma, viena burta meklēšanas laiks šo grupu ietvaros nozīmīgi mainās jau pie $0,50$ D apmieglojuma. Meklēšanas uzdevuma ietvaros viena burta meklēšanas laiks vairāk raksturo uzdevuma veikspēju, jo, lai iegūtu šo rezultātu, tiek izmantots gan meklēšanas laiks, gan procentuāli pareizo burtu daudzums.

Ja tiek analizēts meklēšanas uzdevumā iegūto pareizo burtu procentuālais daudzums, tad rezultāti norāda, ka pilna aditīva grupas rezultāti nozīmīgi mainās pie $0,50$ D ($p < 0,01$) un pie $\geq 1,50$ D apmieglojuma ($p \leq 0,01$), savukārt simulētās presbiopijas grupā $\geq 0,50$ D ($p < 0,05$ un $p < 0,01$). Daļēja aditīvu grupā bez apmieglojuma un apmieglojuma apstākļi nozīmīgi mainās pie $\geq 0,75$ D ($p \leq 0,01$). No šiem rezultātiem var secināt, ka $0,50$ D un $0,75$ D apmieglojums var būtiski ietekmēt to, cik procentuāli daudz tiek sameklēti burti. *Seassau & Bucci* (2013) pētījumā pieaugušo grupā vecumā no 24 līdz 39 gadiem tika atrasti 97 % burtu, savukārt esošā pētījumā tika iegūts, ka bez apmieglojuma apstākļos presbiopijas grupas (pilna un daļēja aditīva) dalībnieki sameklē vidēji 88 % burtus, savukārt simulēta presbiopijas grupa (jaunieši) 95 %. Rezultāti norāda uz apmieglojuma ietekmi dažāda vecuma dalībniekiem un iespējamās motorikas samazinājuma dēļ presbiopijas grupas dalībnieki sameklē procentuāli mazāk pareizos burtus. Kopumā var secināt, ka meklēšanas uzdevuma veikspēja tiek nozīmīgi ietekmēta jau pie $0,50$ - $0,75$ D apmieglojuma.

Novērtējot zīlītes diametra lielumu 40 cm 470 lx apgaismojumā, vidēji pilna aditīva grupas dalībniekiem (ar vidējo vecumu 66 ± 1 gads) tika iegūta $3,0 \pm 0,1$ mm, savukārt simulētā presbiopijas grupā (vidējais vecums ir 22 ± 2 gadi) $4,0 \pm 0,1$ mm. Pēc citu pētījumu datiem, dalībniekiem ar vidējo vecumu 57 ± 6 gadi, zīlītes diametrs tuvumā tika noteikts $3,18$ mm (*Garcia-Lazar et al.*, 2013), citā pētījumā 625 lx apgaismojumā dalībnieki ar vecumu no 15 līdz 30 gadiem zīlītes diametrs tika noteikts $2,89$ mm, savukārt grupai, kuru vecums ir ≥ 60 gadiem, $2,55$ mm. Jāņem vērā, ka apgaismojums konkrētā pētījumā bija spožāks. (*Telek et al.*, 2018) Kādā citā pētījumā, veicot ikdienas darbus, dalībniekiem ar presbiopiju (vecumā no 45 līdz 65 gadiem) tika noteikts zīlītes diametrs, un lasot, tas bija

3 mm (*Cardona & Lopez, 2015*). Apskatot pētījumus var secināt, ka pilna aditīvu grupas rezultāts atbilst citu pētījumu rezultātiem, tomēr katrā pētījumā apstākļi un metodes ir citādākas, kas tieši var iespaidot zīlītes diametra svārstības.

Kopumā pētījums ir sniedzis būtisku ieguldījumu izpratnē par apmieglojuma ietekmi uz tuvuma darbu veiktspēju, un varu secināt, ka lasīšanas ātrums nozīmīgi tiek ietekmēts sākot no 1,00 D apmieglojuma, savukārt meklēšanas uzdevuma veiktspēja tiek nozīmīgi ietekmēta sākot no 0,50 D apmieglojuma. Tāpat arī meklēšanas uzdevumā analizējot pareizi atrasto burtu procentuālo daudzumu, maksimāls apmieglojums pareizi atrasto burtu daudzumu samazina vidēji par 40 %. Rezultāti liecina, ka jaunieši meklēšanas uzdevumu veic ātrāk, savukārt labākus rezultātus pilna aditīva presbiopijas grupas dalībnieki uzrāda maksimāla apmieglojuma apstākļos pie lasīšanas ātruma un pareizi sameklēto burtu daudzuma, ko var skaidrot ar apmieglojuma adaptāciju un fokusa dziļuma ietekmi. Varētu teikt, ka gan meklēšanas uzdevums, gan lasīšanas uzdevums pietiekami precīzi atspoguļo apmieglojuma ietekmi. Jāņem vērā, ka pie lasīšanas uzdevuma sliekšnis, pie kura uzdevuma veiktspēja nozīmīgi mainās, ir zemāks, kā pie meklēšanas uzdevuma. Šo varētu saistīt ar to, ka meklēšanas uzdevums bija pietiekami sarežģīts, kā arī ar lasīšanu ikdienā sastopamies vairāk, tādējādi šāda veida uzdevums ir pazīstamāks un šķietami vieglāks. Varu secināt, ka apmieglojumam ir liela ietekme uz tuvuma darbu veiktspēju un iegūtie rezultāti ir izmantojami optometrista ikdiena praksē, izrakstot tuvuma brilles.

Pētījuma pilnveidošanai būtu nepieciešams zoda balsts, veicot lasīšanas un meklēšanas uzdevumu, lai dalībnieki izvairītos no vēlēšanās atlikties uz atpakaļu, tādējādi padarot attēlu skaidrāku. Kā arī papildus analīzei varētu novērtēt pie katra no apmieglojuma līmeņiem redzes asumu pilnas aditīva un simulētas presbiopijas grupas dalībniekiem, ko varētu salīdzināt ar iegūtajām redzes asuma vērtībām pie daļējas aditīvu grupas. Tāpat arī, ja tiek veikts padziļinātāks šāda veida pētījums lasīšanai un lasāmībai, būtu nepieciešama aptaujas izveidošana par lasīšanas paradumiem ikdienā.

SECINĀJUMI

1. Palielinoties apmieglojumam, visu grupu dalībnieku lasīšanas un meklēšanas uzdevuma rezultāti pasliktinās.
2. Lasīšanas ātrums nozīmīgi mainās visu dalībnieku grupu ietvaros pie $\geq 1,00$ D apmieglojuma ($p < 0,05$ un $p \leq 0,01$).
3. Meklēšanas uzdevumā viena burtu meklēšanas laiks nozīmīgi mainās pie $\geq 0,50$ D apmieglojuma pilna aditīva un simulētas presbiopijas grupā ($p < 0,05$ un $p \leq 0,01$), savukārt daļēja aditīva grupā pie $\geq 0,75$ D apmieglojuma ($p \leq 0,01$).
4. Pareizi atrasto burtu daudzums nozīmīgi mainās pie $\geq 0,50$ D apmieglojuma ($p < 0,05$ un $p < 0,01$).
5. Bez apmieglojuma apstākļos simulēta presbiopijas grupa (jaunieši) lasīšanas un meklēšanas uzdevumu veic visātrāk.
6. Maksimāla apmieglojuma apstākļos pilna aditīva presbiopijas grupas dalībnieki uzrāda labākus rezultātus pie lasīšanas ātruma un pareizi atrasto burtu daudzuma.

NOBEIGUMS

Maģistra darbā izvirzītie uzdevumi tika veiksmīgi īstenoti un iegūtie rezultāti parāda, ka pat nelielam apmiglojumam ir ietekme uz tuvuma darbu veikspēju un tas norāda, ka veicot intensīvāku tuvuma darbu, ir nepieciešama pēc iespējas atbilstošāka tuvuma korekcija. Jau optometrista vizīte var tikt izrakstīta nepilna tuvuma korekcija, kā arī ilgstoši neapmeklējot optometristu un lietojot jau esošās brilles, vai izmantojot gatavās brilles paši radām nepilnu korekciju. Atkarībā no veicamā uzdevuma sarežģītības, apmiglojuma sliekšnis mainās. Tieši tāpat arī ikdienā personām ar neintensīvu tuvuma darbu, iespējams sūdzību un diskomfortu iespējami nepilnā korekcija neradīs, tomēr, ja ikdienas darbs tiek pavadīts, darbojoties tuvumā, tad nepilna korekcija var radīt sūdzības. Un tieši tādēļ šajā pētījumā gūtie rezultāti dod priekšstatu optometristiem par to, cik mazs apmiglojums nepieciešams, lai nozīmīgu mainītos tuvuma darbu veikspēja, un ikdienas praksē izmantotu iegūto informāciju, izrakstot tuvuma brilles, kā arī izzinot pacienta vēlmes un darba specifiku.

Tā kā šada veida kvantitatīvs pētījums nav iepriekš veikts, ir iespējas to dažādi uzlabot vai mainīt. Pētījumā tika apskatīts tikai lasīšanas ātrums, tomēr zem termina "lasāmība" ir vēl dažādi citi parametri, ko būtu interesanti izpētīt, tādējādi padziļinātāk pievērsties tieši lasīšanas tēmai un apmiglojumam. Varētu izpētīt vai datoru lietošana ikdienas darba ietvaros izmaina atbildi uz apmiglojumu, salīdzinot ar dalībniekiem, kuri ikdienā darbojas tuvumā, neizmantojot datoru. Būtu interesanti izpētīt, kā cikloplēģija un apmiglojums ietekmē dalībniekus ar dažādu refrakciju, arī presbiopijas dalībniekiem. Un tā kā ar vien vairāk personas ar presbiopiju izvēlas progresīvās brilles, varētu izpētīt, vai lasot un veicot tuvuma darbus, dalībnieks skatās un izmanto īsto zonu un vai netiek radīts dabisks apmiglojums, izmantojot citu zonu. Arī multifokālās kontaktlēcu lietošana kļūst populārāka, un arī šo korekcijas līdzekli var iesaistīt šada veida pētījumā. Šis ir tikai pāris idejas esošā pētījuma turpinājumam vai padziļinātākas izpētes veidošanai.

PATEICĪBA

Vislielāko pateicību vēlos izteikt savai darba vadītājai, jo, pateicoties atbalstam, lielai palīdzībai un vēlmei līdzdarboties, bija iespēja šo pētījumu īstenot veiksmīgi. Bija ļoti viegli sadarboties, attīstīt idejas un tās pilnveidot, ja darba vadītājs ir pieejams un pretimnākošs. Priecājos par tik labu savstarpēju komunikāciju, kā arī atbalstu un iedrošinājumu. Un, protams, paldies arī visiem Optometrijas un Redzes zinātnes nodaļas darbiniekiem.

Liels paldies uzņēmumam "Optic Guru" par iespēju veikt pētījuma daļu savā darba vietā. Paldies arī visiem atsaucīgajiem un pacietīgajiem klientiem par vēlmi palīdzēt un piedalīties pētījumā.

Liels paldies arī manai ģimenei un draugiem par lielo atbalstu un rūpēm.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Abraham, M.,L., Kuriakose, T., Sivanandam, V., Venkatesan, N., Thomas, R. & Muliylil, J. (2005). Amplitude of accommodation and its relation to refractive error. *Indian Journal of Ophthalmology*, 2005, 53(2), 105-108.
- Aiello, L.,A., Tran, T.,V. & Rao, A.,N. (1992). Postnatal Development of the Ciliary Body and Pars Plana: A Morphometric Study In Childhood. *Archives of Ophthalmology*, 110, 802-805.
- Alpern, M. (1958). Variability of Accommodation during Steady Fixation at Various Levels of Illuminance*. *Journal of the optical society of America*, 1958, 48(3), 193-197.
- Antona, B., Barra, F., Barrio, A., Gutierrez, A., Piedrahita, E. & Martin, Y. (2008). Comparing methods of determining addition in presbyopes. *Clinical and Experimental Optometry*, 2008, 91(3), 313–318.
- Augusteyn, C.,R. (2008). Growth of the lens: in vitro observation. *Clinical and Experimental Optometry*, 2008, 91(3), 226–239.
- Augusteyn, C.,R. (2018). On the contribution of the nucleus and cortex to human lens shape and size. *Clinical and Experimental Optometry*, 2018, 101, 64- 68.
- Barbero, S. (2014). An ancient explanation of presbyopia based on binocular vision. *Acta Ophthalmologica*, 2014, 92, 394–399.
- Bassnett, S. & Šikić, H. (2017). The lens growth process. *Progress in Retinal and Eye Research*, 2017, 60, 181-200.
- Brown, N. (1974). The Change in Lens Curvature with Age. *Experimental Eye Research*, 1974, 19, 175-183.
- Calabr`ese, A., Cheong, Y.,M.,A., Cheung, H-S., He, Y., Kwon, M., Mansfield, S.,J., Subramanian, A., Yu, D. & Legge, E.,G. (2016). Baseline MNREAD Measures for Normally Sighted Subjects From Childhood to Old Age. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2016, 57(8), 3836-3843.
- Campbell, W.,F. (1957). The depth of field of the human eye. *Optica Acta: International Journal of Optics*, 1957, 4(4), 157-164.
- Cazorla-Gil, R., Shah, S. & Naroo, A.,S. (2015). A review of the surgical options for the correction of presbyopia. *British Journal of Ophthalmology*, 2016, 100, 62-70.
- Charman, N.,W. (2013). Developments in the correction of presbyopia I: spectacle and contact lenses. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 2014, 34, 8-29.
- Chiroma, M.,R. & Jamda, A.,M. (2017). Impact of Uncorrected Presbyopia on the Quality of Life in Rural Gwagwalada, Nigeria. *Journal of Community Medicine and Primary Health Care*, 2017, 29(1), 68-73.

- Coleman, J.,D. (1986). On the hydraulic suspension theory of accommodation*. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 1986, 84, 847.
- Connoly, K.,G. (1998). *Legibility and Readability of Small Print: Effects on Font, Observer Age and Spatial Vision* (Master of Science). The Univeristy of Calgary.
- Darroch, I., Goodman, J., Brewster, S. & Gray, P. (2005). The Effect of Age and Font Size on Reading Text on Handheld Computers. *Human-Computer Interaction - INTERACT 2005*, 3585, 253 – 265.
- Der, G. & Deary, J.I. (2006). Age and Sex Differences in Reaction Time in Adulthood: Results From the United Kingdom Health and Lifestyle Survey. *Psychology and Aging*, 21(1), 62-73.
- Farnsworth, N.,P. & Shyne, E.,S. (1979). Anterior Zonular Shifts with Age. *Experimental Eye Research*, 28(3), 291-297.
- Fricke, R.,T., Tahhan, N., Resnikoff, S., Papas, E., Burnett, A., Ho, M.,S., Naduvilath, T. & Naidoo, K., S. (2018). Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia. *Americam Academy of Ophthalmology*, 2018, 125, 1492-1499.
- García-Lázaro, S., Albarrán-Diego, C., Radhakrishnan, H. & Montés-Micó, R. (2013). Visual performance comparison between contact lens-based pinhole and simultaneous vision contact lenses. *Clinical and Experimental Optometry*, 2013, 96, 46-52.
- Gilmartin, B. (1995). The atiology of presbyopia: a summary of the role of lenticular and extralenticular structures. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 1995, 15(5), 431-437.
- Glasser, A. & Campbell, C.,W.,M. (1998). Presbyopia and the Optical Changes in the Human Crystalline Lens with Age. *Vision Research*, 1998, 3(2), 209-229
- Green, D.,T. & Brown, A. (2002). *Multimedia projects in the classroom: A guide to development and evaluation*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 5.
- Grossniklaus, E.,H., Nickerson, M.,J., Edelhauser, F,H., Bergman, K.,M.,A.,L. & Berglin, L. (2013). Anatomic Alterations in Aging and Age-Related Diseases of the Eye. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2013, 54(14), 23-27
- Hickenbotham, A., Roorda, A. (2012) Determining Wavefront Aberration Profiles that Maximize Subjective Visual Performance Through Focus. *Journal of Vision*, 2012, 28-37.
- Hickenbotham, A., Tiruveedhula, P. & Roorda, A. (2012). Comparison of spherical aberration and small-pupil profiles in improving depth of focus for presbyopic corrections. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 2012, 38(12), 2071-2079

- Hojjati, N. & Muniandy, B. (2014). The Effects of Font Type and Spacing of Text for Online Readability and Performance. *Contemporary educational technology*, 2014, 5(2), 161-174.
- Holden, A.,B., Fricke, T.,R., Ho, M.,S., Wong, R., Schlenther, G., Cronje', S., Burnett, A., Papas, E., Naidoo, K.,S. & Frick, K.,D. (2008). Global Vision Impairment Due to Uncorrected Presbyopia. *Archives of Ophthalmology*, 2008, 126(12), 1732-1739.
- Hung, K.,G. (2001). Models of Oculomotor Control. NJ, World Scientific Publishing.
- Kasthurirangan, S., Markwell, L.,E., Atchinson, A., D. & Pope, M.,J. (2011). MRI study of the changes in crystalline lens shape with accommodation and aging in humans. *Journal of Vision*, 2011, 19(3), 1-16
- Laviers, R.,H., Omar, F., Jecha, H., Kassim, G. & Gilbert, C. (2010). Presbyopic Spectacle Coverage, Willingness to Pay for Near Correction, and the Impact of Correcting Uncorrected Presbyopia in Adults in Zanzibar, East Africa. *Ophthalmology & Vision Science*, 2010, 51(2), 1234-1240.
- Legge, E.,G. & Bigelow, A.,C. (2011). Does print size matter for reading? A review of findings from vision science and typography. *Journal of Vision*, 2011, 11(5), 1-22.
- Legge, E., G., Cheung, H.-S., Yu, D., Chung, L.,T.,S., Lee, W.-H. & Owens, P.,D. (2007). The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading. *Journal of Vision*, 7(2):9, 1-15.
- Legge, E., G., Pelli, G.,D., Rubin, G.,S. & Schleske, M.,M. (1985). Psychophysics of reading: i. normal vision. *Vision Research*, 1985, 25(2), 239-252.
- Lord, R.,S. & Ward, A.,J. (1994). Age-associated Differences in Sensori-motor Function and Balance in Community Dwelling Women. *Age and Ageing*, 1994, 23, 452-460.
- Lott, A.,L., Schneck, E.,M., Haegerström-Portnoy, G., Brabyn, A.,J., Gildengorin, L.,G. & West, G.,C.(2001). Reading Performance in Older Adults with Good Acuity. *Optometry and Vision Science*, 2001, 78(5), 318-320.
- Lougman, J., Nxele, L.,L., Faria, C., Thompson, S., Ramsons, P., Chinanayi, F. & Naidoo, K.,S. (2015). Rapid Assessment of Refractive Error, Presbyopia, and Visual Impairment and Associated Quality of Life in Nampula, Mozambique. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 2015, 199-211.
- Luo, P.,B., Brown, C.,G., Luo, C.,S. & Brown, M.,M. (2008). The Quality of Life Associated with Presbyopia. *American Journal of Ophthalmology*, 2008, 145(4), 618-622.
- McDonnell, J.,P., Lee, P., Spritzer, K., Lindblad, S.,A. & Hays, D.,R. (2003). Associations of Presbyopia With Vision-Targeted Health-Related Quality of Life. *Archives of Ophthalmology*, 2003, 121(11), 1577-1581.

- Millodot, M. (2007). Dictionary of Optometry and Vision Science, 8th. Elsevier, 247.
- Moarefi, A., M., Bafna, S. & Wiley, W. (2017). A Review of Presbyopia Treatment with Corneal Inlays. *Ophthalmology and Therapy*, 2017, 6(1), 55-65.
- Mordi, A.,J. & Ciuffreda, J.,K. (1998). Static aspects of accommodation: age and presbyopia. *Vision Research*, 1998, 38, 1643–1653.
- Muhammad, N., Alhassan, B.,M. & Umar, M.,M. (2015). Visual function and vision-related quality of life in presbyopic adult population of Northwestwrn Nigeria. *Nigerian Medical Journal*, 2015, 56(5), 317-322.
- Ostadimoghaddam, H., Hashemi, H., Nabovati, P., Yekta, A. & Khabazkhoob, M. (2016). The distribution of near point of convergence and its association with age, gender and refractive error: a population-based study. *Clinical and Experimental Optometry*, 2016, 1-5.
- Patel, I., Munoz, B., Burke, G.,A., Kayongoya, A., Mchiwa, W., Schwarzvarder, W.,A. & West, K.,S. (2006). Impact of Quality of Life in a Rural African setting. *Ophthalmology*, 2006, 113(5), 728-734.
- Paquette, C. & Fung, J. (2011). Old age affects gaze and postural coordination. *Gait & Posture*, 2011, 33, 227-232.
- Polat, U. (2009). Making perceptual learning practical to improve visual functions. *Vision Research*, 49, 2566 – 2573.
- Rajagopalan, S.,A., Bennett, S.,E. & Lakshminarayanan, V. (2006). Visual Performance of Subjects Wearing Presbyopic Contact Lenses. *Optometry and Vision Science*, 2006, 83(8), 611–615.
- Reindel, W., Zhang, L., Chinn, J. & Rah, J. (2018). Evaluation of binocular function among pre- and early-presbyopes with asthenopia. *Clinical Optometry*, 2018, 10, 1-8.
- Renna, A., Vejarano, F.,L., Cruz, la D.,E. & Alio, L.,J. (2016). Pharmacological Treatment of Presbyopia by Novel Binocularly Instilled Eye Drops: A Pilot Study. *Ophthalmology and Therapy*, 2016, 5(1), 63-73.
- Richdale, K., Bullimore, A.,M., Sinnott, T.,L. & Zadnik, K. (2016). The Effect of Age, Accommodation and Refractive Error on the Adult Human Eye. *Optometry and Vision Science*, 2016, 93(1), 3-11.
- Rubin, G. & Turano, K. (1994). Low Vision Reading with Sequential Word Presentation. *Vision Research*, 1993, 34(13), 1723-1733.
- Seassau, M. & Bucci, P-M. (2013). Reading and Visual Search: A Developmental Study in Normal Children. *Plos One*, 8(7), 1-10.

- Sheppard, L.,A. & Davies, N.,L. (2010). In Vivo Analysis of Ciliary Muscle Morphologic Changes with Accommodation and Axial Ametropia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2010, 51(12), 6883-6889.
- Smither, A-A.,J. & Braun, C.,C. (1994). Readability of Prescription Drug Labels by Older and Younger Adults. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 1994, 1(2),149-158.
- Strenk, A.,S., Semmlow, L.,J., Strenk, M.,L., Munoz, P., Gronlund-Jacob, J. & DeMarco, K.,J. (1999). Age-Related Changes in Human Ciliary Muscle and Lens: A Magnetic Resonance Imaging Study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 1999, 40(6), 1166-1167.
- Subbaram, M.,V. (2004). *Effect of display and text parameters on reading performance* (Dissertation) The Ohio State University.
- Subramarian, A. & Pardhan, S. (2006). The Repeatability of MNREAD Acuity Charts and Variability at Different Test Distance. *Optometry and Vision Science*, 2006, 83(8), 572-576.
- Teater, B. & Chonody, J.,M. (2017). Stereotypes and attitudes toward older people among children transitioning from middle childhood into adolescence: Time matter. *Gerontology & Geriatrics Education*, 38(2), 204-2018.
- Telek, H.,H., Erdol, H. & Turk, A. (2018). The Effects of Age on Pupil Diameter at Different Light Amplitudes. *Beyoglu Eye Journal*, 3(2), 80-85.
- Thorn, F. & Thorn, S. (1996). Television Captions for Hearing-Impaired People: A Study of Key Factors that Affect Reading Performance. *Human Factors and Ergonomics Society*, 1996, 38(3),452-463.
- Toit, du R., Palagyi, A., Ramke, J., Brian, G. & Lamoureux, L.,E. (2010). The Impact of Reduced Distance and Near Vision on the Qulaity of Life of Adults in Timor-Leste. *Ophthalmology*, 2010, 117(12), 2308-2314.
- Vasudevan, B., Sultani, K., Cossette, C. & Burr, B. (2015). Effect of defocus on response time in different age groups: A pilot study. *Journal of Optometry*, 2016, 9(3), 196-202.
- Wang, B. & Ciuffreda, J.,K. (2006). Depth-of-Focus of the Human eye: Theory and Clinical Implication. *Survey of Ophthalmology*, 2006, 51(1), 75-83.
- Weeber, A.,H., Eckert, G., Pecchold, W. & Heijde, van der L.,G.,R. (2007). Stiffness gradient in the crystalline lens. *Graefe's Arch Clinical Experimetnal Ophthalmology*, 2007, 245(9), 1357–1366.

- Wogalter, S.,M. & Vigilante, J.,W. (2003). Effects of label format on knowledge acquisition and perceived readability by younger and older adults. *Ergonomics*, 2003, 46(4), 327-344.
- Wolffsohn, J.,S. & Davies, L.,N. (2018). Presbyopia:Effectiveness of correction strategies. *Progress in Retinal and Eye Research* , 2018, 1-20.
- Zvorničanin, J. & Zvorničanin, E. (2018). Review: Premium intraocular lenses: the past, present and future, *Journal of Current Ophthalmology*, 2018, 30(4), 1-10.

Maģistra darbs „Simulēta un presbiopijas radīta apmieglojuma ietekme uz tuvuma darbu veikspēju” izstrādāts LU 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: Annija Šperliņa

Stud.apl.Nr. as17224

Rekomendēju/nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītāja: zin.asistente, Prof.mag. Karola Panke

Recenzents: Dr.phys. Pēteris Cikmačs

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā _____

Dekāna pilnvarotā persona: metodiķe Dzintra Holsta

Darbs aizstāvēts Valsts pārbaudījuma komisijas sēdē

_____. Protokola Nr. _____

Komisijas sekretārs: _____