

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

**ACS AKOMODĀCIJAS ATBILDE AR DAŽĀDA
DIZAINA KONTAKTLĒCĀM**

MAGISTRA DARBS

Autors: **Anastasija Gordeja**

Studenta apliecības Nr. ag17103

Darba vadītājs: docente, Dr.phys. Evita Kassaliete

RĪGA 2019

ANOTĀCIJA

Maģistra darbs izstrādāts latviešu valodā, uz 40 lapaspusēm. Tas satur 21 attēlu, divas tabulas un 31 atsauci uz literatūras avotiem.

Darba mērķis: novērtēt akomodācijas atpalikšanu ar dažāda dizaina kontaktlēcām pie dažādiem akomodatīvajiem stimuliem. Pētījumā dalībnieki: 15 emetropi vecumā no 22 līdz 28 gadiem ar refrakcijas sfērisko ekvivalentu no $-0,50$ D līdz $+0,50$ D. Pētījumā tika izmantota *PowerRef 3*, ar iekārtu tika mērīts acs akomodācijas atbilde 40 cm un 25 cm, izmantojot sfēriskās un dažāda dizaina multifokālās kontaktlēcas. Rezultāti tika salīdzināti pēc iegūtās akomodācijas atpalikšanas bez korekcijas un ar kontaktlēcām, lai noteiktu dizaina efektivitāti un multifokālo kontaktlēcū pielietojumu optometrista praksē.

Akomodācijas atpalikšana samazinās, pielietojot multifokālās kontaktlēcas. Multifokālo kontaktlēcū dizaina modulis ir būtiski svarīgs.

Atslēgvārdi: akomodācijas atpalikšana, multifokālās kontaktlēcas

ABSTRACT

Master's thesis is written in Latvian on 40 pages. There are 21 images, two appendixes and 31 literature references included.

Purpose of thesis: to assess lag of accommodation with different design contact lenses at different accommodative stimulus. Participants: ten emmetropic subjects with refractive spherical equivalent of -0,50 D to +0,50 D. Age 22-28. By the "*PowerRef 3*" unit measured the eye accommodation response in two distances 25 cm and 40 cm using spherical and multifocal contact lenses. The results were compared between accommodation lag without correction and with contact lenses to determine the design efficiency and usefulness at optometrist practice.

The accommodation lag is reduced by the multifocal contact lenses. The multifocal contact lens design module is essential.

Keywords: lag of accommodation, multifocal contact lenses.

SATURS

APZĪMĒJUMU SARAKSTS.....	1
IEVADS	2
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS	3
1.1. Akomodācija	3
1.2. Akomodācijas aparāts	3
1.3. Akomodācijas komponentes	4
1.4. Akomodācijas raksturojums	5
1.5. Normāla akomodācijas atbilde	5
1.6. Akomodācijas atbildes neprecizitāte (atpalikšana un pārsvars)	6
1.7. Akomodācijas atbilde pie dažāda veida ametropijām	7
1.8. Multifokālo kontaktlēcu dizains	9
1.8.1. Biofinity Multifocal kontaktlēcas	11
1.8.2. Air Optix Aqua Multifocal kontaktlēcas	12
2. PĒTĪJUMA DAĻA	14
2.1. Pētījuma dalībnieki	14
2.2. Iekārtas apraksts	14
2.2.1. Iekārtas specifikācija	15
2.3. Pētījuma gaita	16
2.3.1. Kontaktlēcas	17
2.3.2. Stimuls	17
2.4. Datu apstrāde	18
2.5. Rezultāti un to analīze	19
2.5.1. Akomodācijas darbība dažādos skatīšanās attālumos	19
2.5.2. Akomodācijas atpalikšana ar Air Optix Aqua Multifocal	20
2.5.3. Akomodācijas atpalikšana ar Biofinity Multifocal	20
2.5.4. Akomodācijas atpalikšana ar sfēriskajām kontaktlēcām	21
2.5.5. Kontaktlēcu radītās izmaiņas akomodācijas atpalikšanā	22
2.5.6. Akomodācijas darbības izmaiņas konverģences ekscēsa gadījumā	23
2.6. Diskusija	26
2.6.1. Rezultātu radītās neprecizitātes iemesli	32
2.6.2. Kopsavilkums	33
SECINĀJUMI	36
NOBEIGUMS	37
PATEICĪBA	38
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	39

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

AK/A -akomodatīvā konvergēnce/ akomodāciju

AOAM- Air Optix Aqua Multifocal

B↑ - bāze uz augšu

B↓ - bāze uz leju

BĀ – bāze uz āru

BIE – bāze uz iekšu

BM- Biofinity Multifocal

cc – ar korekciju

D – dioptrijs

nc – bez korekcijas

pd- prizmatiskās dioptrijas

SD – standartizkliede

TBUT – *tear breakup time*

IEVADS

Mūsdienās kontaktkorekcija ir populārs ametropijas korekcijas līdzeklis. Ar kontaktlēcām ir iespējams izkorigēt dažādas pakāpes miopiju, hipermetropiju, astigmatismu un presbiopiju. Presbiopijas gadījumā tiek pielietotas multifokālās kontaktlēcas, kur nosaukums nosaka, ka kontaktlēcai ir vairāki fokusi, kuri nodrošina skaidru redzi tālumā, vidus un tuvuma distancē. Savukārt, multifokālās kontaktlēcas pielieto ne tikai presbiopiem pacientiem, aizvien vairāk tās pielieto arī jaunā gadu gājuma cilvēkiem. Ilgstoša redzes slodze tuvumā, nepareiza darba ergonomika rada progresējošus redzes defektus, kuri rezultātā ietekmē akomodācijas darbību.

Costa et al. (2011) veica pētījumu, kurā pārbaudīja multifokālo kontaktlēcū iedarbību uz akomodāciju jauniem cilvēkiem un atrada, ka ar multifokālo kontaktlēcū palīdzību ir iespējams mazināt akomodācijas darbības neprecizitātes. Pētnieki izmantoja kontaktlēcas ar profilu (*profile*) centrā tuvuma distance. Savā pētījumā vēlos noskaidrot, kādas izmaiņas akomodācijas darbībā rada multifokālas kontaktlēcas, ja izvēlamies centrā- tāluma distanci. Pamatā šīs kontaktlēcas iedala divās grupās: centrā tuvuma distance un centrā tāluma distance. Iespējams, tas nav pietiekoši, lai izprastu kontaktlēcas “darbības” būtību, proti, kā kontaktlēca ietekmē akomodācijas atbildi, jo optometrista praksē ir pieejamas dažādas multifokālās kontaktlēcas, te svarīgi būtu saprast vai kontaktlēcas ar profilu centrā -tuvums radīs tādas pašas izmaiņas, kā kontaktlēcas, kur centrā ir tāluma distance.

Kontaktlēcū korekcijas iespējas iet uz priekšu un lai drošāk savā praksē pielietot jaunās metodes veikšu pētījumu, kurā novērtēšu nevis multifokālo kontaktlēcū iedarbību jēdziena plašākajā izpratnē, bet iepriekšminēto kontaktlēcū veidu salīdzināšanu.

Maģistra daba mērķis ir novērtēt akomodācijas atpalikšanu ar dažāda dizaina kontaktlēcām pie dažāda lieluma akomodatīvajiem stimuliem. Mērķa īstenošanai tika izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

1. noteikt akomodācijas atpalikšanas lielumu pie 2,5 D un 4D akomodatīvā stimula;
2. novērtēt un salīdzināt multifokālo kontaktlēcū ietekmi uz akomodācijas atpalikšanu;
3. salīdzināt aditīva efektivitāti sfēriskajās un multifokālajās kontaktlēcās;
4. salīdzināt akomodācijas atpalikšanas izmaiņas, pielietojot multifokālās kontaktlēcas ar dažāda lieluma aditīvu.

1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Akomodācija

Attīstoties optiskajiem instrumentiem, jau no 17.gadsimta sākuma pētnieki pievērsa uzmanību tādām metodēm, kur tiek pielāgots fokuss, lai iegūtu skaidru attēlu, piemēram, teleskopā, uzmanība tika pievērsta arī jautājumam kā cilvēka acis spēj panākt līdzīgu efektu. 1619.gadā tika nodemonstrēta aktīva fokusa darbība, *Descartes* skaidrojums balstījās uz to, ka ir iesaistītas acs lēcas formas un stipruma izmaiņas. (*Charman, 2008*)

Akomodāciju saprot kā procesu, kad mainoties acs lēcas izliekumam, dinamiski mainās acs optiskais stiprums, ar mērķi – saglabāt skaidru attēlu uz tīklenes. Acs optiskā stipruma pieaugums ir sarežģīta kombinācija, ko veido sensoro, neiromuskulāro un biofizikālo fenomenu kompleksu plejāde. Šī procesa rezultātā cilvēks spēj skaidri redzēt gan tālumā, gan tuvumā. (*Benjamin, 2006*)

1.2. Akomodācijas aparāts

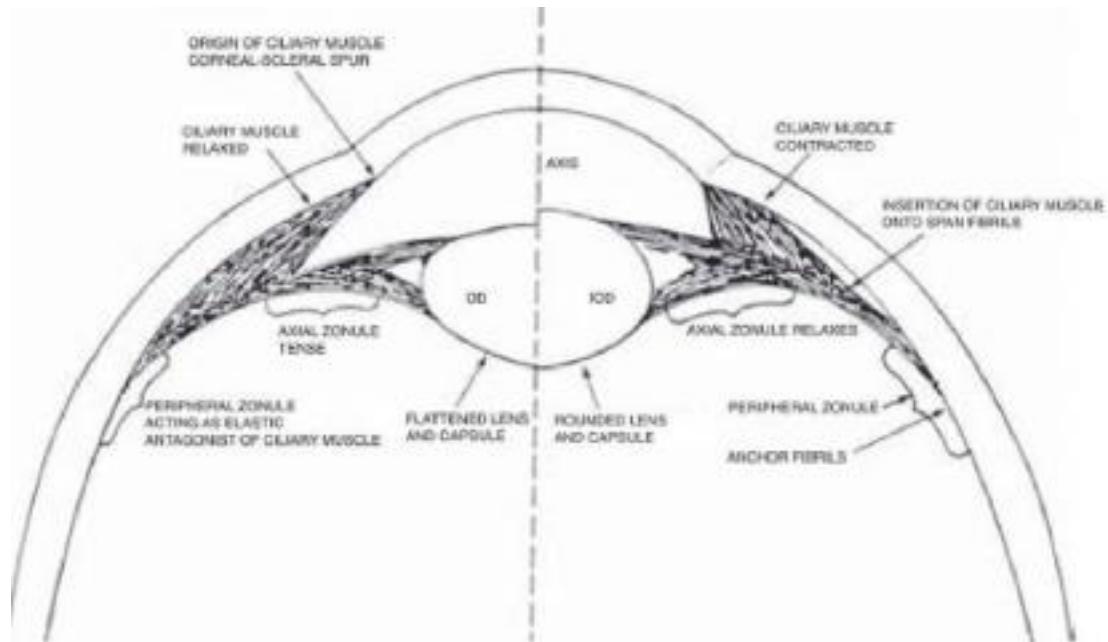
Pēdējo divu gadsimtu laikā, akomodācijas aparāts skaitās viens no vispētītākajiem aspektiem redzes fizioloģijā. Vislielāko ieguldījumu akomodācijas mehānisma izpētē ir devis *Helmholtz*, kurš 1855.gadā noformulējis tās darbību. Pēc viņa domām, cilvēkam, aplūkojot objektus tuvumā, acs lēca paliek biezāka, tās diametrs samazinās, kā rezultātā akomodācijas stiprums pieaug. Ne tik vien acs lēca piedalās akomodācijas mehānismā, akomodāciju nodrošina arī ciliārais muskulis, akomodācijas laikā ciliārais muskulis saraujas, vienlaicīgi atslābst Cinna saites, kas ļauj elastīgai acs lēcas kapsulai izmainīt savu liekuma rādiusu, primāri izmainās lēcas priekšējās virsmas liekuma rādiuss. (*Hartridge, 1925*)

Akomodatīvais aparāts ir redzams attēlā zemāk (skat.1.1.att), izņemot iepriekš aprakstītos mehānismus, darbībā piedalās arī stiklveida ķermenis, sklēra un acs kustības muskuļi (*Kaufman et al., 2011*).

Rezumējot, akomodācijas darbībai ir trīs posmi, kas veido tuvuma triādi:

- lēcas liekuma izmaiņas, akomodējot, acs lēcas biezums pieaug, lēcas priekšējā virsma nobīdās vairāk uz priekšu un, tādejādi, samazinās priekšējās kameras dziļums un lēcas mugurējā virsma aizpilda mugurējās kameras brīvo segmentu, brīdi, kad acs lēcas asfēriskums izmainās;
- zīlītes diametra izmaiņas arī notiek, samazinoties zīlītes diametram, palielinās fokusa dziļums;

- konverģences akomodācija - skatoties tālumā acis atrodas nedaudz diverģentā stāvoklī, kad objekts sāk tuvināties, acs kustību muskuļi pagriež acis konverģentā stāvoklī, lai noturētu fiksāciju abu acu foveolās. (*Kaufman et al., 2011*)



1.1.attēls. Acs anatomiskā uzbūve. Galvenās acs akomodācijas aparāta sastāvdaļas- lēca, ciliārais muskulis (*Benjamin, 2006*).

1.3.Akomodācijas komponentes

Laika gaitā, izpētot akomodācijas darbības principus, tika ieviests jēdziens - akomodācijas atbilde. Tas ir lielums dioptrijās, kas nosaka, cik daudz acs refraktīvais stiprums izmainījās, atkarībā no tā, cik tālu atrodas stimul. Akomodācija var tikt stimulēta dažādos veidos - viens no tiem ir miglains attēls, šo efektu var panākt arī pieliekot abām acīm mīnus lēcas. Lai novērstu radīto defokusu, redzes sistēma sāks akomodēt. Veicot dziļāku akomodācijas darbības mehānismu izpēti, pētnieki atklāja, ka dažādos posmos un apstākļos ir novērojama netipiska akomodācijas atbilde. Piemēram, kad skatīšanās stimula nav (tumsas apstākļos) akomodācija turpina fokusēt. (*Hartridge, 1925*)

Heath 1956. gadā izveidoja klasifikāciju, kur sadalīja akomodāciju funkcionālās daļās, kas kopumā izveido sadalījumu pēc akomodatīvajiem stimuliem:

- toniskā akomodācija - toniskai akomodācijai nav stimula, kas to darbinātu, nav noteikts nedz refrakcijas stāvoklis, nedz specifiskā inervācija. Tā iedarbojas, kad cilvēks skatās tumsā.

Apjoms parasti ir 0,5 - 1,5 D, samazinās līdz ar vecuma izmaiņām acs lēcā. (*Ciuffreda & Kenneth, 2006*);

- reflektīvā akomodācija – automātiska pielāgošanās attālumam, lai novērstu miglainu attēlu aptuveni 2,00 D diapazonā. Šī ir viena no lielākajām un svarīgākajām akomodācijas komponentēm novērojot objektu gan binokulāri, gan monokulāri (*Ciuffreda & Kenneth, 2006*);
- konverģences (verģences) akomodācija – saistās ar akomodācijas ierosinātu akomodatīvo verģenci, ko ierosina abu acu attēla disparitāte (fuzionālā verģence). Tā ir otrā lielākā akomodācijas komponente (*Ciuffreda & Kenneth, 2006*);
- proksimālā akomodācija – tiek stimulēta, ja objekts atrodas tuvāk par trīs metriem. No kopējā akomodācijas apjoma sastāda no četriem līdz desmit procentiem, to mēdz saukt arī par psihisko akomodāciju, jo tiek balstīta uz cilvēka pieredzi par objektu novietojumu (*Ciuffreda & Kenneth, 2006*).

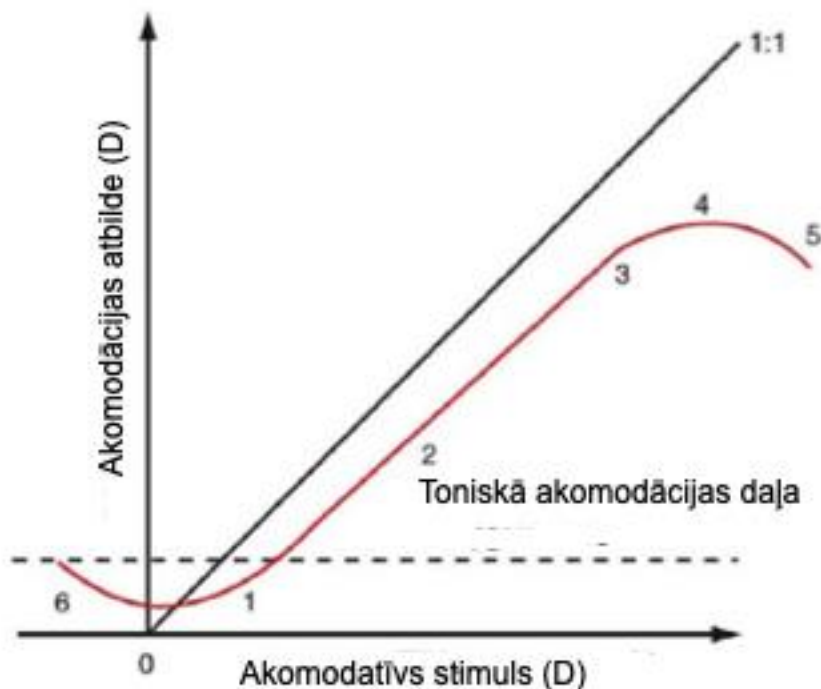
1.4. Akomodācijas raksturojums

Tālākais attālums, kādā cilvēks vēl spēj saskatīt objektu tālumā, tiek saukts par tāluma punktu (*far point*), jeb *punctum remotum*, lai šo objektu varētu saskatīt ciliārā muskuļa parasimpātiskai komponentei jābūt atslābinātai. Brīdī, kad akomodācija tiek darbināta, tuvākais punkts, kurā objekts ir skaidri saskatāms, tiek dēvēts par tuvuma punktu (*near point*), jeb *punctum proximum*. Attālums starp tāluma punktu un tuvuma punktu ir efektīvais akomodācijas diapazons. Starpība refrakcijas stāvoklī divu iepriekš minēto situāciju gadījumā, kad akomodācijas atslābināta ar minimālo refrakciju un sasprindzināta ar maksimālo refrakciju, tiek saukta par akomodācijas amplitūdu. Akomodācija tiek mērīta dioptrijās un mēdz atšķirties atkarībā no acs refrakcijas stāvokļa. Hipermetropijas gadījumā, lai skaidri redzētu tālumā, nepieciešams darbināt savu akomodāciju hipermetropijas apjomā, tāpēc kompensēt savu refrakcijas kļūdu ir vieglāk, nepieciešama lielāka akomodācijas amplitūda. Miopijas gadījumā saskatīt tālus objektus skaidri ir apgrūtināti un akomodācijas darbināšana nelīdz, savukārt, tuvumā veikt darbus ir daudz vieglāk, ja ir emetropija un hipermetropija. (*Abrams, 1993; Goss, 1995*)

1.5. Normāla akomodācijas atbilde

Viena no vissvarīgākajām sakarībām, kura palīdz saprast akomodācijas darbību ir akomodācijas stimula-atbildes funkcija. Melnā līnija attēlo precīzu akomodācijas stimula un

akomodācijas atbildes darbību (skat.1.2.att.). Līkni var nosacīti sadalīt sešās zonās, katra apraksta specifisku akomodācijas darbību. (Benjamin, 2006)



1.6.attēls. Akomodācijas stimula – atbildes funkcija: 1 – toniskās akomodācijas daļa, 2 – lineārā akomodācijas daļa, 3 – nelineārā daļa, 4 un 5 – nelineārā jeb atpalikšanas zona (Benjamin, 2006).

Situācijā, kad akomodācijas stimuls atrodas bezgalībā vai stimula lielums ir nulle dioptrijas, tas nav vienāds ar nulli, bet ar 0,25 -0,33 D. Iepriekš jau tika minēta toniskā akomodācija, tās robežās akomodācija netiek atslābināta līdz galam un atbild uz stimulu – tā ir sākuma nelineāra daļa. Tad seko lineāra daļa, kur var redzēt akomodācijas atbildi dažādos attālumos. Trešā zona, kurā funkcijas slīpums izmainās, ir posms, kad tiek sasniegta individuālā akomodācijas amplitūdas robeža. Pēdējā zona, kurā novirze no melnās līnijas ir vislielākā, attēlo situāciju, kad akomodācijas robeža tiek sasniegta un atbilde ir nemainīga. Šī novirze ir akomodācijas atpalikšana no stimula pieprasījuma (*lag of accommodation*) (Benjamin, 2006).

1.6. Akomodācijas atbildes neprecizitāte (atpalikšana un pārsvars)

Samazinātas akomodācijas spējas ir raksturīgs bērniem un jauniem cilvēkiem aptuveni astoņu procentu gadījumos. (Pettersson et al., 2011). Akomodācijas fokusēšanās kļūdas, kas rodas akomodācijas atpalikšanas gadījumā (*lag of accommodation*) novieto fokusu aiz paredzētā mērķa, un kļūda, kura rodas akomodācijas pārsvara gadījumā (*lead of accommodation*),

novieto fokusu pirms paredzētā mērķa. (Schor, 1999) Akomodācijas atpalikšanas norma, mērot ar NOTT vai MEM retinoskopiju, ir $+0,50 D \pm 0,25 D$ (Kaufman et al., 2011). Pieaugot stimula pieprasījumam pieaug arī akomodācijas atbildes neprecizitāte. Augstas pakāpes miopijas gadījumā biežāk tiek novērota akomodācijas atpalikšana.

Akomodācijas atbildes atpalikšanu ietekmē sfēriskās aberācijas, zīlītes lielums, apmiglojuma adaptācija, binokularitāte/monokularitāte. Binokulāros apstākļos acīm jāakomodē mazāk, jo iesaistās vergence. Ideālā gadījumā akomodācija un vergence strādā līdzsvarā, līdzko rodas disfunkcija, atbildes zem binokulāriem un monokulāriem apstākļiem atšķirsies.

Buehren & Collins (2006) veica pētījumu, kur novērtēja akomodācijas atpalikšanas vai pārsvara ietekmi uz tīklenes attēla kvalitāti. Piemēram, trīs mm liela zīlīte, salīdzinājumā ar citām, platākām zīlītēm, uzrāda daudz labāku tīklenes projicētā attēla kvalitāti. Pie dabīgā izmēra zīlītēm akomodācijas atpalikšana palielinās, kad pieaug negatīvās sfēriskās aberācijas.

Berntsen et al. (2012) savā pētījumā apskatot miopijas ietekmi uz akomodācijas atpalikšanu, secināja, ka, novēršot akomodācijas atpalikšanu, var iegūt mazāk izplūdušu (*blur*) attēlu uz fovejas, kā rezultātā miopijas progresēšanās samazinās. Gwiazda et al. (1993) secina, ka miopijas gadījumā nepieciešams akomodotēt novērojami mazāk nekā emetropijas gadījumā.

Seidemann & Schaeffel (2002) veica līdzīgu pētījumu kā Gwiazda et al. (1993). Viens no variantiem, kā progresēšanu var samazināt ir pozitīvo lēcu pielietošana, kā piemēru, autors min progresīvo briļļu lēcas. Pētījumu rezultāti ir pretrunīgi, daži novēro būtisku uzlabojumu, dažiem neizdodas panākt vēlamu rezultātu. Autori min divus iespējamus iemeslus tādiem rezultātiem: akomodācijas atpalikšana bija neliela, lai varētu būt nozīmīga, vai arī briļļu lēcas nenovirza fokusa plakni atpakaļ uz tīklieni. Iegūstot rezultātus, autors secina, ka zīlītes sašaurinās aplūkojot objektus tuvumā, tas ir novērojams cilvēkiem pēc 20 gadu vecuma. Kad zīlīte sašaurinās, fokusa dziļums pieaug, sagaidāms, ka var pieaugt akomodācijas atpalikšana no stimula pieprasījuma. Autori noraida šo teoriju, nav novērojama korelācija starp zīlītes izmēru un akomodācijas atpalikšanu vai pārsvaru, kas nozīmē, ka fokusa dziļums nav nozīmīgs faktors.

Akomodācijas darbība nav tik vienkāršs process, nav viennozīmīgas atbildes, kas izraisa akomodācijas darbības neprecizitāti. Svarīgi izvērtēt katru gadījumu un ņemt vērā, ka šie iemesli var būt vairāki. (Heron & Winn, 1989)

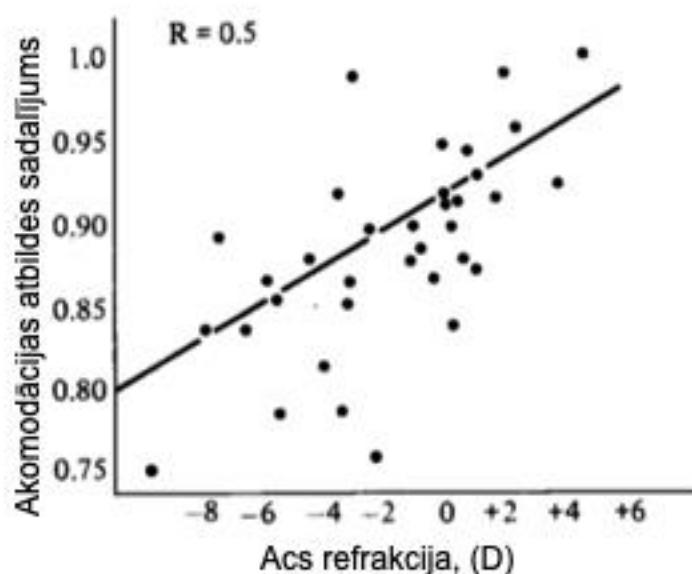
1.7. Akomodācijas atbilde pie dažāda veida ametropijām

McBrient & Millodot (1985) savā pētījumā apskatījās akomodācijas atbildi atkarībā no acs refrakcijas kļūdas. Pētnieki sadalīja dalībniekus četrās grupās: hipermetropija, emetropija,

“senā” miopija (miopija parādījās 13 gados un ātrāk), “jaunā” miopija (miopija parādījās 15 gados un vēlāk). Tāds miopijas grupu sadalījums tiek skaidrots ar to, ka miopija, kura parādās pēc 15 gadu vecuma, korelē ar tuvuma darba pieaugumu. Pētnieki jau ilgu laiku cenšas noskaidrot miopijas etioloģiju.

Vairāki pētījumi parāda korelāciju starp tuvuma darbu apjoma pieaugšanu un miopijas progresēšanu. Ilgu laiku pastāvēja viedoklis, ka ilgstoši strādājot tuvumā akomodācijas pakļaujas sava veida mehāniskajam stresam. (*Seidemann & Schaeffel, 2003*)

Visiem dalībniekiem tika piemeklēta korekcija - mīkstās kontaktlēcas, tātad - verteks distance ir nulle, kas ļauj iegūto mērījumu pieņemt kā akomodācijas atbildi. Mērījums tika nolasīts no abām acīm, bet datu analīzē tika iekļauts mērījums tikai no kreisās acs. Galvenie secinājumi: “seniem” miopiem akomodācijas atpalikšana (*lag*) ir lielāka, salīdzinot ar pārējām dalībnieku grupām. (*McBrient & Millodot, 1985*)



1.3.attēls. Akomodācijas atbildes sadalījums atkarībā no acs refrakcijas stāvokļa (*McBrient & Millodot, 1985*).

Statistiski būtiski atšķirīgi rezultāti tika iegūti ar 5,00 D un 4,00 D stimuliem. 4,00 D stimula gadījumā rezultāti atšķīrās salīdzinot dalībniekus ar hipermetropu acs refrakciju un dalībniekus, kam ir emetropija ar “seno” miopiju. 5,00 D stimula gadījumā rezultāti atšķīrās salīdzinot dalībnieku grupas ar hipermetropu acs refrakciju un emetropiju ar “seno” miopiju.

Autori atzīst, ka refrakcijas kļūda ietekmē akomodācijas atbildi. Ir novērojama korelācija starp ametropiju un akomodācija atbildes sadalījumu (skat.1.3.att.). Emetropijas un hipermetropijas gadījumā izkliede ir mazāka nekā miopijas gadījumā, var secināt, ka traucēta

akomodācijas darbība ietekmēs miopijas attīstīšanos vairāk, nekā emetropijas un hipermetropijas gadījumā. (*McBrient & Millodot, 1985*)

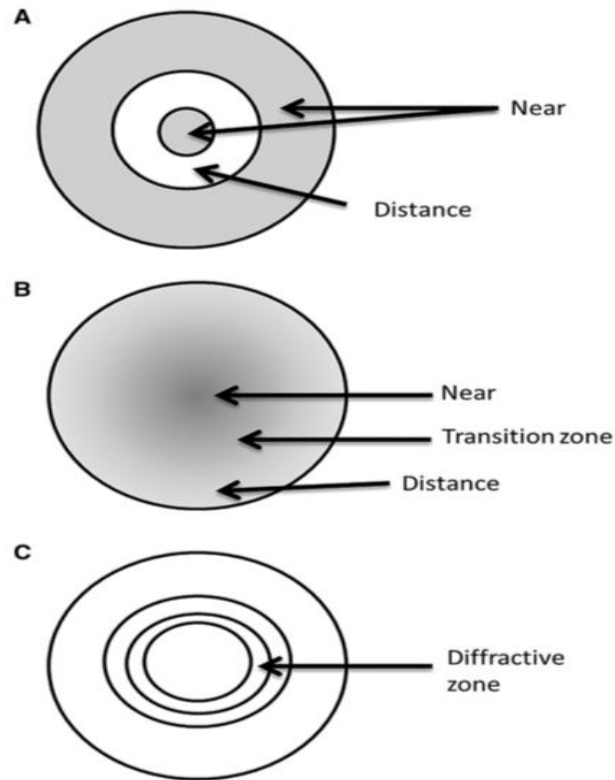
1.8. Multifokālo kontaktlēcu dizains

Šobrīd aizvien vairāk cilvēku izvēlās kā korekcijas līdzekli mīkstās kontaktlēcas. Pirmās hidrogēlās multifokālas un bifokālās kontaktlēcas tika atklātas 1970.gadā (*Josephson & Caffery, 1970; Ciuffreda & Vasudevan, 2008*).

Šai izvēlei ir vairākas priekšrocības, piemēram, nav briļļu radītās optiskās aberācijas, novērsta gaismas atstarošanās no lēcas, novērsts briļļu lēcu palielinājums, neierobežots redzes lauks (tik cik ierobežo acu kustības). Pēdējos gados pieaug multifokālo kontaktlēcu lietotāju skaits, pamatā šo kontaktlēcu lietotāji ir cilvēki presbiopijas vecumā, kuriem akomodācijas darbība samazinās un ir nepieciešams aditīvs. Ražotāji piedāvā dažāda dizaina kontaktlēcas atkarībā no cilvēka refrakcijas stāvokļa. Multifokālās kontaktlēcas piedāvā skaidru redzi vairāk kā divās distancēs, šo kontaktlēcu dizains ir sarežģīts, tāpēc tiek ražotas jaunas inovatīvā dizaina lēcas, lai redze būtu skaidra gan lasot, gan aplūkojot ainavas, gan strādājot pie datora. (*Josephson & Caffery, 1970; Plainis et al., 2013*)

Pastāv trīs pamatdizaini, tos mēdz apvienot, veidojot kombinētus:

- koncentrisks dizains (skat.1.4.att.) – kontaktlēca ir izveidota no vairākām mainīgām zonām, centra, tuvuma vai tāluma zona, tad seko vidējā attāluma redzes zona un trešā (lēcas malā) ir tuvuma vai tāluma zona. (*Efron, 2010*);
- asfēriskais dizains (skat.1.4.att.) – ģeometriskajā centrā ir lielākais “ pluss ” stiprums, uz perifēriju pakāpeniski samazinās, kas ietver kontrolētu negatīvo sfērisko aberāciju daudzumu. Gaismas stari, kas nāk no tuviem objektiem, iet caur kontaktlēcas centru un projicējas uz tīklenes kā skaidrs attēls, savukārt, stari, kas nāk caur kontaktlēcas perifēriju, konkurē ar tiem, jo projicējas uz tīklenes kā neskaidrs objekta attēls. Gadījumā, kad centrā ir tāluma zona, tiek kontrolētas pozitīvās sfēriskās aberācijas. (*Perez-Prados et al., 2016*);
- difraktīvais dizains (skat.1.4.att.) – kontaktlēca ir izveidota no koncentriskām zonām, katrā ir iestrādāts noteikts lēcas stiprums savai skatīšanas distancei, parasti centrā ir tāluma zona. Šobrīd difraktīvā dizaina kontaktlēcas nav pieejamas vairāku trūkumu dēļ, kas apgrūtina pielaikošanu un pierašanu un neapmierina lietotāju vajadzības. (*Perez-Prados et al., 2016*)



1.4.attēls. Dažāda dizaina multifokālo kontaktlēcu uzbūve (Perez-Prados et al.,2016).

Perez-Prados et al. (2016) apkopojā galvenus faktorū, kas ietekmē veiksmīgu multifokālo kontaktlēcu pielaiķošanu:

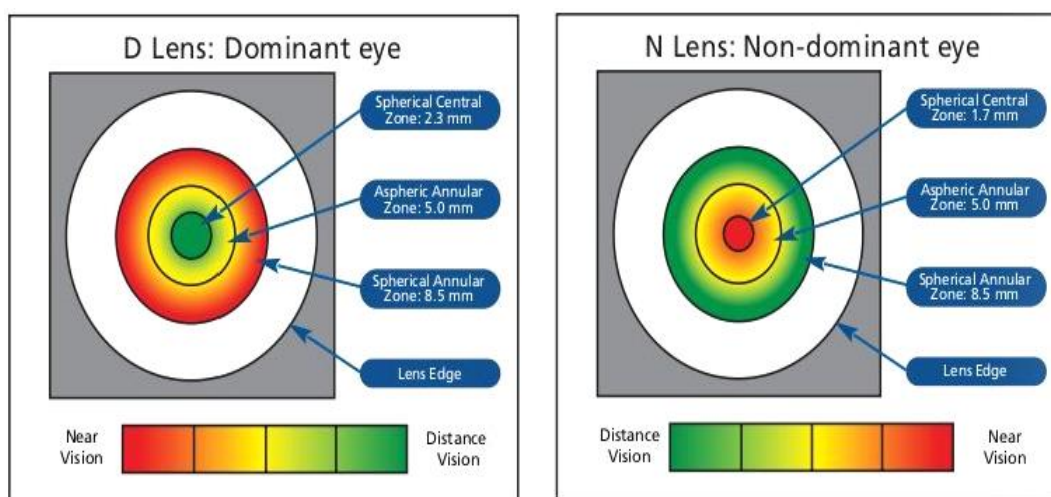
- okulārā anamnēze bez patoloģijām;
- astigmātisms (mazāks par 1,00 D cyl);
- asaru sastāvs (BUT \geq 10 s);
- zīlītes diametrs:
 - asfēriskā dizaina kontaktlēcās zīlītes diametrs nedrīkst būt vairāk par pieciem milimetriem. Multizonālā dizaina kontaktlēcas nav tik ļoti atkarīgas no zīlītes izmaiņām un spēj adekvāti pielāgoties;
- acs dominance:
 - nepieciešama, kad tiek kombinēti dažāda dizaina kontaktlēcas vai arī aditīvi ir dažādi. Motorās un sensorās acs noteikšana kontaktlēcas izvēlē var uzlabot redzes asumu un kontrastjūtību;
- sfēriskās aberācija:
 - kontaktlēcām, kurām centrā ir tuvuma zona, ir negatīvās sfēriskās aberācijas un tāpēc acs – lēca kombinācijai šo aberāciju daudzums ir mazāks. (Trusit, 2015)

Vairākums no šobrīd pieejamām multifokālajām kontaktlēcām ir asfērisks dizains, centrā ir tuvuma zona (skat.1.2.tab.). Dažiem ražotājiem ir pieejamas asfēriska dizaina kontaktlēcas, bet centrā ar iestrādātu tāluma distanci, piemēram, *Biofinity multifocal*. Bieži ražotāji apvieno asfērisku un koncentrisko dizainu, veidojot vienu kontaktlēcas virsmu sfērisku un otru asfērisku. (Perez-Prados et al., 2016)

1.8.1. *Biofinity Multifocal* kontaktlēcas

Ir kombinētā dizaina kontaktlēcas, ir veidotas no sfēriskas un asfēriskas virsmas, priekšējā virsma uz perifēriju kļūst vairāk izliekta, bet aizmugurējā - otrādi - kļūst plakanāka (Efron, 2010). Kontaktlēca ar centra- tāluma distanci (D) *Biofinity Multifocal Dominant*, kura jāaizvēlas vadošai acij. Centrs- tuvums (N) jāaizvēlas nevadošajai acij, ar domu, ka pateicoties binokulārai summācijai, tiks iegūts labs redzes asums visās distancēs, binokulāros apstākļos. (Phillips & Speedwell, 2007)

Centra distances lielums kontaktlēcās D un N tipa atšķirās (skat.1.5.att), lai panāktu vēl labāku redzes asumu. *Biofinity Multifocal Dominant* centra diametrs ir 2,3 mm, savukārt, *Biofinity Multifocal Non-dominant* centrālās zonas diametrs ir 1,7 mm. (Phillips & Speedwell, 2007) Daniels et al.,(2002) atklāja, ka 20-40% pacientiem tiek panākts labāks redzes asums, ja katrai acij tiek izvēlētas dažāda dizaina kontaktlēcas – vienai acij lēcu ar dizainu centrā tāluma un otru ar dizainu centrā tuvums. Multifokālās lēcas ir pieejamas diapazonā no +6,00D līdz -10,00 D (ar soli 0,50 D pēc -6,00 D un 4 aditīva stiprumi (+1,00D, +1,50D, +2,00D, +2,50D). (Trusit, 2015)

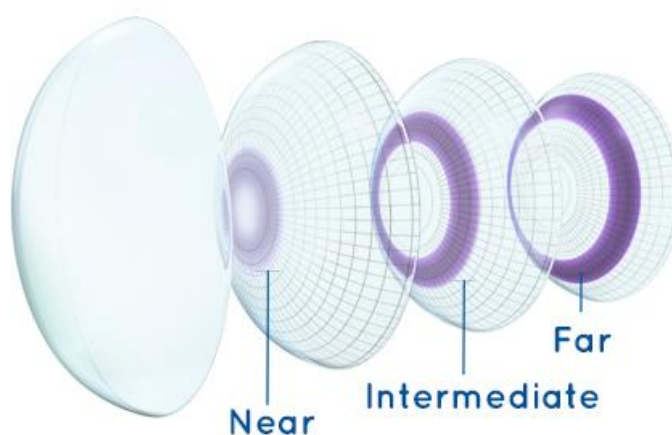


1.5.attēls. Kontaktlēcas *Biofinity Multifocal Dominant & Non-dominant* dizaina raksturlielumi. (Phillips & Speedwell, 2007).

1.8.2. Air Optix Aqua Multifocal kontaktlēcas

Air Optix Multifocal kontaktlēcas ir silikonhidrogēlas kontaktlēcas, izveidotas no *Lotrafilcon B* materiāla. Asfēriska dizaina kontaktlēca, centra - tuvums, veidota no zonām, stiprums pakāpeniski samazinās, nodrošinot skaidru redzi arī tālumā (skat.1.6.att.).

Multifokālās lēcas ir pieejamas diapazonā no +6,00D līdz -10,00 D un trīs aditīva stiprumi: *low* (no 0 līdz +1,25 D), *med* (no +1,25 līdz +2,00 D), *high* (no +2,00 līdz +2,50 D). Aditīva stiprumi ir izveidoti ar pakāpenisku pāreju, lai pacientam būtu vieglāk pierast un šī pāreja neliktos tik strauja. (Kim et al., 2017)



1.6.attēls. Air Optix Multifocal kontaktlēcu dizains. (Alcon Eye Care, 2016)

1.1.tabula

Populārāko multifokālo lēcu parametru apkopojums (Kim et al., 2017; Phillips & Speedwell, 2007; Trusit, 2015)

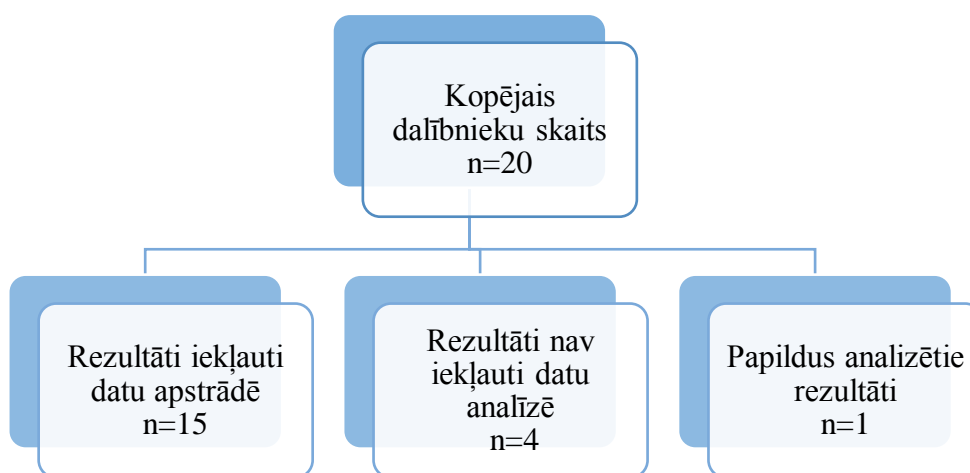
Nosaukums	Materiāls	Lietošanas laiks	Dizains	Stiprumu diapazons (D)	Aditīva lielums (D)
<i>Biofinity Multifocal</i>	<i>Comfilcon A</i>	viens mēnesis	D - centrā tālums; N- centrā tuvuma multizonāl, kombinēts dizains	līdz +6,00 līdz -10,00	No +1,00 līdz +2,50 (ar soli 0,50)
<i>Air Optix Aqua Multifocal</i>	<i>Lotrafilcon B</i>	viens mēnesis	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +6,00 līdz -10,00	<i>Low</i> (L) (līdz +1,00); <i>MEDIUM</i> (M) (no +1,25 līdz +2,00) <i>HIGH</i> (H) (no +2,00)

<i>PureVision Multi-Focal</i>	<i>Balafilcon A</i>	viens mēnesis	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +6,00 līdz -10,00	<i>LOW</i> (līdz +1,50) <i>HIGH</i> (no +1,75 līdz +2,50)
<i>SofLens Multi-Focal</i>	<i>Polymacon</i>	viens mēnesis	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +6,00 līdz -7,00	<i>LOW</i> (līdz +1,50) <i>HIGH</i> (no +1,75 līdz +2,50)
<i>Proclear Multifocal</i>	<i>Omafilcon B</i>	viens mēnesis	D - centrā tālums; N-centrā tuvuma multizonāla, kombinēts dizains	līdz +20,00 līdz -20,00	No +1,00 līdz +4,00 (ar soli 0,50)
<i>Proclear Multifocal One Day</i>	<i>Omafilcon A</i>	viena diena	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +6,00 līdz -10,00	Līdz +2,50
<i>Dailies Total 1 Multifocal</i>	<i>Delefilcon A</i>	viena diena	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +6,00 līdz -10,00	(<i>LO</i>) (līdz +1,25) (<i>MED</i>) (no +1,50 līdz +2,00) (<i>HI</i>) (no +2,25 līdz +2,50)
<i>1-Day Acuvue Moist Multifocal</i>	<i>Etafilcon A</i>	viena diena	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +6,00; līdz -10,00	<i>LOW</i> (no +0,75 līdz +1,25); <i>MID</i> (no +1,50 līdz +1,75) & <i>HIGH</i> (no +2,00 līdz +2,50)
<i>Dailies AquaComfort Plus Multifocal</i>	<i>Nelfilcon A</i>	viena diena	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +6,00 līdz -9,00	<i>LOW</i> (līdz +1,25); <i>MED</i> (līdz +2,00) & <i>HIGH</i> (līdz +2,50)
<i>Clariti 1Day Multifocal</i>	<i>Somofilcon A</i>	viena diena	Centrā tuvuma zona, asfēriska	līdz +5,00 līdz -6,00	<i>LOW</i> (līdz +2,25) & <i>HIGH</i> (līdz +3,00)
<i>Acuvue Oasys for Presbiopia</i>	<i>Senofilvon A</i>	divas nedēļas	Centrā tāluma zona, zonāla-asfēriska	līdz +6,00 līdz -10,00	<i>LOW</i> (līdz +1,50); <i>MID</i> (līdz +1,75) & <i>HIGH</i> (līdz +2,50)

2. PĒTĪJUMA DAĻA

2.1. Pētījuma dalībnieki

Pētījumā piedalījās 20 dalībnieki – 19 sievietes un 1 vīrietis, vecumā no 21 līdz 28 gadiem (vidējais vecums: 24 ± 1 gads). Visi dalībnieki ir emetropi ar refrakcijas sfērisko ekvivalentu, kas nepārsniedz $\pm 0,50$ D, kuri ikdienā nelieto ametropijas korekciju. Bez redzes patoloģijām, ar redzes asumus tālumā un tuvumā vismaz 1,0 dec.vien. Dalībnieki mutiski apstiprināja, ka nelieto recepšu medikamentus un viņu acu veselība ir laba.



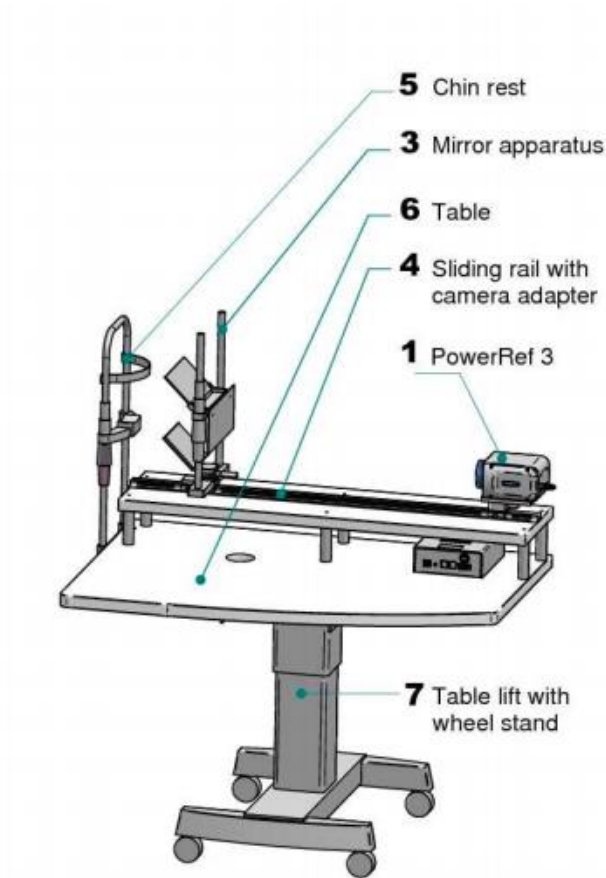
2.1.att. Dalībnieku sadalījums. Kopējais skaits – 20 dalībnieki.

No 20 dalībniekiem datu apstrādē ir iekļauti 15 cilvēku iegūtie rezultāti, tā kā tie piedalījās visos pētījuma daļas posmos, respektīvi, vienam dalībniekam tika veikti mērījumi ar visām sešām kontaktlēcām. Secinājumi tika balstīti šo dalībnieku rezultātos. Četriem pētījuma dalībniekiem dažādu iemeslu dēļ (neizdevās ielikt kontaktlēcu, centrēšanas nav atbilstoša) neizdevās veikt visus nepieciešamos mērījumus, dati tika iegūti nepilnīgi, pieņemti kā maz ticami, līdz ar tie netika analizēti (skat.2.1.att.). Viena dalībnieka pētījumā iegūtie rezultāti tika apskatīti atsevišķi, kā papildinājums, jo redzes pārbaudes gaitā radās aizdomas par konverģences ekscesu, kādēļ tika veikti visi nepieciešamie mērījumi pētījuma ietvaros.

2.2. Iekārtas apraksts

Datu iegūšanai tika izmantota iekārta “*PowerRef 3*” – ekscentriskais fotorefraktometrs. Galvenā *PowerRefractor* funkcija ir nomērīt akomodāciju reālajā laikā, nodrošina zīlītes diametra mērījumu skotopiskos, mezopiskos un fotopiskos apstākļos. Iekārta pamatā sastāv no kameras un sistēmas. Ērtībai var izmantot galdu, kur ir iespējams pielāgot augstumu.

Uz galda ir novietots zoda balsts, spoguļu sistēma (skat.2.2.att.) un sliede ar kameras adapteri. (*Plusoptix Inc*, 2018).



2.2.att. “PowerRef 3” iekārtas attēlojums. 1. “PowerRef 3” 3. Spoguļu sistēma 4. Sliede ar kameras adapteri 5. Zoda balsts 6. Galds 7. Galds ar augstuma regulēšanas iespēju. (*Plusoptix Inc*, 2018)

2.2.1. Iekārtas specifikācija

2.1.tabula.

“PowerRef 3” iekārtas iespējamo parametru mērīšana un to parametri (*Plusoptix Inc*, 2018).

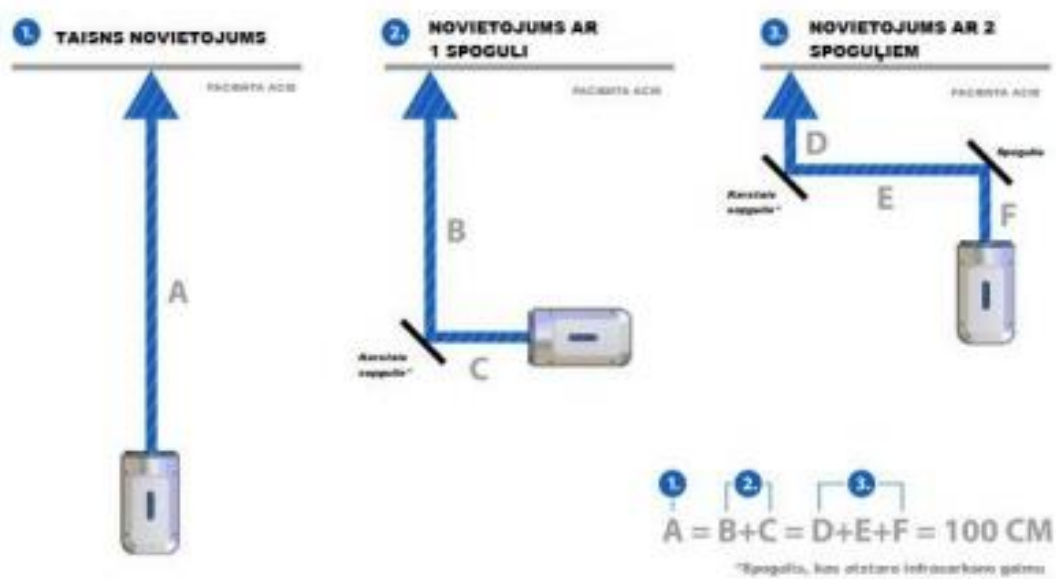
Refrakcija (vertikālais meridiāns)	Binokulāri un monokulāri
Sfēriskais diapazons	+5,00/-7,00 D, ar soli 0,01 D
Zīlītes izmērs	4,0-8,0 mm, ar soli 0,1 mm ± 10 %
Zīlītes attālums	mm, ar soli 1,0 mm ± 10%
Mērījuma biežums	0,02 s (50 Hz)
Mērījuma attālums	1 m (± 5 cm)
Mērījuma apstākļi	Binokulāri, dinamiskā fotoskiaskopija

“PowerRef 3 ” dati tiek saglabāti kā *csv-file* un satur sekojošo informāciju:

- laiks (ms);
- spožums (%);
- zīlītes fiksācija (1- ir atrasta; 0- zīlīte nav atrasta);
- zīlītes izmērs (mm);
- zīlītes spožums (DU) ;
- horizontālais un vertikālais Purkinje attēls (px);
- horizontāla un vertikālā decentrācija (px);
- refrakcija (D). (*Plusoptix Inc*, 2018)

Attālums no pētījuma dalībnieka līdz kamerai netika mainīts, gadījumā, ja kamera atrodas pretī novērotājam, attālums no cilvēka līdz kamerai ir 100 cm. Pētījuma darba gaitā tika izmantota darba shēma, kura redzama 2.3.att. zem numura viens (pa kreisi).

Pēc nepieciešamības, ir iespējams papildus izmantot vairākus spoguļus (skat.2.3.att), ja kameru ir nepieciešams novietot tuvāk. (*Plusoptix Inc*, 2018)



2.3.att. Kameras izvietošanas iespējas. 1.Kamera ir taisni pretī novērotājam. 2.Kamera ir perpendikulāri novērotājam, tiek izmantots viens spogulis. 3.Kamera ir paralēli novērotājam, tiek pielietota divu spoguļu sistēma (*Plusoptix Inc*, 2018).

2.3.Pētījuma gaita

Pētījuma norise ir saskaņota ar LU EKMI Zinātniskās izpētes ētikas komisiju. Pirms mērījuma uzsākšanas dalībniekam tiek novērtēts redzes asums tālumā un tuvumā bez

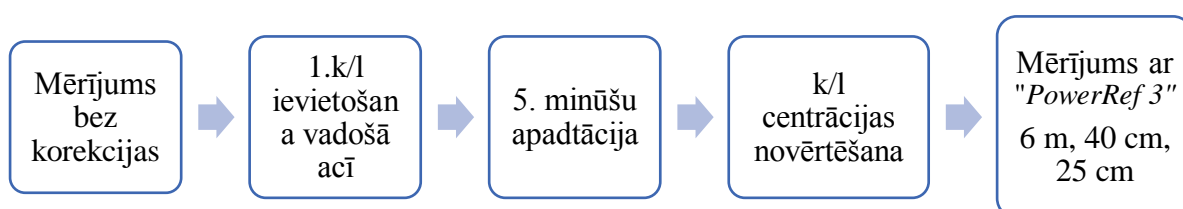
korekcijas, veikta ametropijas korekcija ar apmigošanas tehniku. Tika noteikta sensorā vadošā acs tuvumā, novērtētas acs priekšējās struktūras biomikroskopā. Pēc tam tika veikts pirmais mērījums bez korekcijas, tad vadošā acī tika ievietota pirmā kontaktlēca.

Pēc katras kontaktlēcas ievietošanas acī tika dotas piecu minūšu adaptācija, lai samazinātos reflektorā mirkšķināšana un asarošana, kontaktlēca iecentrētos. Centrēšanās tika novērtēta biomikroskopā. Kopumā katram dalībniekam tika ievietotas sešas kontaktlēcas, kontaktlēcū secība tika mainīta (skat.2.4.att.). Pēc kontaktlēcas ievietošanas acī dalībnieks tika nosēdināts taisni pretī kamerai (skat.2.3.att.), dalībnieka uzdevums bija aizklāt nevadošo aci ar aizklājēju un desmit sekundes fiksēt skatu uz stimulu (skat.2.5.att.), cenšoties nemirkšķināt. Katram dalībniekam tika iegūts 21 fails ar mērījuma datiem.

2.3.1. Kontaktlēcas

Pētījumam tika izmantotas sekojošās kontaktlēcas:

- *Air Optix Aqua Multifocal sph.: planum*, aditīvs *Medium* (B.C. 8.6, DIA 14.2);
- *Air Optix Aqua Multifocal sph.: planum*, aditīvs *High* (B.C. 8.6, DIA 14.2);
- *Biofinity Multifocal (D) sph.: planum*, aditīvs 1,50 D (B.C. 8.6, DIA 14.0);
- *Biofinity Multifocal (D) sph.: planum*, aditīvs 2,00 D (B.C. 8.6, DIA 14.0);
- *Biofinity +1,50*; (B.C. 8.6, DIA 14.0);
- *Biofinity +2,50*; (B.C. 8.6, DIA 14.0).

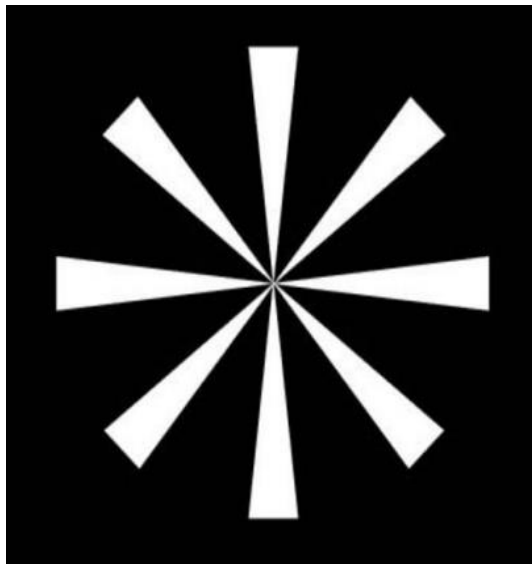


2.4. att. Pētījuma darba gaita (no kreisās uz labo pusi). Iekš otrā posma kontaktlēcū ievietošanas secība tika mainīta, atlikušie pieci nemainīgi.

2.3.2. Stimuls

Pēc vienas acs aizklāšanas desmit sekunžu laikā tika reģistrēti mērījuma rezultāti ar programmu *Standart_10s*, vidēji 500 vērtības katram mērījumam. Stimuls tika novietots sešu metru attālumā no novērotājā, simulējot bezgalību. Pēc mērījuma veikšanas stimuls tika pārvietots 40 cm un pēc tam 25 cm attālumā no novērotāja un reģistrēts rezultāts.

Stimula izmērs uz tīklenes atbilst diviem grādiem, katrā mērījuma attālumā stimula izmērs tika pārrēķināts. Sešu metru attālumā stimula izmērs -13,6x13,6 cm, 40 cm attālumā - 1,36x1,36 cm un 25 cm attālumā stimula izmērs bija 0,86x0,86 cm. Stimula piemēru var redzēt 2.5. attēlā.



2.4.att. Stimula piemērs. (Kang & Wildsoet, 2016)

Akomodācijas atpalikšanas aprēķins:

Tā kā novērošanas stimuli tika izvietoti 25 cm un 40 cm attālumā no novērotāja, tad teorētiskais akomodācijas pieprasījums 25 cm ir vienāds ar 2,5 D un 40 cm ir 4 D pieprasījums. Ar “PowerRef 3” iekārtu novērtējām reālo akomodācijas atbildi uz konkrēto stimulu. Akomodācijas atpalikšanas tika aprēķināta, kā teorētiskā akomodācijas stimula pieprasījuma apjoma starpība ar nomērīto akomodācijas atbildi.

2.4.Datu apstrāde

Dati tika analizēti *Microsoft Excel* datorprogrammā, izmantojot aprakstošo statistiku (*Descriptive statistics*). Pirmais mērķis ir apskatīt vai bez korekcijas iegūtie rezultāti ir statistiski būtiski atšķirīgi nekā ar kontaktlēcām. Tika izmantots divu faktoru dispersijas analīzes tests *Anova* (angļu val: *Anova: two-factor with replication*), kas salīdzina vidējās vērtības. (Tarrant et al., 2008)

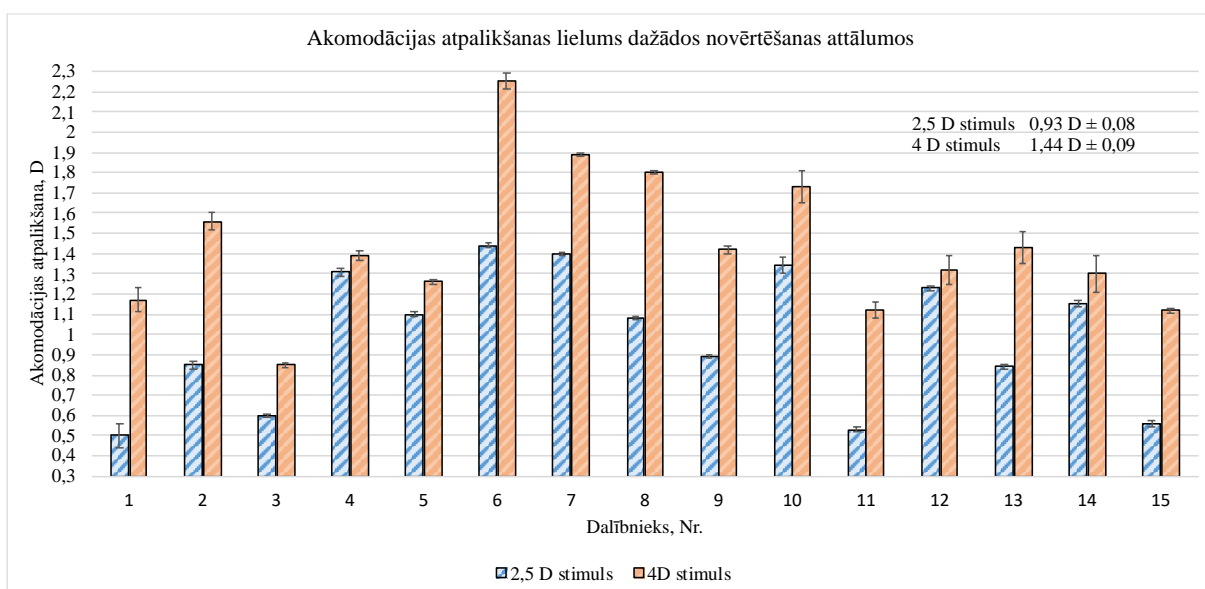
Kad parādīts, ka ir atšķirība pret bez korekciju rezultātiem, tad savā starpā tika salīdzinātas izmantojamo kontaktlēcu veids (profils) un mērījuma attālums (25 vai 40 cm). Vidējo vērtību salīdzināšanai tika izmantots t-tests (angļu val: *t-test: Paired Two Sample for Means*), pirms tika pārbaudīts, ka mērījumu rezultātu biežuma sadalījums atbilst normāla

sadalījuma likumībām. Iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar neparametrisko testu iegūtiem rezultātiem *Wilcoxon signed-rank test* vērtības ir līdzīgas.

2.5. Rezultāti un to analīze

2.5.1. Akomodācijas darbība dažādos skatīšanās attālumos

Pirms kontaktlēcu ievietošanas monokulāri vadošai acij tika noteikta akomodācijas atbilde uz stimulu bez korekcijas. Veicot akomodācijas atpalikšanas aprēķinu visiem dalībniekiem (n=15), tika atklāts, ka, palielinoties akomodācijas stimula pieprasījumam, atpalikšana arī pieaug.

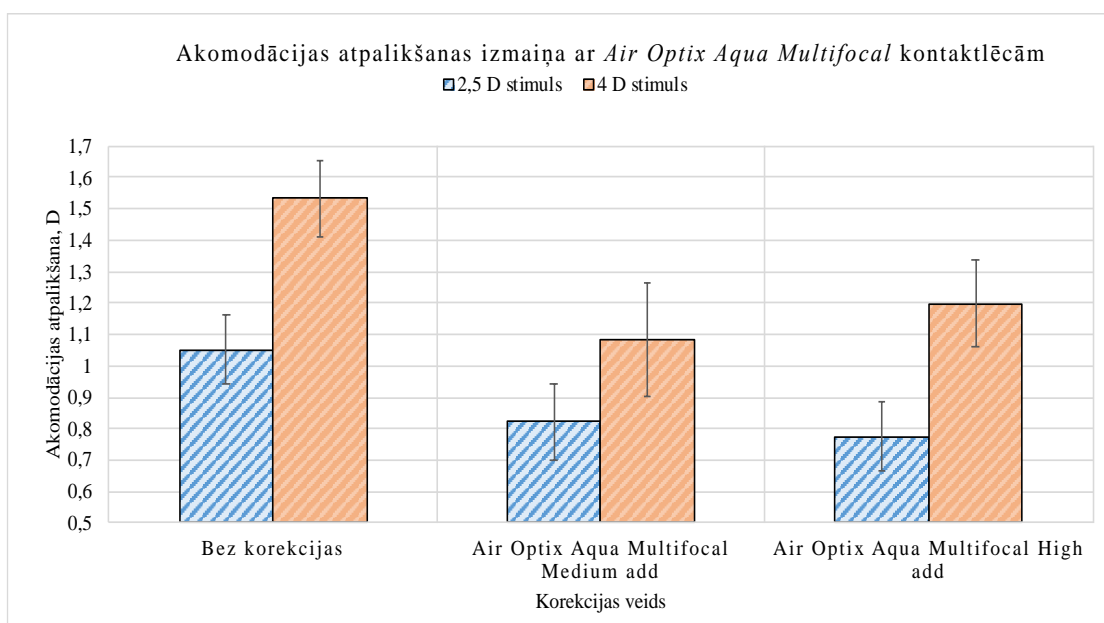


2.6.att. Katra dalībnieka akomodācijas atpalikšanas lielums 25 cm (4D stimuls) un 40 cm (2,5 D stimuls).

Vidējā akomodācijas atpalikšana 40 cm (2,5 D) ir $0,93\text{ D} \pm 0,08\text{ D}$ un 25 cm (4 D) ir $1,44\text{ D} \pm 0,09\text{ D}$, (skat.2.6.att.) novērojama statistiski nozīmīga atšķirība starp abiem rezultātiem ($p=0,005$). Tādējādi pierādot arī *Seideman & Schaeffel* (2002) veiktā pētījuma rezultātus, ka darbs tuvumā pakļauj acis sava veida “stresam” un, samazinot attālumu starp novērotāju un objektu, “stress” palielinās. *Tarrant et al.* (2008) pētīja akomodācijas atbildi emetropiem un miopiem jauniem cilvēkiem ar bifokālām kontaktlēcām. Mērījumus veica binokulāri un monokulāri, lai ierobežotu konverģences iesaistīšanos akomodācijā. Lai izslēgtu zīlītes izmaiņu iesaistīšanos, mērīja akomodācijas atbildi ar sfēriskām lēcām. Galvenie secinājumi: pieaugot pieprasījumam (samazinot fiksācijas distanci), akomodācijas atbilde paliek arvien neprecīzāka. Akomodāciju atbildi mērīja 100, 50, 33 un 25 cm, pētnieki salīdzināja neprecizitāti gan monokulāros, gan binokulāros apstākļos.

2.5.2. Akomodācijas atpalikšana ar *Air Optix Aqua Multifocal*

Salīdzinot akomodācijas atpalikšanas lielumu vidēji visiem dalībniekiem (n=10) bez korekcijas 2,5 D stimula gadījumā tā ir vienāda ar $1,05\text{ D} \pm 0,11\text{ D}$ un 4,0 D gadījumā – $1,53\text{ D} \pm 0,12\text{ D}$ (skat.2.7.att.), starpība ir statistiski būtiska ($p=0,00006$). Uzliekot multifokālo kontaktlēcu *Air Optix Aqua* ar aditīva lielumu *Medium* (vidējs) atpalikšana 2,5D stimula gadījumā ir $0,82\text{ D} \pm 0,12\text{ D}$ un 4,0 D stimula gadījumā ir $1,09\text{ D} \pm 0,18\text{ D}$. Rezultāts ir statistiski būtiski nozīmīgs, ja salīdzinām rezultātus starp bez korekcijas un ar kontaktlēcu ($p=0,03$). Savukārt, ja paskatāmies rezultātu atšķirību starp stimuliem, tad tā nav statistiski būtiska ($p=0,06$).



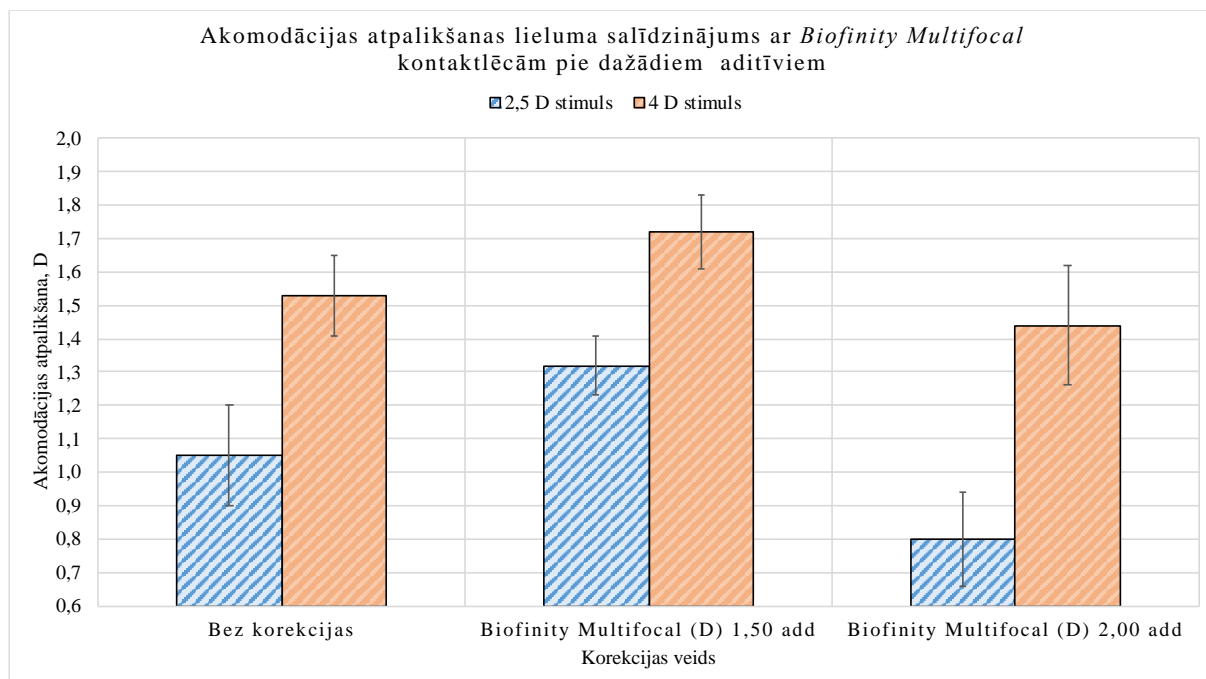
2.7.att. Akomodācijas atpalikšanas izmaiņa ar *Air Optix Multifocal* kontaktlēcām 40 un 25 cm attālumā ar dažāda stipruma aditīviem.

Izmantojot tās pašas kontaktlēcas ar aditīvu *High* (liels), arī iegūstam akomodācijas atpalikšanas samazināšanos. 2,5 D stimula gadījumā vienāda ar $0,77\text{ D} \pm 0,11\text{ D}$ un 4,0 D stimula gadījumā – $1,20\text{ D} \pm 0,14\text{ D}$. Salīdzinot ar rezultātiem bez korekcijas, var secināt, ka kontaktlēcas būtiski izmaina atpalikšanu ($p=0,006$). No grafika var redzēt, ka aditīva pielietošana kontaktlēcās samazina atpalikšanu abu stimulu gadījumā, savukārt, aditīvs *Medium* (vidējs) pat nedaudz vairāk nekā aditīvs *High* (liels). Būtiskas atšķirības starp abu aditīvu efektivitātes nav ($p=0,07$).

2.5.3. Akomodācijas atpalikšana ar *Biofinity Multifocal*

Salīdzinot akomodācijas atpalikšanu bez korekcijas un ar kontaktlēcu (aditīvs 1,50), iegūstam, ka atpalikšana palielinās. 4,0D stimula gadījumā – $1,72\text{ D} \pm 0,15\text{ D}$ un 2,5D stimulam – $1,32\text{ D} \pm 0,09\text{ D}$ (skat.2.8.att.). Nav novērojama statistiski būtiska atšķirība starp rezultātu bez

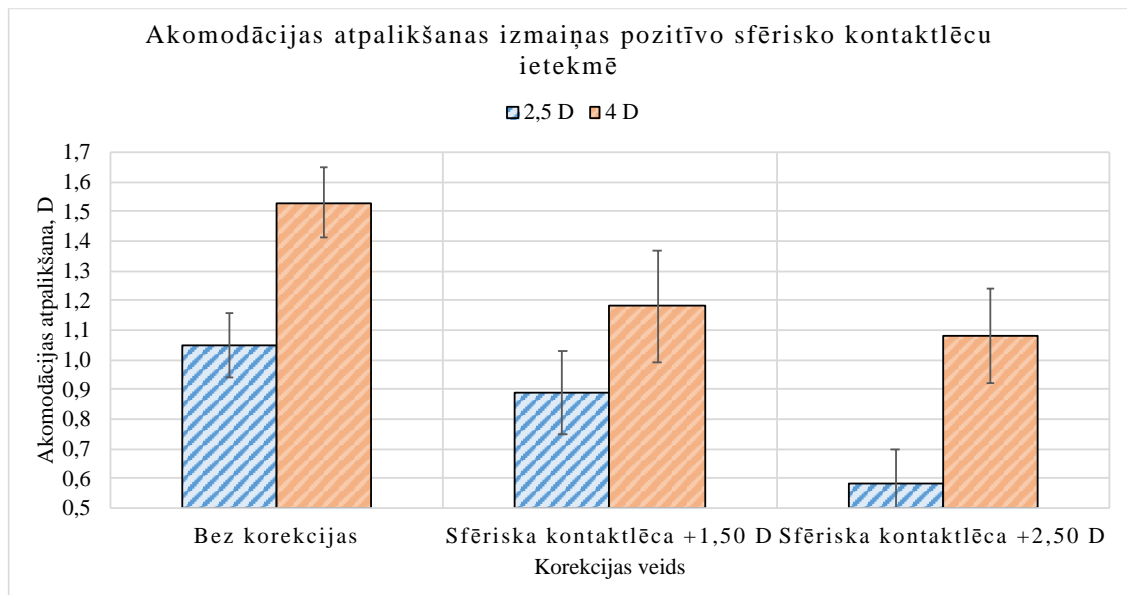
korekcijas un ar kontaktlēcu abu stimulu gadījumā ($p=0,1$ un $p=0,07$). Pretējs efekts tika iegūts ar šīs pašas kontaktlēcas lielāku aditīvu (2,00D). 4,0 D stimula gadījumā – $1,44D \pm 0,18D$ un 2,5D stimulam – $0,80D \pm 0,14D$. Pēc statistiskās analīzes samazinājums nav būtiski nozīmīgs abu stimulu gadījumā ($p=0,64$ un $p=0,45$). Ja tiek novērtēta aditīva efektivitāte uz akomodācijas atpalikšanu, tad abu stimulu gadījumā starpība ir nozīmīgi dažāda, jo tiek panākts dažāds rezultāts, proti, pieaugums un samazinājums. Piemēram, 4D un 2,5D stimula gadījumā rezultāts ar *Biofinity* 1,50 aditīvu ($p=0,01$) un ar *Biofinity* 2,00 aditīvu ($p=0,005$).



2.8.att. Akomodācijas atpalikšanas lieluma salīdzinājums ar *Biofinity* Multifocal kontaktlēcām pie dažādiem aditīviem.

2.5.4. Akomodācijas atpalikšana ar sfēriskajām kontaktlēcām

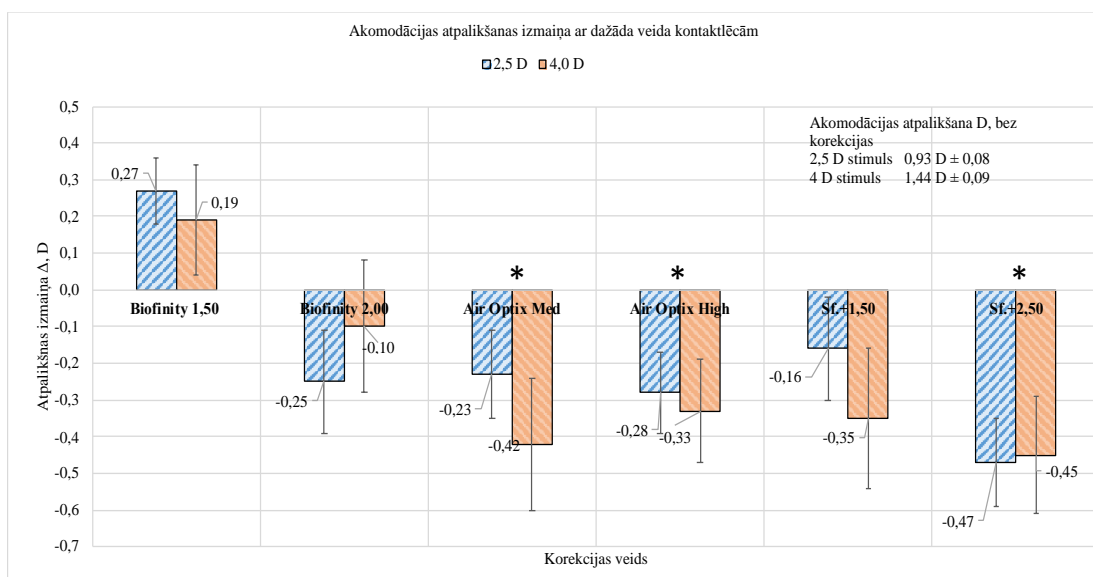
Vidējās vērtības pozitīvo sfērisko kontaktlēcu gadījumā apskatāmas 2.9.attēlā. Akomodācijas atpalikšanas lielums ar +1,50D kontaktlēcu 2,50D stimula gadījumā ir $0,89D \pm 0,14D$, četru dioptriju stimula gadījumā ir $1,18 D \pm 0,19 D$. Gadījumā ar +2,50D kontaktlēcu akomodācijas atpalikšanas 2,50D stimulam ir $0,58D \pm 0,12D$ un četru dioptriju stimulam – $1,08 D \pm 0,16D$. Pēc veiktajiem testiem tika iegūts, ka pozitīvā 1,50D stipra kontaktlēca būtiski neizmaina akomodācijas atpalikšanu salīdzinot ar rezultātu bez korekcijas, novērojams pie abiem akomodatīvajiem stimuliem. Savukārt, pozitīvā 2,50D stipra kontaktlēca statistisku būtiski nozīmīgi izmaina akomodācijas atpalikšanu, kā arī šī izmaiņa ir nozīmīgi dažāda pie 2,5 un četru dioptriju stimula ($p= 0,01$ un $p= 0,04$).



2.9.att. Akomodācijas atpaliķšanas izmaiņa pozitīvo sfērisko kontaktlēcu ietekmē pie dažādiem akomodatīvajiem stimuliem.

2.5.5. Kontaktlēcu radītās izmaiņas akomodācijas atpaliķšanā

Attēlā 2.10. var redzēt, cik liela izmaiņa notikusi akomodācijas atpaliķšanā ar katru no kontaktlēcām salīdzinot ar mērījumu bez korekcijas. *Biofinity* 1,50 palielināja akomodācijas atpaliķšanu 2,5D stimula gadījumā par 0,27D un 4,0D gadījumā par 0,19D. *Biofinity* 2,00 un sfēriskās +1,50D stipras kontaktēcas atpaliķšanu samazināja vismazākā apjomā. Ar *Air Optix Aqua Multifocal* kontaktlēcām izdevās iegūt diezgan līdzīgu samazinājumu. Vislielāko un stabilāko akomodācijas atpaliķšanas samazinājumu izdevās iegūt ar pozitīvo 2,50D stipru kontaktlēcu, 2,5D stimula gadījumā samazinājums par 0,47D un 4,0D stimula gadījumā par 0,45D.



2.10.att. Akomodācijas atpaliķšanas izmaiņa ar dažāda veida kontaktlēcām.

Attēlā 2.10. ar zvaigznītēm ir atzīmētas statistiski būtiski nozīmīgās izmaiņas akomodācijas atpalikšanā, kuras tika iegūtas ar dažāda dizaina un aditīva stipruma kontaktlēcām.

2.5.6. Akomodācijas darbības izmaiņas konverģences ekscesa gadījumā

Ar akomodācijas ekscesu saprot binokulārās redzes sensoro un neiromuskulāro anomāliju ir raksturīga pārmērīga konverģence. Pacienti ar diagnozi konverģences ekscess ir sagaidāma liela akomodācijas atpalikšana, parasti $>+0,75$ D. Ezoforija tuvumā ir lielāka par ezoforiju tālumā. Sagaidāma augsta AK/A, akomodācijas atpalikšana. Samazināta vergēnces amplitūda (BIE) un pozitīvās akomodācijas rezerves. Veicot binokulāru akomodācijas vieglumu tā rezultāts ir samazināts un ir grūtības ar “-“ lēcām, savukārt, monokulāri ir normas robežās. Galvenie simptomi ir acu un galvas sāpes lasot, lasot bieža mirkšķināšana, miglaina redze, monokulārs komforts, dubultošanās. Sūdzības mēdz nebūt, ja ir novērojama stipra vergēnces adaptācija un kā rezultātā labas fūzijas spējas, lai kompensētu. Vai arī cilvēks iemācās izvairīties no darba tuvumā. Cēloņi ir nekoriģēta hipermetropija, akomodācijas spazmas, pseido-miopija, ilgstošs darbs ļoti tuvā attālumā. Augstas AK/A gadījumā akomodācijas- konverģences mehānisma traucējumi. (*Krumina et al., 2013*)

Galloway & Scheiman (1997) pamatā raksturo konverģences ekscesu ar ezoforiju, kura tuvumā ir lielāka nekā tālumā un traucētu negatīvo fuzionālo vergēnci, klāt nāk arī atradnes, kuras tika iepriekš jau minētas. Autori atzīst, ka lēcas ar aditīvu tiek pielietotas, lai mazinātu pacientu sūdzības it īpaši, kad ir liels AK/A radītājs – šis efekts netiek novērots sistemātiski. Redzes terapija tiek atzīta par maz efektīvu arī dēļ pētījumu trūkuma dēļ. Vairāki pētnieki analizēja redzes terapijas efektivitāti, izmaiņas tika novērotas, bet tās nebija statistiski būtiski atšķirīgas. Savukārt, savā pētnieciskajā darbā autoriem izdevās iegūt labus rādītājus, 84 % dalībniekiem izdevās samazināt sūdzības, panākot augstāku negatīvo fuzionālo vergēnci. Autori skaidro savu rezultātu pozitīvo iznākumu ar to, ka trīs gadu ilgā pētījumā nepārtraukti kontrolēja dalībnieku rezultātus un koriģēja terapijas metodes. Kopumā redzes terapija tiek atzīta par efektīvu konverģences ekscesa gadījumos.

Pirms redzes terapijas uzsākšanas, galvenokārt, tiek iegūta refrakcija cikloplēģijā un veikta maksimālā refrakcijas kļūdas korekcija, bieži izmanto aditīvu tuvumam, lai atvieglotu ikdienas dzīvi. Optometrista praksē veic MEM retinoskopiju, lai novērtētu akomodācijas atpalikšanas lielumu, neliela atpalikšana normā ir sagaidāma, bet konverģences ekscesa gadījumā tā ir vidēji no $+0,75$ D līdz $+1,25$ D. Briļļu aditīva lielumu pielāgo pie iegūtā MEM retinoskopijas rezultāta. (*Krumina et al., 2013*)

Progresīvās vai gudrās (*smart*) lēcas ir tādas lēcas, kur tiek iestrādāts aditīvs, ar neredzamu pāreju. Ja šāda veida lēcas tiek izgatavotas priekš presbiopiem cilvēkiem, tad konverģences ekscesa gadījumā - arī jauniem cilvēkiem. Kā alternatīva presbiopiem kalpo multifokālas kontaktlēcas un, attiecīgi, jauniem cilvēkiem arī. Papildus tika apskatīta akomodācijas atpalikšanas izmaiņa ar multifokālajā kontaktlēcām dalībniekam ar aizdomām uz konverģences ekscesu.

Pirms mērījumu veikšanas tika noskaidrots, ka dalībniekam ir sūdzības par redzi un tika veikta padziļinātāka redzes pārbaude, veiktas papildus akomodācijas darbības pārbaudes, kuras netika iekļautas obligāto testu sarakstā pētījuma ietvaros.

Pacienta izmeklēšanas rezultāti:

Anamnēze: vīrietis, 26 gadi, students, daudz laika pavada pie datora (vidēji no sešām līdz astoņām stundām dienā). Vispārēji vesels. Medikamentu lietošanu, acu traumas, operācijas un iekaisumus noliedz. Brilles nekad nav bijušas. Galvenās sūdzības- pēc ilgstoša darba ar datoru acis asaro un grauž. Ikdienā mēdz migloties, kad maina skatu, pamirkšķinot pāriet un tad atkal parādās. Sūdzības ir parādījušās uzsākot studijas (pirms 4 gadiem).

V nc tāl. od = 1,2

V nc tālo os = 1,2

Subjektīvā korekcija

V cc tāl. od +0,50 Dsph -0,50 Dcyl x 85 = 1,2

V cc tāl. os +0,50 Dsph -0,25 Dcyl x 90 = 1,2

Redzes raksturs tālumā binokulārs (Vorsa tests), stereoredze tālumā ir.

V tuv. ar cc un nc = 1,0 (mon un bin)

Madoksa tests tāl cc = sešas pd BĀ (ezo, od), tuv cc = desmit pd BĀ (ezo, od)

Konverģences tuvuma punkts pieci cm, tāluma punkts astoņi cm.

Binokulārs akomodācijas vieglums seši cikli/min (grūtības ar “-“ lēcām), monokulārs akomodācijas vieglums desmit cikli/min. Pozitīvās akomodācijas rezerves -1,00 D. AK/A vertība aprēķināta pēc gradientu metodes 8:1 pd.

Fūziju rezerves:

tālumā:

-/25/18 BĀ

-/6/2 BIE

-/2//1 B↑ (OD)

-/2/1 B↓ (OD)

tuvumā:

-/25/20 BĀ

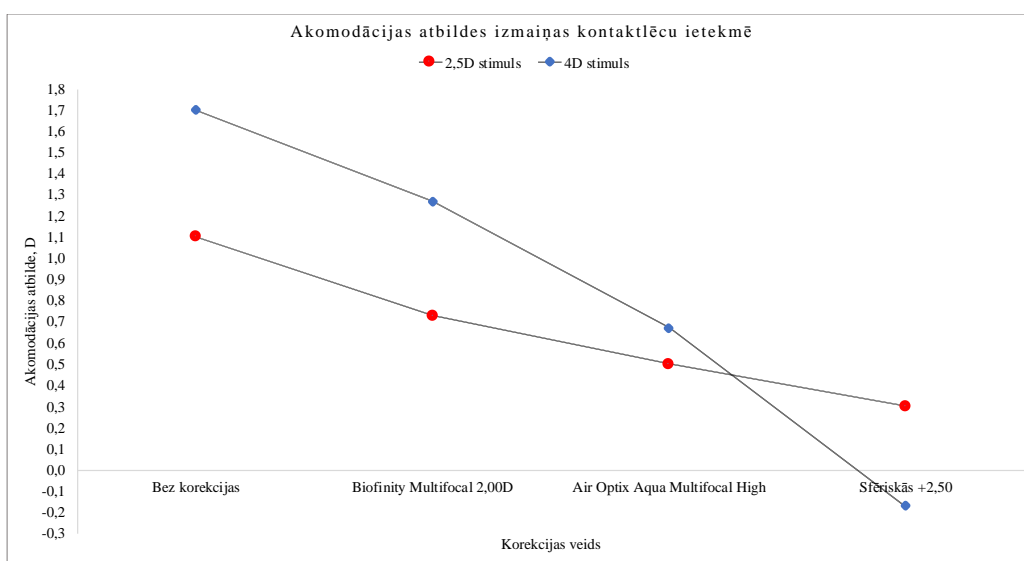
-/8/4 BIE

-/2/1 B↑ (OD)

-/2/1 B↓ (OD)

Apkopojot iegūtos pārbaudes rezultātus, tika izvirzīta diagnozes hipotēze – konverģences ekscess. Attēla 2.11. var redzēt, akomodācijas atpalikšanas izmaiņu ar *Biofinity Multifocal 2,00 add*, *AOAM High* un sfēriskām +2,50 D kontaktlēcām. Pacienta akomodācijas atpalikšana bez korekcijas 2,5 D stimula gadījumā (40 cm) ir 1,1 D.

Ar *Biofinity* kontaktlēcu atpalikšanu izdodas samazināt uz 0,73 D vēl par 0,23 D ar *AOAM* un ar sfērisko kontaktlēcu izdevās iegūt 0,3 D lielu atpalikšanu. 4 D (25 cm) stimula gadījumā akomodācijas atpalikšana bez kontaktlēcām ir 1,7 D ar *Biofinity* kontaktlēcām samazinās uz 1,27 D, *AOAM* iegūstam 0,67 D lielu atpalikšanu un ar sfēriskām kontaktlēcām tika iegūts akomodācijas pārsvars (*lead*) 0,17 D.



2.11.att. Akomodācijas atpalikšanas izmaiņas kontaktlēcu ietekmē 2,5D un 4,D stimula gadījumā.

Eckstein et al. (1998) veica pētījumu, kura mērķis bija izpētīt akomodatīvās konverģences ekscesa ārstēšanas iespējas, nelielu esotropiju un eksoforiju gadījumā ar bifokālās brillēm. Pētījumā piedalījās 91 dalībnieks, no kuriem 13 bija ezoforija, 32 – mikroezotropija un 46 -ar mikroezotropiju un forijas komponenti. 40 dalībniekiem no 91 pielietojot aditīvu briļļu korekcijā bija novērojama konverģences ekscesa samazināšanās visiem pacientiem ar ezoforiju un mikroezotropiju. Dalībnieku grupai ar ezotropiju un forijas komponenti bifokālās brilles tikai daļēji samazināja ekscesa lielumu.

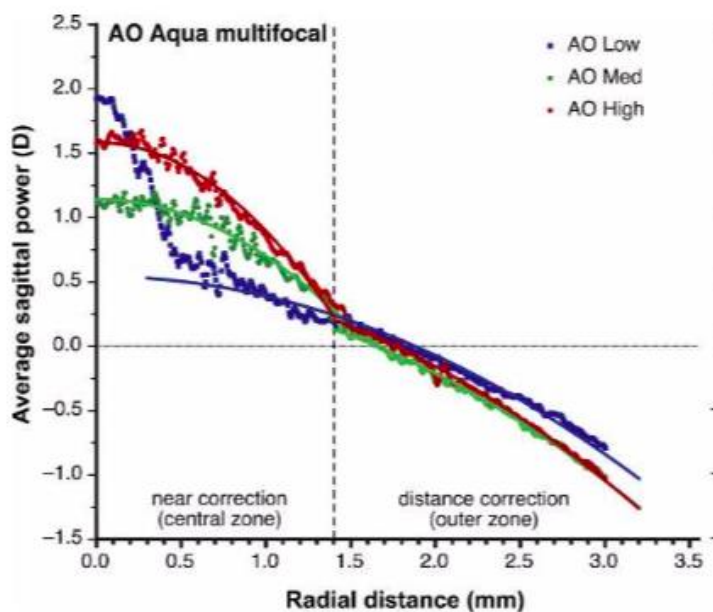
Arnoldi (1999) plašajā pētījumā bija vairākās dalībnieku grupas, vienā no tām bija 22 dalībnieki, kuriem tika izgatavotas bifokālas brilles ar +3,00 D aditīvu. Dalībniekiem bija augsts AK/A rādītājs (>6:1). Tikai 20 % dalībniekiem tika novērots pozitīvs efekts, rezultāts ir pārsteidzoši mazs. Gadījumā ar šī pētījuma dalībnieka rezultātiem var apgalvot, ka multifokālo kontaktlēcu ietekmē rezultāts ir pozitīvs, bet, balstoties uz citu pētījumu rezultātiem, var

secināt, ka efekts nav stabils un viennozīmīgs. Lai pārbaudītu rezultātu, ir nepieciešama lielāka dalībnieku grupa ar augstu, zemu un normālu AK/A lielumu un akomodācijas amplitūdu.

2.6.Diskusija

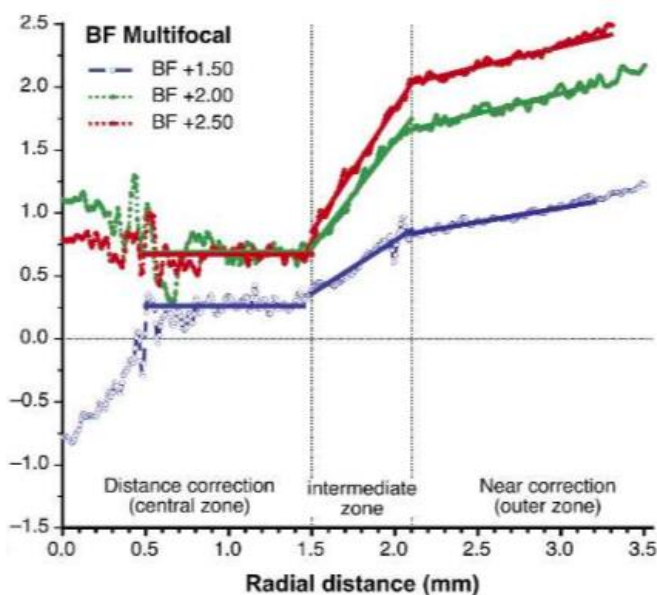
Lai pēc iespējas precīzāk interpretēt iegūtos rezultātus, ir svarīgi saprast kontaktlēcas “uzbūvi” ne tikai no viedokļa centrā tuvuma distance vai tāluma distance viedokļa, bet arī detalizētāk, kur būtu skaidrs, kādu redzes kvalitāti ir iespējams iegūt katrā kontaktlēcas zonā. *Plainis et al.* (2013) savā pētījumā ar difrakcijas balstītās metodes palīdzību apkopoja populārāko multifokālo kontaktlēcu stipruma profilus (*power profile*). Attēlā 2.11 var redzēt šādu stipruma profilu noteiktu kontaktlēcām *Air Optix Aqua Multifocal planum*. Kontaktlēcu izveidošanai tiek izmantota “*Precision Profile Design*” tehnoloģija, kura nodrošina pakāpenisku stipruma izmaiņu.

Šī pētījumā tika apskatīts aditīvs *Med* un *High*. Zaļā līnija (skat.2.11.att.) atbilst *Med* aditīvam un optiskais stiprums lēcas centrā ir vienāds ar +1,14D. Sarkanā līnija attēlo *High* aditīvu un tur optiskā centra stiprums ir +1,58D. Kontaktlēcas perifērijā, ar kuru nodrošina skaidru redzi tālumā *High* aditīva gadījumā stiprums vienāds ar +0,23D un *Med* gadījumā - +0,28D. Starpība abu aditīvu centra profiliem ir 0,44 D un perifērijas profiliem ir 0,05D. Izriet, ka labi iecentrētās kontaktlēcas gadījumā nevienā zīlītes daļā korekcija nebūs vienāda ar 0,00 D, ja vien zīlītes diametrs nepārsniedz 4,8 mm.

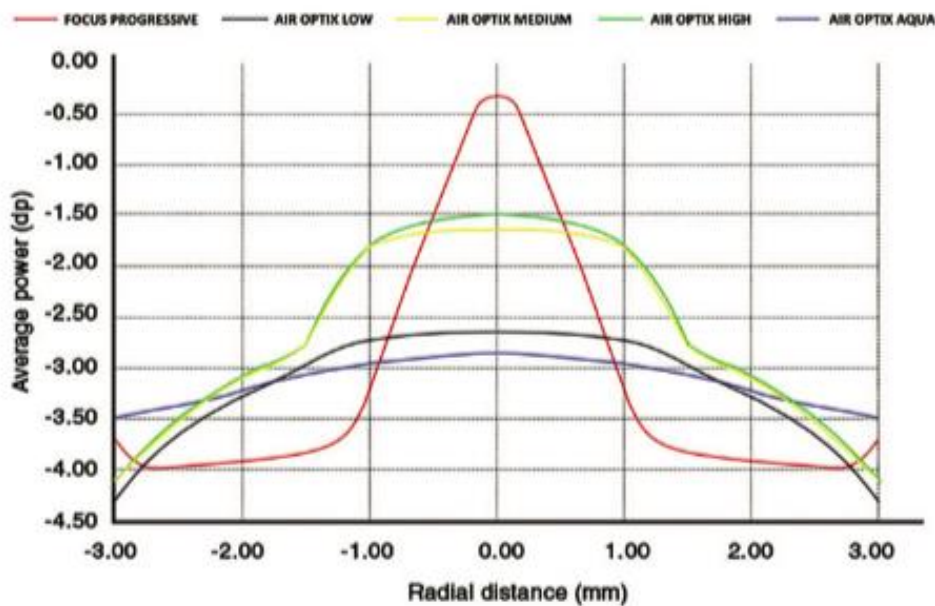


2.11.att. Stipruma profils *Air Optix Aqua Multifocal* kontaktlēcām ar pieejamiem aditīva lielumiem. Horizontālā ass – kontaktlēcas zonas attālums no centra. Vertikālā ass- vidējais sagitālais stiprums. (Plainis et al., 2013)

Pēc veiktā darba rezultātiem nebija statistiski būtiskas atšķirības starp *AOAM* kontaktlēcu pielietotiem aditīviem, to var skaidrot ar salīdzinoši mazu starpību kontaktlēcu stipruma profilos. Kā rezultātā ar abu kontaktlēcu aditīviem ir iegūtas līdzīgas vērtības, no kā var secināt, ka izmantojot doto kontaktlēcu nebūtu tik būtiski nozīmīga starpība aditīva izvēlē.



2.12.att. Stipruma profils *Biofinity Multifocal* (D) kontaktlēcām ar pieejamiem aditīva lielumiem. Horizontālā ass – kontaktlēcas zonas attālums no centra. Vertikālā ass- vidējais sagitālais stiprums. (Plainis et al., 2013)



2.13.att. Stipruma profils Air Optix Aqua Multifocal (*low, medium, high*) kontaktlēcām un Focus Progressive salīdzinājumā ar sfēriskajām kontaktlēcām. Vertikālā ass – vidējs stiprums. Horizontālā ass – kontaktlēcas zonas attālums no centra. (*Perez-Prados et al., 2016*)

Attēlā 2.13. ir attēloti stipruma profili *Air Optix Aqua Multifocal* un *Focus Progressive* kontaktlēcām salīdzinājumā ar sfēriskajām kontaktlēcām, mērījumi veikti balstoties uz *Hartmann-Shack* jeb interferences sistēmu. Kad aditīva stipruma pieaugums ir vienmērīgs ir sagaidāms, ka labi iecentrētas kontaktlēcas gadījumā redzes asums būs augsts (skat.2.13.att. zilā un melnā līnija). Lai izskaitļotu aditīva stiprumu kontaktlēcā jānosaka efektīvai aditīva stiprums – maksimāli pozitīvā vai minimāli negatīvā stipruma un nominālā attāluma stipruma starpība. Mainot nomināla attāluma stiprumu var iegūt izmaiņas aditīva stiprumā un zīlītes diametrā, kas nodrošinās skaidru redzi tālumā. Kontaktlēcas, kuras ir pārmērīgi pozitīvas nodrošinās arī lielāku aditīva stiprumu, kaut arī tāluma korekciju nodrošinās lielāks radiālais attālums no centra (skat.2.13.att., sarkanā līnija). Pacientam būs nepieciešams lielāks zīlītes diametrs, lai nodrošinātu skaidru redzi tālumā. Ja tiek izvēlēta kontaktlēca ar vairāk negatīvu stipruma profilu, tās aditīva stiprums būs mazāks, nebūs nepieciešamības pēc lielāka zīlītes diametra, lai nodrošinātu skaidru redzi tālumā. (*Perez-Prados et al., 2016*)

Maģistra darba pētījuma daļai tika izmantotas *BM (D)* ar aditīvu +1,50 un +2,00. Attēlā 2.12. var redzēt līdzīgu profilu, kā *AOAM* kontaktlēcām. Kontaktlēcas centrā ir iestrādāta tāluma distance, kuras stiprums atbilst no -0,75D līdz +0,25D pie +1,50 aditīva un +0,68D pie +2,00 aditīva. Kontaktlēcas vidējā zona vislielākā apmērā nodrošina skaidru redzi tuvumā un tur 1,50 aditīvam atbilst +0,84D stiprums un 2,00 aditīvam – 1,71D, kontaktlēcas perifērā zona gan vienā, gan otrā gadījumā vidēji nodrošina ap +0,28 D. Kontaktlēcū centrālajai daļai atbilst

3,0 mm diametrs, un nevienā gadījumā stiprums nav nulle, ir zems pozitīvs stiprums. Noteiktais aditīva stiprums nesakrīt ar ražotāja norādīto, tādējādi kombinācija ar fotopiskiem apstākļiem un sašaurinātu acu zīlīti nodrošinātais redzes asums var būt nosacīti zems. Tiesa gan, ražotājs paredz otru kontaktlēcu ar dizainu N, kur stipruma profils būtu novirzīts uz tuvu distanci.

Lai pilnvērtīgāk veiktu datu analīzes interpretāciju, apskatīsim iepriekš veiktos pētījumus par līdzīgu tematiku. Veikto pētījumu rezultāti ir diezgan pretrunīgi, autori dažādi skaidro rezultātu atšķirību. Lai iegūtu maksimālo ieguvumu no katra mērījuma un pētījuma gaitas posma, šajā darbā izmantotā metodika apvieno vairāku zemāk aprakstīto darbu metodikas.

Pētījuma metodika un galvenie mērķi atšķirās, *Ozkan et al.* (2016) veica pētījumu, sadalot dalībniekus divās grupās un kontrolgrupā, aicināja dalībniekus uz četrām vizītēm un analizēja izmaiņas dinamikā. Šī pētījumā netika apskatīts redzes asums ar kontaktlēcām, bet *Ozkan et al.* (2016) abās grupās novēroja statistiski būtisks redzes asuma samazinājums gan tāluma, gan tuvumā, salīdzinot multifokālās kontaktlēcas ar kontroles sfēriskajām lēcām, kas varētu ietekmēt mērījumu precizitāti, jo miglaināks (neskaidrs) ir attēls, jo grūtāk ir fiksēt skatu uz mērķi.

Vissliktākos rezultātus uzrādīja *Proclear Multifocal* un *PureVision Multifocal* kontaktlēcas. *Proclear Multifocal* ir veidota līdzīgi kā šajā pētījumā izmantotā *Biofinity* kontaktlēca. Dalībniekiem bija jānovērtē sava redzes kvalitāte arī subjektīvi, atbildot uz jautājumu: “Kad es lasu grāmatu, žurnālu vai avīzi ar kontaktlēcām, mana redze ir izplūdusi - asa”. Skalā no 0 līdz 10, kur 10 ir maksimāli laba redze. Abas grupas augstāk novērtēja redzi tuvumā ar kontaktlēcām *Air Optix Aqua*. Salīdzinot ar šī darba iegūtiem rezultātiem, var secināt, ka *AOAM* tuvumā nodrošina stabilu rezultātu tāpat, kā pozitīvās sfēriskās kontaktlēcas, no šī izriet, ka *AOAM* var turpmāk izmantot kā alternatīvu brillēm.

Pirmajā grupā miglaināka redze bija ar *Proclear Multifocal Near* un otrajā nedaudz sliktāk par *Air Optix Multifocal* bija *PureVision Multifocal*. Kopumā ne vienā, ne otrā grupā rezultāti nebija statistiski atšķirīgi, tātad novērojot dinamikā akomodācijas atpauzes lielums nemainās. Autori atzīst, ka multifokālās kontaktlēcas miopijas progresēšanas samazināšanai nav tik efektīvas. Autors min arī to, ka multifokālajām kontaktlēcām nepieciešams ilgāks adaptācijas periods. Līdz ar to var secināt, ka ilgtermiņā panāktais multifokālo kontaktlēcu efekts uz akomodāciju nemainītos.

Esošā pētījuma metodika tika daļēji balstīta uz *Madrid Costa et al.* (2011) veikto pētījumu, kur mērķis bija noskaidrot, kā multifokālās kontaktlēcas ietekmē akomodācijas un zīlītes atbildi. Ja presbiopijas gadījumā kontaktlēcas samazina attēla izplūdumu, būtiski svarīgi arī noskaidrot, kas notiek ar nepresbiopu cilvēku akomodāciju. Pētījumā piedalījās desmit jauni cilvēki, kuriem tika pielaiktas trīs dažāda dizaina multifokālas kontaktlēcas un viena sfēriskā

dizaina kontaktlēca. Ar katru kontaktlēcu novērtēja akomodācijas atbildi uz 2,5 D un 4,00 D stimulu, šī pētījuma ietvaros tika izmantoti identiski stimulu lielumi. Kontaktlēcas *PureVision* ar mazo (*low*) un augstu (*high*) aditīvu, *Focus Progressives* tika pielaiktas un pēc piecu – desmit minūšu adaptācijas veikti mērījumi. Abas izmantojamās kontaktlēcas ir veidotas pēc profila: centrā - tuvuma distance, *Focus Progressives* kontaktlēca ir pieejama tikai ar viena stipruma aditīvu, līdz +3,00 D.

Pētnieku rezultāti daļēji sakrīt ar šī darba rezultātiem. Autori ieguva, ka nav statistiski būtiskas atšķirības starp divām novērošanas situācijām (stimuls 2,5 D un 4,00 D), salīdzinot ar tāluma sfēriskām kontaktlēcām un *PureVision Low add, High add* un *Focus Progressives* kontaktlēcām. Ja salīdzinām ar šī darbā pielietotām kontaktlēcām līdzīga profila – *Air Optix Aqua Multifocal*, var apgalvot, ka šī darba rezultāti sakrīt ar pētnieku iegūtiem rezultātiem un secināt, ka multifokālās kontaktlēcas (centrā – tuvuma distance) ir tikpat efektīvas, cik pozitīvās sfēriskās kontaktlēcas akomodācijas atpalikšanas samazināšanai. Pēc autoru rezultātiem visrezultatīvākās 2,5 D stimula gadījumā ir *PureVision High add*. Salīdzinot ar *AOAM* nebija statistiski būtiskas atšķirības starp aditīviem.

Akomodācijas vērtību ātruma pieaugums (*peak velocity*) 2,5 D stimulam iegūtās vērtības salīdzinājumā ar sfēriskām tāluma kontaktlēcām un trim multifokālajām, nav būtiski atšķirīgas. Bet situācijā ar 4,00 D stimulu *Pure Vision Low add* uzrāda lielāku atbildi nekā situācijā ar sfēriskām kontaktlēcām un šī atšķirība ir statistiski būtiska ($p=0.024$), kaut gan situācijā ar tām pašām *Pure Vision High add* un *Focus Progressive* būtiskas starpības rezultātos neuzrādās. Autori iesaka lietot kontaktlēcas ilgstošāk no viena līdz sešiem mēnešiem dēļ iespējamās dalībnieku neiroadaptācijas dēļ, tad būtu iespēja novērtēt maksimāli iegūstamo efektu, jo akomodācijas parametri var mainīties ilgtermiņā, dēļ tā, ka notiks adaptācija ar multifokālajām kontaktlēcām. Rezultātā pētnieki nonāk pie secinājuma, ka multifokālās kontaktlēcas nav pārlicinoši efektīvas, proti, jauniem cilvēkiem neizdosies samazināt akomodācijas neprecizitātes.

Pēc *Madrid Costa et al.* (2011) iegūtiem rezultātiem, tika izlemts neizmanto mazā (*low*) aditīva multifokālās kontaktlēcas, ar domu, ka nozīmīgāku efektu iespējams panākt ar lielāku aditīvu pielietošanu. Kā arī salīdzināšanai tika novērtētas kontaktlēcas ar centrā - tāluma distanci.

Salīdzinoši jauns *Kang & Wildsoet.* (2016) pētījums, kura mērķis bija salīdzināt izmaiņas, kas notiek ar akomodāciju jauniem cilvēkiem, lietojot multifokālās kontaktlēcas, tika izmantotas centrā- tāluma distances profila kontaktlēcas. Pētījuma dalībnieki: jauni cilvēki ar miopisku refrakciju. Neskatoties uz to, ka dalībnieku rezultāti parādīja, ka multifokālās

kontaktlēcas minimāli izmaina akomodācijas funkcijas. Kā arī ir starpība rezultātos, salīdzinot multifokālas un sfēriskās kontaktlēcas.

Pētnieki ieguva, ka ar sfēriskajām kontaktlēcām, akomodācijas atpalikšana ir $0,63 D \pm 1,36 D$, ar multifokālajām kontaktlēcām, aditīvu $1,50 D$, atpalikšana vienāda ar $1,12 D \pm 0,70 D$, kas kopumā sakrīt ar šī darba rezultātiem, kas tika iegūti ar *Biofinity Multifocal* kontaktlēcām, kad ar kontaktlēcu atpalikšana pieaug. $3,00 D$ aditīva gadījumā ir $0,82 D \pm 1,01 D$, kas ir nedaudz mazāk salīdzinot ar mazākā aditīva rezultātu. Pētījuma beigās pēc divu nedēļu kontaktlēcu lietošanas, mērījumu atkārtoja, rezultāti statistiski būtiski neizmainījās. Bet $1,50$ un $3,0 D$ aditīvu gadījumā atpalikšanas ieguva līdzīgākas – $0,98 D$ un $0,91 D$.

Mērījumus veica 33 cm attālumā ($3 D$ stimul). Tuvumā novērtējot akomodācijas atbildi, lielāka akomodācijas kļūda (*lag*) ir pacientiem ar sfēriskām kontaktlēcām. Statistiski būtiska atšķirība ir pacientiem ar aditīvu $1,50$. Kopumā autori uzskata, ka multifokālās kontaktlēcas nākotnē varētu būt efektīva metode akomodācijas kļūdu mazināšanai, it īpaši jauniem miopiem cilvēkiem.

Tarrant et al. (2008) veiktajā pētījumā akomodācijas atpalikšanu novērtēja miopiem un emetropiem dalībniekiem. Metode nedaudz atšķīrās ar šī darba. Akomodācijas atbilde tika novērtēta vairākos attālumos: 100 , 50 , 33 un 25 cm. Tika izmantotas pozitīvās sfēriskās kontaktlēcas $+1,50 D$, tāluma refrakcijas kontaktlēcas un bifokālās kontaktlēcas ar aditīvu $1,50 D$. Kā arī mērījumi tika veikti gan monokulāri, gan binokulāri. Rezultātu atšķirība var norādīt samazinātu konverģences iedarbību uz akomodāciju monokulāros apstākļos.

Iegūtie rezultāti apstiprināja prognozējamus un sakrīt ar šī darba iegūtiem rezultātiem emetropai dalībnieku grupai. Visiem dalībniekiem tika novērota akomodācijas atpalikšanas samazināšanās ar pozitīvajām sfēriskajām kontaktlēcām. Pieaugot akomodatīvajam stimulam, pieaug arī verģence. Statistiski būtiskas atbildes atšķirības novēroja 50 cm un 100 cm novērošanas attālumā. Emetropiem dalībniekiem visos novērtēšanas attālumos, atpalikšanu nomainīja pārsvars (*lead*).

Šādas rezultātu atšķirības pētnieki skaidro ar to, ka multifokālās kontaktlēcas nenodrošina norādīto aditīva lielumu, kā rezultātā rodas kļūdas aprēķinos, jo tiek pieņemts, ka kontaktlēca nodrošina maksimālo aditīva lielumu.

Kā vēl vienu iespējamo skaidrojumu autori min fokusa dziļuma palielinājumu multifokālajās kontaktlēcās, kas nodrošina kvalitatīvāku redzi tuvumā. Šāds palielinājums paplašina pseidoakomodācijas diapazonu, novēršot nepieciešamību akomodēt.

Vēl viens iemesls ir kontaktlēcu atšķirīgs dizains, sfēriskās monofokālas kontaktlēcas nodrošina nelielu pozitīvo sfērisko aberāciju daudzumu, bet multifokālās kontaktlēcas nodrošina daudz lielākajā apjomā, kā rezultātā daudz pozitīvāku stiprumu. Ja akomodācija

optimizē tīklenes attēla kvalitāti, tad ir sagaidāms, ka šis atšķirīgais pozitīvo sfērisko aberāciju daudzums mainīs akomodācijas atbildi.

Seidemann et al. (2003) veiktajā pētījumā piedalījās desmit jauni cilvēki. Akomodācijas atbilde tika novērtēta 1,5 D, 2, 3, 4 un 5 D stimula gadījumā, aditīvs +1,0 un +2,0 D. Dalībnieki tika sadalīti divās grupās, vienai grupai novērtēja akomodācijas izmaiņas atkarībā no aplūkojamā stimula un otrai grupai novērtēja pozitīvo lēcu ietekmi uz akomodācijas atbildi. Līdzīgi, kā šī pētījumā autori secina, ka akomodācijas atpalikšana pieaug, pieaugot akomodātīvajam stimulam gan binokulāros, gan monokulāros apstākļos. Monokulāros apstākļos 0,18 D uz katru akomodācijas dioptriju un binokulāros apstākļos 0,17 D uz katru akomodācijas dioptriju.

Apskatot pozitīvo kontaktlēcu ietekmi, rezultāti nav viennozīmīgi. Vislielākā sakritība akomodācijas atbildē un akomodācijas pieprasījumā tika atrasta ar +1,00 D lēcu. Ar +2,00 D lēcu tika novērots būtisks akomodācijas pārsvars (*lead*) monokulāros apstākļos trīs dioptriju stimula gadījumā.

Pettersson et al. (2011) savā pētījumā izmantoja multifokālas kontaktlēcas, kurām lielākā plus vērtība ir perifērijā, izmantoja +1,00D aditīvu. Pētnieki pielietoja kontaktlēcas ar centrā – tāluma distances zonu. Pēc četrstundu adaptācijas tika novērtēta akomodācijas darbība un redzes asums binokulāros un monokulāros apstākļos. 20 dalībniekiem vidējā akomodācijas atpalikšana bija $0,85D \pm 0,57 SD$ bez korekcijas, ar kontaktlēcām $0,75 D \pm 0,52 SD$.

Autori nonāca pie secinājuma, ka multifokālās kontaktlēcas ar asfērisku dizainu centrā – tāluma distance profilu nespēj atslābināt akomodāciju jauniem cilvēkiem, kas sakrīt ar šī darba rezultātiem, apskatot *BM* iegūtos rezultātus.

2.6.1. Rezultātu radītās neprecizitātes iemesli

Seidemann et al. (2003) min divus galvenos mērījumu neprecizitātes avotus, kuri varējā radīt arī šī darba mērījumu kļūdas:

- ja tiek izmantots sfēriskais ekvivalents, precīzā akomodācijas atpalikšana tiek mērīta tikai fiksācijas asīs. Piecu grādu nobīde no asīm radīs nozīmīgi vairāk miopisku sfēriskā ekvivalenta vērtību dēļ perifērā astigmatisma cilvēka acī;
- akomodācijas pētījumos ir ērti izmantot “atvērtā lauka” (*open field*) refraktometrus, kaut arī rodas neprecizitātes iekārtas kalibrācijā, jo ir sarežģītības iegūt atskaites punktu.

Perez-Prados et al. (2016) salīdzināju mīksto multifokālo kontaktlēcu īpašības un pielaiķošanas nianses. Galvenās atziņas:

- multifokālās kontaktlēcās, kurās centrā ir tāluma distance, ir vairāk kontrolējamas pozitīvās sfēriskās aberācijas, savukārt kontaktlēcām, kurās centrā ir tuvuma zona, aberācijas ir samazinātas;
- veiksmīgas pielaižošanas gadījumā ir jānovērtē sensorā un motorā acs, BUT, zīlītes izmērs (tam jābūt lielākam par pieciem mm);
- kontaktlēcas ar dizainu *multizone* vairāk pielāgojās zīlītes izmaiņām.

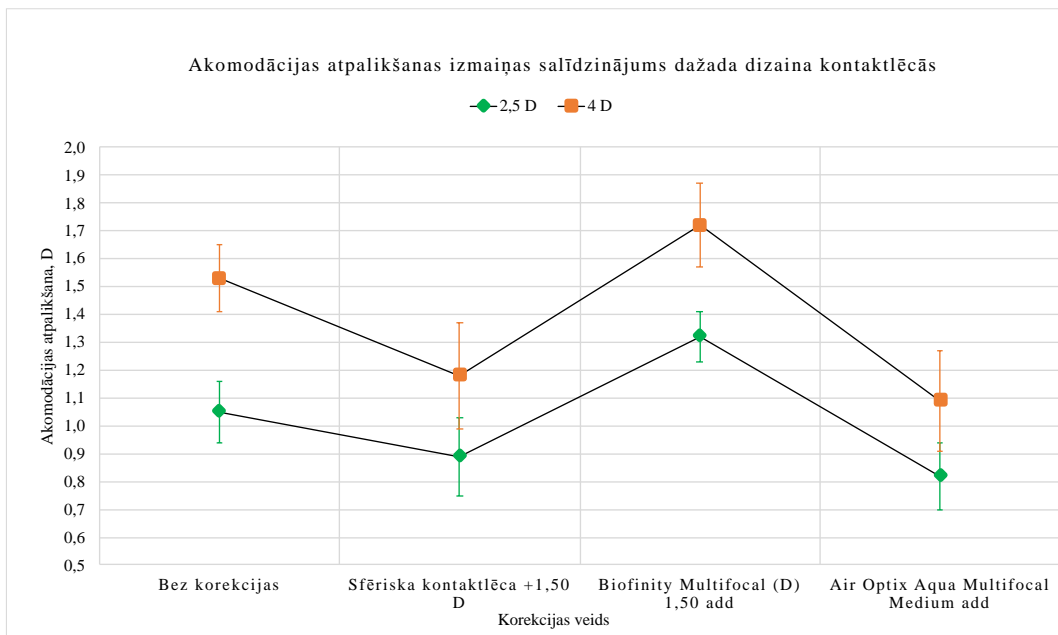
Sfēriskās un multifokālas kontaktlēcas ar aditīvu ietekmē akomodāciju atpalikšanu, samazina vai palielina to. Šī ietekme ir dažāda un atšķirās kontaktlēcu stipruma profilu starpā.

Costa et al. (2011) savā pētījumā novērtēja radītās izmaiņas akomodācijas darbībā un zīlītes izmaiņās ar dažādiem stimuliem un multifokālo kontaktlēcu stipruma profiliem. Statistiski būtiskas atšķirības nav akomodācijas atbildē starp iegūtiem rezultātiem. Tikai gadījumā ar *Pure Vision Low* kontaktlēcām ar stimulu lielumu 4,00D bija novērojamas būtiskas izmaiņas salīdzinot ar sfēriskām kontaktlēcām.

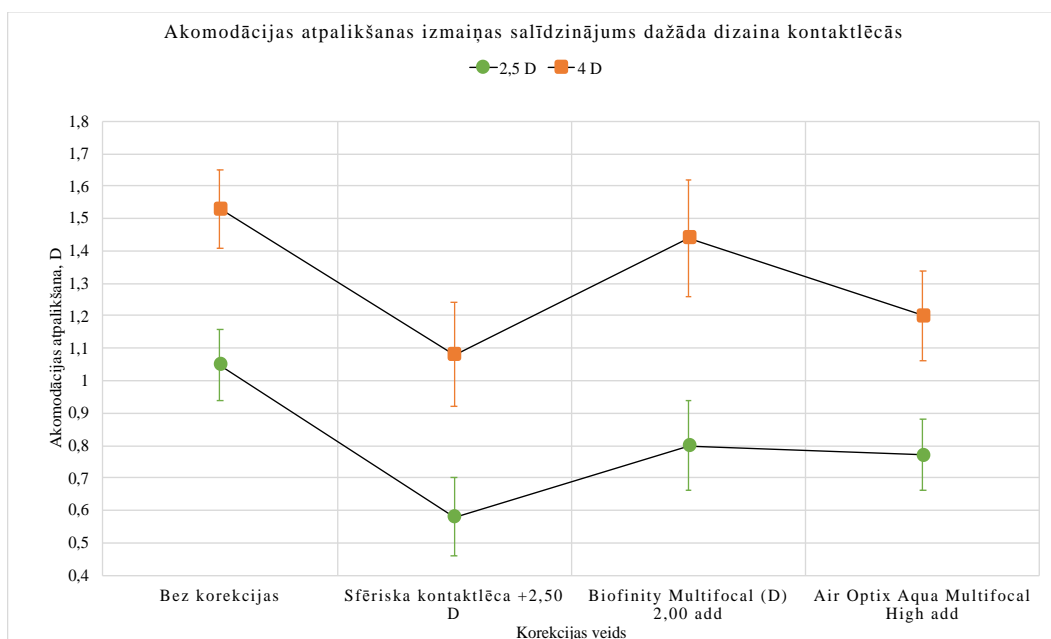
Pēc *Pettersson et al.* (2011) akomodācijas atslābināšanās var būt saistīta ar zīlītes izmēru, jo asfēriska dizaina kontaktlēcās aditīva stiprums samazinās, ja samazinās zīlītes diametrs. Savukārt, autori atzīst, ka nav novērojama korelācija starp zīlītes izmēru un akomodācijas atpalikšanu. Vidējs dalībnieku zīlītes izmērs bija lielāks, nekā asfēriskās zonas diametrs kontaktlēcā. Pirms tam tika noskaidrots, ka akomodācija tiek ietekmēta ar sfēriskajām aberācijām, bet pēc iegūtiem rezultātiem korelācija starp šiem lielumiem netika novērota. Tādejādi, multifokālo kontaktlēcu ietekmē jauni cilvēki neakomodē mazāk, skaidrojums ir tāds, ka akomodācija tiek darbināta pārsvarā ar centrālo receptīvā lauka daļu. Piemēram, iekš sfēriskajā kontaktlēcas daļā, gaisma no perifērās daļas arī uzbudina nūjiņas, šis efekts ir svarīgs akomodācijas procesā.

2.6.2. Kopsavilkums

Pētījumos pielietojamā metodika un izmantojamo kontaktlēcu izvēle ir ļoti atšķirīga, līdz ar to precīzus salīdzinājumus nav iespējams veikt. Kopumā darbā iegūtie rezultāti ir labi un apstiprinās ar zinātnisko literatūru. Kontaktlēcas ar profilu (*profile*) centrā-tuvuma zona (AOAM) būtiski ietekmē akomodācijas atpalikšanu (skat.2.13.att), samazinot akomodācijas neprecizitāti tik pat efektīvi cik pozitīvās sfēriskās kontaktlēcas. Pielietojamā aditīva stiprums būtiski neizmaina rezultātus- attēlā 2.14. var redzēt salīdzinājumu ar stiprāka aditīva un stiprāku pozitīvo kontaktlēcu, jo multifokālo kontaktlēcu gadījumā stipruma pārejā kontaktlēcas dizainā ir minimāla un nerada būtiskas izmaiņas akomodācijas atbildē.



2.14.att. Akomodācijas atpalikšanas izmaiņas salīdzinājums dažāda dizaina kontaktlēcās.



2.15.att. Akomodācijas atpalikšanas izmaiņas salīdzinājums dažāda dizaina kontaktlēcās.

Var secināt, ka kontaktlēcas ar profilu, kur centrā ir tuvuma distance strādā efektīvi un varētu būt pielietotas akomodācijas atpalikšanas samazināšanai, piemēram, miopiem cilvēkiem.

Multifokālās kontaktlēcas ar profilu centrā- tāluma stiprums ($BM D$) uzrādīja dažādus rezultātus atkarībā no pielietojamā aditīva lieluma. Ar vidējo aditīvu neizdevās iegūt akomodācijas samazināšanos, tieši pretēji - akomodācijas atpalikšana palielinājās, proti, attēls ar kontaktlēcū palika vēl neskaidrāks, nekā bez kontaktlēcās. Ar lielāku aditīvu akomodācijas atpalikšana samazinājās, bet šī izmaiņa bija ļoti minimāla.

Izpētot citu autoru rezultātus, kontaktlēcas ar šādu profilu nav pārlicinoši efektīvas akomodācijas atpalikšanas samazināšanai, turpmākajos pētījumos būtu nepieciešams ilgāks lietošanas periods, lai notiktu akomodācijas sistēmas adaptācija, sagaidot, līdzīgākus rezultātus ar abiem aditīviem. Lai iegūtu pēc iespējas pārlicinošākus rezultātus un secinājumus, ir nepieciešams novērtēt akomodācijas atpalikšanu cilvēkiem ar miopu acs refrakciju.

SECINĀJUMI

- 1) Visiem dalībniekiem tika noteikta akomodācijas atpalikšanas vērtība: palielinoties stimula akomodatīvajam pieprasījumam palielinās akomodācijas atpalikšana, salīdzinot iegūtos rezultātus 2,5 D un 4 D stimulam ir novērojama statistiski būtiska atšķirība ($p=0,005$).
- 2) Novērtējot multifokālo kontaktlēcu ietekmi uz akomodācijas atpalikšanu tika iegūts, ka ar kontaktlēcām, kurām profils centrā – tuvuma distance ir novērojama atpalikšanas samazināšanās. Savukārt, ar kontaktlēcām, kurām profils centrā- tāluma distance netika iegūtas statistiski būtiskas izmaiņas.
- 3) Salīdzinot aditīva efektivitāti sfēriskajām kontaktlēcām +1,50D un multifokālajām kontaktlēcām *AOAM Med* netika iegūta statistiski būtiska atšķirība abu stimulu gadījumā ($p=0,8$), līdzīgs rezultāts ir arī lielāku aditīvu (+2,50D un *High*) gadījumā ($p=0,48$).
- 4) Kontaktlēcas ar profilu (*profile*) centrā tāluma distance vidējā un lielāka aditīva gadījumā statistiski būtiski neizmainīja akomodācijas atpalikšanu pret atpalikšanu bez korekcijas (4D stimuls $p= 0,1$; 2,5 D stimuls $p=0,07$), bet, ja salīdzinām rezultātu starp abiem pielietotiem aditīviem, tas ir statistiski būtiski atšķirīgs (4D stimuls $p=0,01$; 2,5D $p=0,005$). Kontaktlēcas ar profilu (*profile*) centrā tuvuma distance abu pielietotu aditīvu gadījumā līdzīgi ietekmēja atpalikšanas samazināšanos, testa rezultāta vērtības nav statistiski būtiski atšķirīgas.

NOBEIGUMS

Pētījuma ietvaros tika salīdzināta akomodācijas atpalikšana desmit emetropiem dalībniekiem. Kā nākamais solis, nepieciešams pētījumu papildināt ar lielāku dalībnieku skaitu un iekļaut dalībniekus ar konverģences ekscesu. Veicot atkārtotu akomodācijas novērtēšanu, nepieciešams pārbaudīt izmaiņas dinamikā, lai novērtētu multifokālo kontaktlēcu iedarbības efektivitāti ilgtermiņā. Pētījumā dalībnieki lielākoties bija LU Akadēmiskā centra studenti, kuri ikdienā daudz laika pavada mācoties un lasot, nepieciešams pārbaudīt dalībnieku grupai, kuri pavada mazāk laika pie darbiem tuvumā.

PATEICĪBA

Vēlējos izteikt pateicību savai darba vadītājai docentei Evitai Kassalietei par padomiem un idejām darba izstrādes laikā. Kā arī vēlējos izteikt pateicību zinātniskajam asistentam Artim Luguzim un pētniecei Marijai Semjonovai.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Abrams, D. (1993). *Duke- Elder's practice of refraction*. 10th edition. Churchill Livingstone, 85-90.
- Alcon Eye Care (2016). *Alcon Product Guide 2106-17*. UK
- Arnoldi, K.A. (1999). Convergence Excess: Characteristics and treatment. *American Orthoptic Journal*. 49:1, 37-47. doi: 10.1080/0065955X.1999.11982190
- Benjamin, W.J. (2006). *Borish's Clinical Refraction*. Elsevier Health Sciences
- Berntsen, D.A., Sinnott, L.T., Mutti, D.O., & Zadnik, K. (2012). A Randomized trial using progressive addition lenses to evaluate theories of myopia progression in children with a high lag of accommodation. *Ophthalmology and Visual Science*, 55(2), 640-649.
- Brautaset, R. (2011). Accommodation in young adults wearing aspheric multifocal soft lenses. *Journal of Modern Optics*. 58, 1804-1808.
- Buehren, T., & Collins, M.J. (2005). Accommodation stimulus- response function and retinal image quality. *Vision Research*, 46, 1633-1654.
- Charman W.N. (2008). The eye in focus: accommodation and presbyopia. Invited review. *Clinical and experimental optometry*. 91:3:207-225. doi:10.1111/j.14444-0938.2008.00256.x
- Ciuffreda, K.J., & Vasudevan, B. (2008). Nearwork-induced transient myopia (NITM) and permanent myopia- is there a link? *Ophthal. Physiol. Opt.*, 28,102-114. doi: 10.1111/j.1475-1313.2008.00550.x
- Costa, D.M., Ruiz-Alcocer, J., Radhakrishnan, H., Ferrer-Blasco, T., & Montes-Mico, R. (2011). Changes in accommodative responses with multifocal contact lenses: a pilot study. *Optometry and Vision Science*, 88 (11), 1309-1316.
- Daum, K.M. Accommodative response. 677-685 Goss, A.D. (1995) *Ocular accommodation, convergence, and fixation disparity: a manual of clinical analysis*. 2nd ed. Bloomington, Indiana University. doi:10.1111/j.1475-1313.2007.00529.x
- Eckstein, A.K., Fischer, M., & Esser, J. (1998). Normaccommodative convergence excess: long-term follow up when treated with bifocals. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 212-225.
- Efron, N. (2010). *Contact lens practice*. 2nd ed. Elsevier Health Sciences, 252-266
- Gallaway, M., & Scheiman, M. (1997). The efficacy of vision therapy for convergence excess. *Journal of the American optometric association*. 68:81-6, 81-85.
- Gwiazda, J., Bauer, J., Thorn, F., & Held, R. (1995). A dynamic relationship between myopia and blur-driven accommodation in school-ages children. *Vision Research*, 35(9), 1299-1304.

- Hartridge, H. (1925). Helmholtz's theory of accommodation. *King's College, Cambridge*, 521-523.
- Heron, G., & Winn, B. (1989). Binocular accommodation reaction and response times for normal observers. *Department of Ophthalmic Optics*.
- Kang, P., & Wildsoet, C.F. (2016). Acute and short-term changes in visual function with multifocal soft contact lens wear in young adults. *Optometry and Vision Science*, 39, 133-140.
- Kaufman, P.L., Adler F.H., Levin L.A., & Alm, A. (2011). Adler's physiology of the eye. Elsevier Health Sciences.
- Kim, E., Bakaraju, R.C., & Ehrmann, E. (2017). Power Profiles of Commercial Multifocal Soft Contact Lenses. *Optometry and Vision Science*, 94(2), 183-196.
- Krūmiņa, G., Švede, A., Kassaliete, E., Grabovska, I., Krokša, L., Pūce, G., Caune, K., & Ikaunieks, G. (2013). *Skolas vecuma bērnu redzes skrīnings un tuvuma redzes funkciju novērtēšanas metode*. Latvijas Universitāte, 137-151.
- McBrient, N.A., & Millodot M. (1986). The effect of refractive error on the accommodative response gradient. *Ophthal. Physiol. Opt.*, 6, 145-149.
- Ozkan, J., Fedtke, C., Chung, J., Varghese, T., & Bakaraju, R.C. (2016). Short-term adaptation of accommodative responses in myopes fitted with multifocal contact lenses. *Eye & Contact Lens*, 0, 1-8. doi: 10.1097/ICL.0000000000000299
- Perez-Prados, R., Pinero, D.P., & Madrid-Costa, D. (2016). Soft multifocal simultaneous image contact lenses: a review. *Clin. Exp. Optom.* doi: 10.1111/cxo.12488
- Pettersson, A.L., Ramsay, M.W., Lundstrom, L., Rosen, R., Nilsson, M., Unsbo, P., & Philips, A. J., & Speedwell, L. (2007). *Contact lenses*. 5th ed. Elsevier Health Sciences 311-331.
- Plainis, S., Atchison, D.A., & Charman, W.N. (2013). Power profiles of multifocal contact lenses and their interpretation. *Optometry and Vision Science*, 90, 1066-1077
- Schor, C. (1998). The influence of interactions between accommodation and convergence on the lag of accommodation. *Ophthal. Physiol. Opt.* Vol.19(2), 134-150
- Seidemann, A., & Schaeffel, F. (2003). An evaluation of the lag of accommodation using photorefractometry. *Vision Research*, vol 43, 419-430.
- Tarrant, J., Severson, H., & Wildsoet, C.F. (2008). Accommodation in emmetropic and myopic the lag of accommodation. *Ophthal. Physiol. Opt.* 19(2), 134-150.
- Trusit, D. (2015). Understanding multifocals and getting them to work. *The Vision Care Institute*.

Maģistra darbs „Acs akomodācijas atbilde ar dažāda dizaina kontaktlēcām” 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.

Autore: Anastasija Gordeja Stud.apl.Nr. ag17103

Rekomendēju/nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītāja: Dr.phys. Evita Kassaliete

Recenzents: Dr.phys. Gatis Ikaunieks

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā _____

Dekāna pilnvarotā persona: metodiķe Dzintra Holsta

Darbs aizstāvēts Valsts pārbaudījuma komisijas sēdē

_____. protokola Nr. _____

Komisijas sekretārs: _____