

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
FIZIKOS KATEDRA

Eglė Juknevičienė

Optometrijos specialybės IV kurso studentė

**MINKŠTŲ KONTAKTINIŲ LĘŠIŲ ĮTAKA RAGENOS
PARAMETRAMS**

THE IMPACT OF SOFT CONTACT LENSES ON CORNEA PARAMETERS

BAKALAURO DARBAS

Darbo vadovė:

Lekt. A.Pelanskienė

Konsultantė:

Gyd. D.Baranauskienė

Šiauliai, 2013

„Tvirtinu, jog darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota ir paruošta naudojant literatūros sąraše pateiktus informacinius šaltinius bei savo tyrimų duomenis“

Darbo autorė _____

(vardas, pavardė, parašas)

SANTRAUKA

Bakalauro darbą „Minkštų kontaktinių lęšių poveikis ragenos parametrams“ sudaro įvadas, keturi skyriai, išvados, cituojamos literatūros sąrašas, priedai. Darbo apimtis 55 lapų. Darbe pateikiamas 31 paveikslas, cituojamas 47 literatūros šaltinis.

Darbą sudaro keturi skyriai. Pirmame skyriuje pateikta teorinė medžiaga apie ragenos anatomiją. Antrame skyriuje apžvelgiama kontaktinių lęšių klasifikacija bei pagrindiniai jų parametrai ir anksčiau atliktų kontaktinių lęšių įtakos ragenos parametrams mokslinių tyrimų literatūros apžvalga. Trečiame skyriuje nagrinėjami keratometro, refraktometro bei ultragarsinio pachimetro veikimo principai. Praktinėje dalyje pateikiama kontaktinių lęšių įtakos ragenos parametrams tyrimo atlikimo metodika, analizuojami gauti rezultatai.

Tyrimo objektas – įvairaus amžiaus minkštų kontaktinių lęšių nešiotųjų ragenos jų pachimetrijos ir keratometrijos ir refraktometrijos duomenys.

Tyrimo tikslas – ištirti įvairių minkštų kontaktinių lęšių įtaką ragenos parametrams (ragenos centriniam storiui (CRS), priekinio paviršiaus kreivumo spinduliui ir laužiamajai gebai) bei akies refrakcijai.

Tyrimo dalyvavo 21 tiriamieji: 15 moterų ir 6 vyrai. Buvo tiriamos tik sveikos (neoperuotos, nesergančios lėtinėmis ligomis, netraumuotos) akys. Išėmus kontaktinius lęšius iš karto buvo atliekama autokeratorefraktometrija ir pachimetrija. Tas pats tyrimas buvo kartojamas po 15 minučių, po 2 valandų ir po 72 val., nenešiojus kontaktinių lęšių.

Išvados: Mažiausiai CRS kinta nešiojant SiHi KL dieniniu režimu. Daugiausiai ir greičiausiai ragenos parametrai kinta iki 2 val. nuo KL išėmimo. Priklausomybė tarp CRS ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio bei CRS ir ragenos laužiamosios gebos yra nereikšminga. Kadangi CRS padidėjimas nedidelis, jo įtaka refrakcijai nežymi.

SUMMARY

The Bachelor's graduation paper "The Impact of Soft Contact Lenses on Cornea Parameters" consists of an introduction, four chapters, conclusions, list of literature referred to, and Annexes. The scope of the paper is 55 pages. The paper includes 31 pictures and 47 reference sources.

The paper consists of four chapters. Chapter I presents theoretical material on the anatomy of the cornea. Chapter II includes an overview of the contact lens classification and their key parameters as well as an overview of previously conducted research of the impact of contact lenses on the cornea parameters. Chapter III examines operating principles of the ceratometer, refractometer and ultrasound pachimeter. The practical part includes the methods of the research of the impact of contact lenses on the cornea parameters as well as the analysis of the results obtained.

The subject of the research is the data obtained by the ceratometry, refractometry and pachimetry of the cornea of various age users of soft contact lenses.

The goal of the research was to examine the impact of various soft contact lenses on the cornea parameters (on the cornea central thickness - CCT, on the curvature radius of the cornea front surface, and on the corneal power) and refraction.

22 subjects took part in the research: 16 females and 6 males. Only healthy eyes were eligible (non-operated, not effected by chronic diseases, and non-traumatized). Right after removal of the contact lenses, the ceratometry, refractometry and pachimetry was performed. The same trial was conducted after 15 minutes, after 2 hours, and after 72 hours without wearing the contact lenses.

Conclusions: The least fluctuation in the CCT has been observed while wearing the SiHi CL on the daylight basis. Cornea's parameters change mostly and quickly in two hours after taking contact lenses out. Dependency of CRS and corneal front surface radius of curvature as well as CRS and corneal refraction is irrelevant. CRS increase is small therefore it's impact on refraction is inconsiderable.

TURINYS

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS.....	6
1.1. AKIES RAGENOS ANATOMIJA IR PARAMETRAI.....	8
1.2. AKIES RAGENOS PARAMETRAI.....	10
2. KONTAKTINIAI LĘŠIAI: TEORINIAI ASPEKTAI.....	12
2.1. KONTAKTINIŲ LĘŠIŲ KLASIFIKACIJA.....	12
2.1.1. Kietieji ir minkštieji kontaktiniai lęšiai.....	12
2.1.2. FDA klasifikacija.....	15
2.1.3. Kontaktinių lęšių nešiojimo režimai.....	16
2.1.4. Kontaktinių lęšių keitimo dažnumas.....	16
2.1.5. Kontaktinių lęšių dizainas.....	17
2.1.6. Kontaktinių lęšių skaidrumas.....	17
2.2. KONTAKTINIŲ LĘŠIŲ PARAMETRAI.....	18
2.3. ANKSČIAU ATLIKTŲ TYRIMŲ APŽVALGA.....	19
3. PRIETAISAI RAGENOS PARAMETRAMS TIRTI.....	21
3.1. REFRAKTOMETRAS.....	21
3.2. OFTALMOMETRAS (KERATOMETRAS).....	25
3.3. AUTOKERATOREFRAKTOMETRAS.....	27
3.4. ULTRAGARSINĖ PACHIMETRIJA.....	29
4. MINKŠTŲ KONTAKTINIŲ LĘŠIŲ POVEIKIO RAGENOS PARAMETRAMS	
TYRIMAS.....	33
4.1. TYRIMO METODOLOGIJA.....	33
4.2. TYRIMO REZULTATAI.....	37
4.3. REZULTATŲ APTARIMAS.....	48
IŠVADOS.....	50
LITERATŪRA IR KITI INFORMACIJOS ŠALTINIAI.....	51
ILIUSTRACIJŲ SĄRAŠAS.....	55
PRIEDAI.....	58

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

CRS	centrinis ragenos storis
Dk	medžiagos deguonies pralaidumo koeficientas, parodantis, koksdeguonies kiekis praeina pro tam tikrą medžiagą per tam tikrą laiką esant tam tikram slėgiui.
Dk/t	kontaktinio lęšio deguonies pralaidumo koeficientas, parodantis, koksdeguonies kiekis praeina pro tam tikro storio kontaktinį lęšį per tam tikrą laiką esant tam tikram slėgiui
FDA	JAV maisto ir vaistinių produktų administracija (angl. <i>Food and Drug Administration</i>)
HEMA	2-hidroksietilmetakrilas – polimeras, naudojamas mikštų kontaktinių lęšių gamyboje
Hi KL	hidrogelio kontaktiniai lęšiai
KL	kontaktiniai lęšiai
MKL	minkšti kontaktiniai lęšiai
PMMA	polimetilmetakrilatas – skaidrus termoplastikas, naudojamas kietų kontaktinių lęšių gamyboje
SE	sferinis ekvivalentas - tai refrakcijos dydis dioptrijomis, bendrai įvertinantis sferinę bei astigmatinę regėjimo ydą
SiHi KL	silikono hidrogelio kontaktiniai lęšiai
UG	ultragarsas
UGP	ultragarsinė pacimetrija

IVADAS

Temos aktualumas: Akys – vienas svarbiausių žmogaus jutimo organų. Jos suteikia net 80 proc. visos informacijos apie mus supantį pasaulį. Todėl suprantama, kad geras regėjimas – tikras turtas, ir priklauso jis nuo akies sistemos veiklos.

Sutrikus regėjimui gana plačiai taikoma regėjimo korekcija panaudojant minkštus kontaktinius lęšius (MKL). Atskirais atvejais kontaktinių lęšių korekcija toleruojama net geriau nei akinių. Tačiau, kaip patogu ir gera bebūtų, kontaktinis lęšis yra svetimkūnis akyje, galintis sutrikdyti normalią ragenos veiklą. Kai ant ragenos uždedame kontaktinį lęšį, sutrinka deguonies patekimas į rageną, ji paburksta. To pasekoje pakinta ragenos parametrai (ragenos centrinis storis (CRS), jos laužiamoji geba, priekinio paviršiaus kreivumo spindulys). Anksčiau, prieš parenkant korekciją (akinius ar kontaktinius lęšius), klientų, kurie nešioja MKL, buvo prašoma išsiimti juos 2 valandas prieš patikrą. Šiuo metu yra nuosatata, kad parinkti korekciją galima iškart po MKL išėmimo. Tačiau iki šiol didžioji dalis optimetrininkų dirba pagal ankstesnę nuostatą. Šiuo tyrimu norima išsiaiškinti, kokią įtaką MKL daro ragenos parametrams bei akies refrakcijai, ar tikslinga 2 val. prieš regos korekciją išsiimti KL.

Tyrimo objektas: Įvairaus amžiaus MKL nešiotojų ragenos, jų pachimetrijos, keratometrijos ir refraktometrijos duomenys.

Darbo tikslas: Išanalizavus literatūrą apie rageną ir kontaktinius lęšius, ištirti įvairių minkštų kontaktinių lęšių (MKL) įtaką ragenos parametrams (ragenos centriniam storiui, priekinio paviršiaus kreivei ir laužiamajai gebai) bei akies refrakcijai.

Siekiant numatyto tikslo, iškelti šie **uždaviniai**:

1. Teoriškai išanalizuoti literatūros šaltinius apie rageną ir kontaktinius lęšius ir jų įtaką ragenos parametrams;
2. Išnagrinėti keratometro, refraktometro ir pachimetro veikimo principus;
4. Atlikti tyrimą: po KL išėmimo iš akies tam tikrais laiko tarpais ištirti centrinę ragenos storį, priekinio paviršiaus kreivumo spindulį ir ragenos laužiamąją gebą.
5. Įvertinti ragenos parametrus ir jų įtaką refrakcijai.

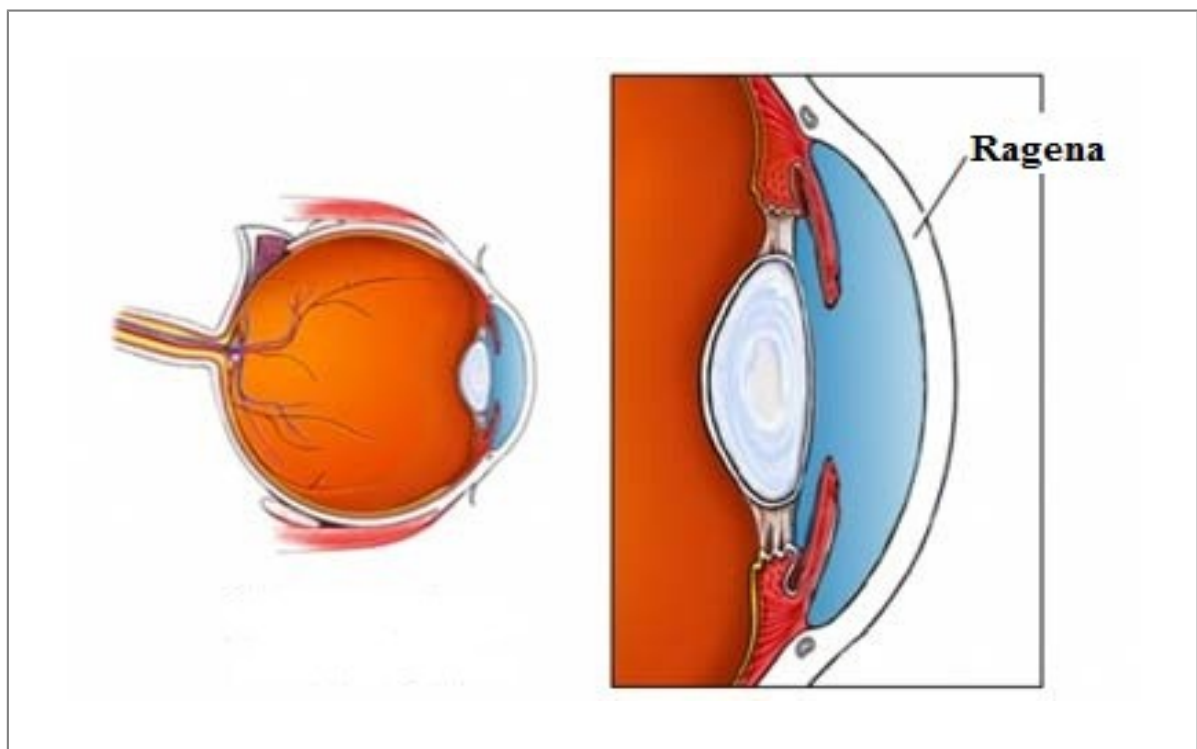
Tyrimo metodai:

1. Literatūros šaltinių darbo tema analizė.
 2. Mokslinių straipsnių analizė.
 3. Empirinis duomenų rinkimas.
- Tyrimo pagrindas.** Darbe naudota mokslinė literatūra, straipsniai, publikacijos iš žurnalų ir internetinių puslapių. Atliktas tyrimas.

1. AKIES RAGENA: TEORINIAI ASPEKTAI

1.1. Akies ragenos anatomija ir parametrai

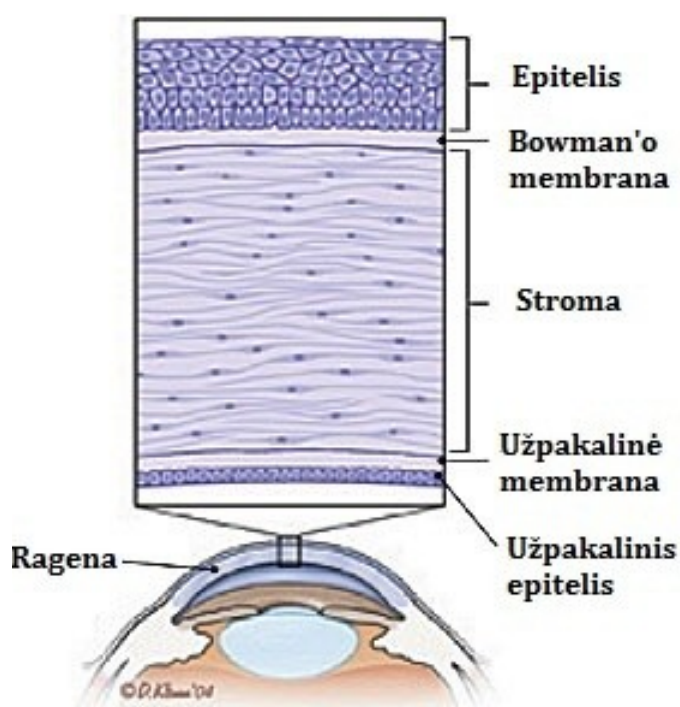
Ragena – akies optinis langas, leidžiantis žmogui matyti (1 pav.). Tai išgaubtas galingas lęšis, kurio optinė geba sudaro dvi trečiąsias visos akies optinės gebos. Ji yra stipriausiai šviesą laužianti akies struktūra. Skaidri, lygi ragena, padengta ašarų plėvele, yra svarbi ne tik normaliam regėjimui, bet ir sėkmingam kontaktinių lęšių nešiojimui. Parenkant kontaktinius lęšius yra padidinama arba sumažinama akies refrakcija (spindulio krypties pasikeitimas jam pereinant akyje per rageną ir lęšiuką) ir sukurama nauja optinė sistema akis-kontaktinis lęšis [2]. Kadangi minkšti kontaktiniai lęšiai (MKL) padengia (užkloja) visą ragenos paviršių, akivaizdu, kad jos fiziologiniai procesai (kvėpavimas, metabolizmas) priklauso nuo MKL charakteristikų (medžiagos savybių, lęšio dizaino). Norint suprasti, kaip MKL veikia rageną ir kokie pakitimai gali įvykti jos struktūroje, svarbu žinoti ragenos anatomiją ir fiziologiją.



1 pav. Ragena [2]

Skaidri rageną leidžia oftalmologui pažvelgti į akies vidų. Rageną - priekinę, skaidrią skaidulinio akies obuolio dangalą (lot. *tunica fibrosa oculi*) dalis. Tai yra skaidrus begyslis audinys, kuris kartu su ašarų plėvele suformuoja pagrindinį akies optinį paviršių. Ji yra laikrodžio stiklėlio formos, iš priekio atrodo kaip gulsčia elipsė [3].

Rageną sudaryta iš penkių sluoksnių (2 pav.):



2 pav. Ragenos sluoksniai [4]

1. Daugiasluoksnis plokščiasis neragėjantis epitelis (lot. *epithelium anterius corneae*)

Jis sudaro apie 10% viso ragenos storio. Epitelis sudarytas iš 5-6 plokščiųjų neragėjančių ląstelių sluoksnių, kurių periferijoje daugėja iki 15, o pereinant į junginę – iki 20. Tai greitai regeneruojantis išorinis sluoksnis. Jis apsaugo rageną nuo nepalankių aplinkos sąlygų. Jame vyksta dujų ir šilumos apykaita. Epitelio ląstelės „išlygina“ ragenos paviršių, o tai labai svarbu optinei funkcijai. Ragenos epitelis yra jautriausia organizmo paviršiaus vieta, kadangi skausmo nervų skaidulos prieina iki pat epitelio išorinio paviršiaus.

2. Bowman'o priekinė ribojančioji (elastinga) membrana (lot. *lamina limitans anterior*)

Tai sluoksnis po epitelium, sudarytas iš kalogeno skaidulų, formuojančių tankų tinklą. Membrana jungiasi su ragenos stroma (audiniu), yra plona (apie 0,01 mm), su angutėmis nervams. Ji nesiekia ragenos krašto. Ši plėvelė pakankamai tvirta ir palaiko ragenos formą, ji

atspari bakterijoms ir saugo rageną nuo išorinių mechaninių veiksnių. Sunaikinta Bowman'o membrana neatsistato.

3. Ragenos stroma (lot. *substantia propria corneae*)

Tai pats storiausias ragenos sluoksnis. Ragenos stroma sudaro apie 90% viso ragenos storio. Ji sudaryta iš lygiagrečiais sluoksniais taisyklingai išsidėsčiusių kolageno plokštelių. Tarpus tarp jų užpildo tarpląstelinė medžiaga. Joje gausu savajai ragenos medžiagai, sudarančiai pagrindinę ragenos dalį, skaidrumo suteikiančių glikozaminoglikanų.

4. Užpakalinė ribojančioji (elastinga) membrana (lot. *lamina limitans posterior*)

Ji sudaryta iš taisyklingai išsidėsčiusių labai plonų kolageno skaidulų, einančių dviem kryptimis. Membrana yra skaidri, homogeninė, elastinga, atspari cheminėms medžiagoms.

5. Vienasluoksnis užpakalinis epitelis (lot. *epithelium posterius corneae*)

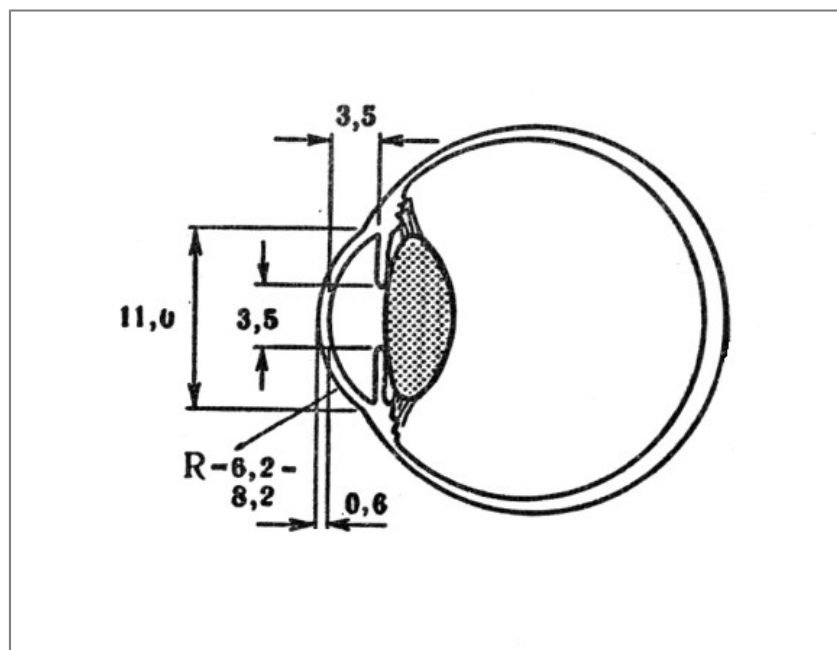
Jis sudarytas iš vieno sluoksnio šešiakampių plokščių ląstelių. Šis sluoksnis veikia kaip „siurblys“, kuris būtinas medžiagas „siurbia“ iš priekinės kameros į rageną ir atgal. Esant užpakalinio epitelio pakenkimui, stroma paburksta dėl į ją patenkančio akies skysčio [3].

Ragenoje nėra kraujagyslių, todėl ji yra idealiai skaidri. Visi medžiagų apykaitos procesai vyksta difuzijos būdu iš aplink ją esančių kapiliarų tinklo (lot. *rete vesculosum pericorneale*), kameros skysčio ir ašarų plėvelės. Užpakalinė ragenos dalis maitinasi priekinės kameros skysčiu, kurį gamina ciliarinis kūnas - sustorėjusi akies vidurinio (kraujagyslinio) dangalo dalis). Priekinė ragenos dalis deguonį ląstelėms gauna iš aplinkos oro. Todėl nešiojant MKL, naktį, kai vokai užmerkti, ragenos aprūpinimas deguonimi ženkliai sumažėja. Didelį vaidmenį ragenos medžiagų apykaitoje vaidina limbo kraujagyslių tinklas [1].

1.2. Akies ragenos parametrai

Ragenos horizontalus skersmuo yra 11,7 mm, vertikalus – 10,6 mm. Moterų šis matmuo vidutiniškai 0,1 mm mažesnis. Ragenos storis centre yra 0,51 – 0,55 mm, o periferijoje 0,67 – 0,74 mm. Ragenos paviršius yra 1,3 cm² - tai sudaro 1/14 viso akies obuolio paviršiaus ploto. Optinę ragenos zoną sudaro 4 mm skersmens centrinė dalis (3 pav.).

Priekinis ir užpakalinis ragenos paviršiai yra santykinai lygiagretūs, tačiau, artėjant link periferijos, pradeda nežymiai skirtis. Suaugusių žmonių ragenos išorinio paviršiaus spindulys yra apie 7,8 mm, o užpakalinio paviršiaus - 6,5 mm (6,2 – 6,8). Izoliuota ragena neturi optinių laužiamųjų savybių, tačiau sistemoje su priekinės kameros skysčiu jos laužiamoji geba yra maždaug 43 dioptrijos (D) [3].



3 pav. Ragenos parametrai [5]

Kalbant apie ragenos formą dažniausiai yra vartojamas centrinės ragenos dalies kreivumo spindulio (bazinės kreivės) terminas. Šis spindulys yra išmatuojamas oftalmometru (keratometru). Ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulys yra matuojamas milimetrais. Medicinos praktikoje yra nustatyta, kad konkretus ragenos išgaubtumas atitinka konkrečią optinę gebą. Pvz: 7,85 mm išgaubtumas atitinka 43,00 dioptrijų refrakciją. Todėl kuo mažesnis ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulys, tuo didesnė ragenos laužiamoji geba, ir atvirkščiai pvz: 40,50 dioptrijų refrakcija atitinka 8,33 mm ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulį. Ragenos laužiamąją gebą galima paskaičiuoti pagal formulę:

$$D = \frac{n - 1}{r} \quad (1)$$

čia n – refrakcijos indeksas (ragenos medžiagos lūžio rodiklis), 1,3375;

1 – oro refrakcijos indeksas,

r - ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulys [6].

Normali ragena nėra sferinė, greičiau asferinė (į periferiją plokštėjanti) ir torinė (labiau gaubta viename meridiane, nei statmename). Panašiai kaip varpelis su plokščiais šonais. Centrinė 6 – 7 mm viršūnės riba yra elipsė su beveik nuolatiniu kreivumu, būdingu tik jos viršūnei [7].

2. KONTAKTINIAI LĘŠIAI: TEORINIAI ASPEKTAI

Šiuolaikiniai kontaktiniai lęšiai yra moderni regos korekcijos priemonė. Patogus jų nešiojimas ir nesudėtinga priežiūra pakeitė milijonų žmonių, turinčių regos sutrikimų, gyvenimą. Pasaulyje kontaktinius lęšius nešioja apie 140 milijonų žmonių [8].

Kontaktiniai lęšiai – tai nedidelės plonos optinės linzės, kurios dedamos tiesiai ant ragenos. Jų medžiagos yra biologiškai suderinamos, nesukelia problemų dėl reakcijos su žmogaus audiniais. Panašios medžiagos naudojamos ir kitose medicinos srityse. Jos leidžia, pakankamam deguonies kiekiui patekti į akį. Štai kodėl nešiojant modernius kontaktinius lęšius deguonies trūkumas akiai jau praeitis. Šiuolaikinių kontaktinių lęšių dizainas leidžia jiems prisitaikyti prie akies formos, taip suteikdamas optimalų komfortą [9].

2.1. Kontaktinių lęšių klasifikacija

Yra daugybė įvairių tipų kontaktinių lęšių, kurie skiriasi tarpusavyje savo charakteristikomis, paskirtimi, jų keitimo, nešiojimo laiku ir poveikiu ragenos parametrams.

Kontaktiniai lęšiai klasifikuojami:

1. Pagal medžiagas, iš kurių jie pagaminti;
2. Pagal keitimo dažnumą (terminas, po kurio KL keičiami naujais);
3. Pagal nešiojimo režimą (dieninis, lankstus, pailgintas, nepertraukiamas);
4. Pagal dizainą (sferiniai, toriniai, multifokaliniai);
5. Pagal skaidrumo laipsnį (skaidrūs, spalvoti, karnavaliniai) [8].

2.1.1. Kietieji ir minkštieji kontaktiniai lęšiai

Kietieji KL naudojami esant sudėtingiems atvejams (aukšto laipsnio astigmatizmui koreguoti, esant keratokonusui) ir ortokeratologijoje.

Pirmieji **kieti dujoms nepralaidūs** KL buvo sukurti 1949 m. Jie buvo mažesni, dengė tik rageną ir buvo nešiojami iki 16 val/dieną. Apie 1960 m. PMMA rageniniai KL tapo pirmaisiais masiniais KL. Šie lęšiai buvo mažai pralaidūs deguoniui ir sukeldavo nemažai komplikacijų. Dabar kieti dujoms nepralaidūs lęšiai jau nebenaudojami [10,11].

Dabartiniai kietieji KL gaminami iš polimerų, kurie užtikrina aukštą deguonies pralaidumą. Tokie lęšiai vadinami **dujoms pralaidžiais kietais** kontaktiniais lęšiais. Kietųjų kontaktinių lęšių privalumas yra tas, kad su jais yra geras matymo ryškumas ir jie gali kontroliuoti trumparegystės progresavimą iki tam tikro laipsnio. Šie lęšiai yra pagaminti iš

medžiagų, kurių sudėtyje nėra vandens, o tai reiškia, kad viena pora, tinkamai valant ir prižiūrint, gali tarnauti ne vienerius metus.

Kietųjų kontaktinių lęšių trūkumai:

- 1) juos ne taip patogų nešioti kaip minkštuosius kontaktinius lęšius;
- 2) reikalingas ilgesnis laiko tarpas prie jų priprasti;
- 3) jie dažniau gali iškristi.



4 pav. Minkštieji ir kietieji kontaktiniai lęšiai [12]

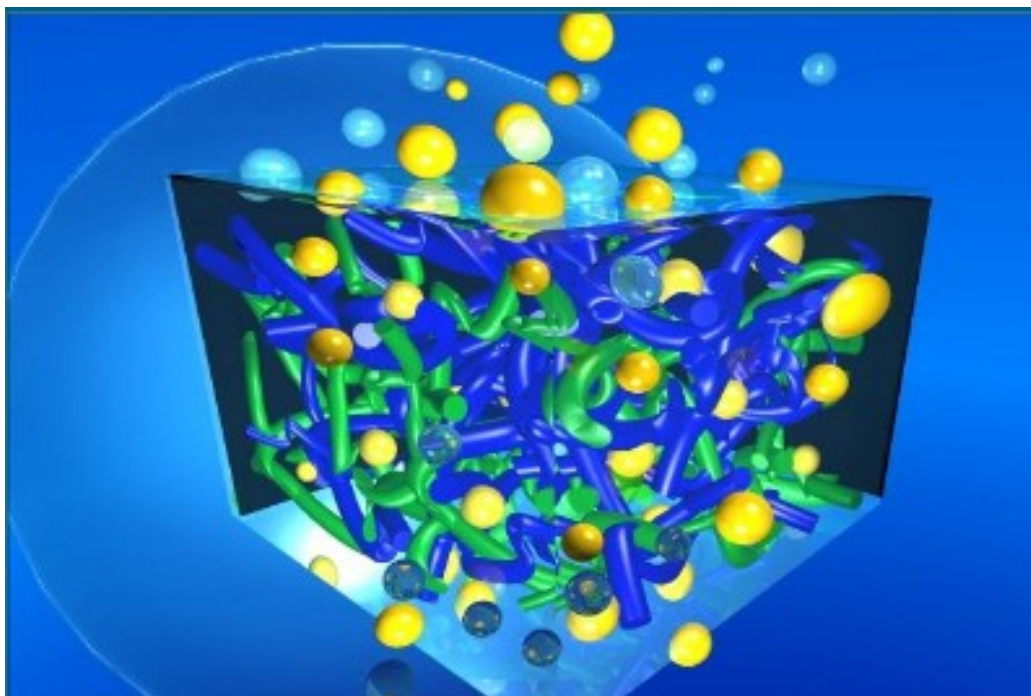
Dauguma žmonių pirmenybę teikia minkštiesiems kontaktiniams lęšiams. Šiuolaikiniai **minkštieji kontaktiniai** lęšiai gaminami iš dviejų tipų medžiagų: hidrogelio ir silikono hidrogelio.

Hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai

Pirmuosius hidrogelinius kontaktinius lęšius apie 1959 metus sukūrė čekų mokslininkas Otto Wichterle iš hidrogelio HEMA [10]. Polimeras HEMA su įvairias priedais ir dabar dažnai naudojamas kontaktinių lęšių gamybai. Hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai nesukelia problemų dėl reakcijos su žmogaus audiniais. Jie turi geras optines savybes ir aprūpina akies rageną pakankamu deguonies kiekiu, kai yra nešiojami dieniui režimu. Tačiau net šio deguonies kiekio nepakanka, kad akys normaliai „kvėpuotų“ po kontaktiniais lęšiais, jei jie nešiojami nepertraukiamu režimu (neišimant naktį). Nemažai hidrogelinių KL nešiotojų nesilaiko reikiamo lęšių nešiojimo režimo ir neišsiima jų naktį. Tokiais atvejais nepakankamas ragenos aprūpinimas deguonimi sukelia ragenos paburkimą ir kitas komplikacijas. Deguonies pralaidumas hidrogelinuose lęšiuose yra proporcingas vandens kiekiui juose. Vis dėlto visuose hidrogelinuose lęšiuose, net ir su dideliu vandens kiekiu (75%), lęšio deguonies pralaidumas (Dk/t) neviršija 40, o saugiam nepertraukiamam lęšių nešiojimui Dk/t turi būti nemažesnis kaip 87. Šią problemą padeda išspręsti silikono – hidrogelio kontaktiniai lęšiai [9].

Silikono hidrogelio kontaktiniai lęšiai

Silikono hidrogelio struktūra susideda iš dviejų komponentų: silikono ir hidrogelio (5 pav.).



5 pav. Silikono hidrogelio struktūra [10]

Hidrogelio komponentas reikalingas kontaktinio lęšio suderinamumui su akies audiniais, silikono – ragenos aprūpinimui deguonimi, patenkančiu iš atmosferos per kontaktinį lęšį. Pirmieji silikono hidrogelio lęšiai atsirado 1998 m.[10]. Šių KL deguonies pralaidumas pro lęšį buvo kelis kartus didesnis nei maksimalus hidrogelio lęšių (Dk/t silikono hidrogelio lęšių buvo didesnis nei 100). Silikoninių hidrogelinių kontaktinių lęšių sudėtyje yra vandens 24%, 36% ir 47% atitinkamai, jų deguonies pralaidumas mažėja, didėjant vandens kiekiui. Atsiranda ir naujos silikono hidrogelio kontaktinių lęšių medžiagos – comfilcon A (BiofinityTM; CooperVision). Pridėjus daugiau vandens į silikono lęšius, jų savybės tampa artimesnės hidrogelio lęšiams, išliekant dideliu deguonies pralaidumui [9].

Naujausi lęšiai yra pagaminti iš fluoropolimero, kuris puikiai praleidžia deguonį. Medžiagos dujų praleidžiamumas yra susijęs su tarp molekulinė tarpų dydžiu, kurie perneša dujų molekules, ir dujų tirpumu. Silikoniniai monomerai yra naudojami dažniausiai, nes jų molekulinė struktūra sukuria labiau atvirą polimerinę konstrukciją. Pridėjus fluoro padidėja polimerų dujų tirpumas ir šiek tiek neutralizuoja silikono tendenciją suriši hidrofobo daleles (tokias kaip lipidines gleives), kurios turi sąlytį su kontaktinių lęšių paviršiumi [13].

2.1.2. FDA klasifikacija

1986 m. JAV maisto ir vaistinių produktų administracija (*FDA*) (angl. *Food and Drug Administration, FDA*) ir kontaktinių lęšių gamintojai pasiūlė kontaktinių lęšių klasifikaciją pagal medžiagos vandens kiekį ir elektrinį krūvį.

I grupė - Kontaktiniai lęšiai iš nejoninių medžiagų su mažu vandens kiekiu (<50%). Šios grupės kontaktiniai lęšiai dėl neigiamo paviršiaus krūvio labiau linkę pritraukti teigiamą krūvį turinčius ašarų produktus. Medžiagos:

Teflicon (38%) (Dk = 8.9)

Tetrafilcon A (43%) (Dk = 9)

Crofilcon (38%) (Dk = 13)

Hefilcon A&B (45%) (Dk = 12)

Mafilcom (33%) (Dk = 4)

Polymacon (38%) (Dk = 9)

Hioxifilcon B (49%) (Dk = 15)

Lotrafilcon A (24%) (Dk = 140)

II grupė - Kontaktiniai lęšiai iš nejoninių medžiagų su dideliu vandens kiekiu (>50%). Šios grupės kontaktiniai labiausiai linkę kaupti nuosėdas dėl neigiamo paviršiaus krūvio ir didelio vandens kiekio. Nors tokie lęšiai pasižymi dideliu vandens kiekiu, tačiau drauge turi ir didesnę polinkį į dehidrataciją. Be to, jie jautrūs aplinkos poveikiui. Medžiagos:

Lidofilcon A (70%) (Dk = 31)

Netrafilcon A (65%) (Dk = 34.5)

Nelfilcon A (69%) (Dk = 26)

Alfafilcon A (66%) (Dk = 32)

Omafilcon A (59%) (Dk = 33)

Hilafilcon A (70%) (Dk = 35)

Hilafilcon B (59%) (Dk = 22)

III grupė - Kontaktiniai lęšiai iš joninių medžiagų su mažu vandens kiekiu (<50%). Šios grupės kontaktiniai lęšiai, dėl teigiamo elektrinio krūvio kaupia mažiau nuosėdų. Medžiaga, iš kurios jie gaminami, yra patvaresnė. Šios grupės KL rekomenduotini pacientams, turintiems akių sausumo problemų. Medžiagos:

Buofilcon A (45%) (Dk = 16)

Deltafilcon A (43%) (Dk = 10)

Phemfilcon (38%) (Dk = 9)

IV grupė - Kontaktiniai lęšiai iš joninių medžiagų su dideliu vandens kiekiu (>50%). Šios grupės kontaktiniai lęšiai kaupia mažiau nuosėdų nei didelį vandens kiekį turinti

nejoninė medžiaga. Jie paprastai labiau pažeidžiami nei mažo vandens kiekio lęšiai. Šios grupės medžiagos dažniausiai naudojama planinio keitimo lęšių gamybai. Medžiagos:

Bufileon A (55%) (Dk = 16)

Perfileon A (71%) (Dk = 34)

Etafileon A (58%) (Dk = 28)

Ocufileon B (53%) (Dk = 16)

Phemfileon A (55%) (Dk = 16)

Methafileon A (55%) (Dk = 18) [10, 14].

2.1.3. Kontaktinių lęšių nešiojimo režimai

Dieninis MKL nešiojimo režimas reiškia, kad lęšius reikia nešioti dienos metu, o nakčiai būtina išsiimti. Taip pat nešiojimo laikas neturi būti ilgesnis nei 11 val. Tai galioja visiems hidrogeliniais lęšiams. Dieninio nešiojimo kontaktinių lęšių gamybai naudojamos tiek didelio, tiek ir mažo deguonies pralaidumo medžiagos.

Pailginto nešiojimo režimo kontaktinius lęšius galima nešioti 6 paras neišimant jų iš akių nakčiai. Po to būtina kontaktinius lęšius išimti, įmerkti juos dezinfekuoti ir valyti, o akims duoti pailsėti.

Lankstus nešiojimo režimas leidžia kartais su dienos nešiojimo režimo kontaktiniais lęšiais miegoti 1-2 naktis. Pailginto ir lankstaus nešiojimo režimui rekomenduojami tik silikono hidrogelio kontaktiniai lęšiai su dideliu deguonies pralaidumu ($Dk/t \geq 125$).

Nepatraukiamo nešiojimo režimo kontaktinius lęšius galima nešioti iki 30 parų, neišimant jų ir naktį. Šiuo režimu rekomenduojama nešioti tik kai kuriuos silikono hidrogelio kontaktinius lęšius [15].

2.1.4. Kontaktinių lęšių keitimo dažnumas

Atsižvelgiant į rekomenduojamą KL keitimo dažnumą, jie gali būti:

- **Vienkartiniai** – šie lęšiai tarnauja tik 1 dieną, kadangi ryte yra įdedami į akį, o vakare išimami. Tai patys sveikiausi KL, nereikalaujantys papildomos priežiūros.
- **Dažno planinio keitimo** lęšiai – keičiami kas 2 savaites ar dažniau.
- **Planinio keitimo** – jie keičiami po atitinkamo nešiojimo periodo, dažniausiai dėl ant lęšių paviršiaus susikaupusių nuosėdų. Optimaliausiu KL nešiojimo terminu laikomas 1 mėnuo, todėl daugiausia ir yra gaminama mėnesinių KL. Taip pat yra kas 3 ir 6 mėnesius keičiamų kontaktinių lęšių. Jie nešiojami pakankamai retai.

- **Tradiciniai** – šie lęšiai keičiami kas 6-12 mėnesių. Jie praktiškai jau nebenaudojami [15].

2.1.5. Kontaktinių lęšių dizainas

- Didžioji dalis rinkoje esančių KL yra **sferinio dizaino** ir skirti miopijos ar hipermetropijos korekcijai. Šių KL optinio paviršiaus zona yra artima sferinei formai.
- Astigmatizmo korekcijai naudojami **toriniai** KL. Torinių KL paviršius sferocilindrinis, t.y. skirtinguose meridianuose yra skirtinga optinė galia. Jei astigmatizmas yra mažo laipsnio (iki 1 dioptrijos), jį galima koreguoti paprastais sferiniais KL.
- Presbiopijos (dėl amžiaus pakitimų lęšiuje sumažėjusios akies galimybės prisitaikyti ryškiai matyti artimu atstumu) korekcijai yra naudojami **multifokaliniai** KL. Jie gali būti sferinio ir torinio dizaino [15].

2.1.6. Kontaktinių lęšių skaidrumas

- **Permatomi**

Įprasti skaidrūs kontaktiniai lęšiai.

- **Nudažyti**

Kai kurie minkštieji kontaktiniai lęšiai yra silpnai dažyti, kad būtų galima juos lengviau aptikti tirpale, kuriame jie laikomi, plaunami ir dezinfekuojami. Jie neturi įtakos akių spalvai.

- **Dekoratyviniai kontaktiniai lęšiai:**

Akių spalvą paryškinantys kontaktiniai lęšiai. Jų būna įvairių spalvų. Šie lęšiai gali būti ir koreguojantys regėjimą, ir „nuliniai“ (planum) žmonėms su normalia rega.

Spalvoti kontaktiniai lęšiai yra nuspalvinti įvairiomis intensyviomis spalvomis. Jie visiškai pakeičia tiek šviesių, tiek ir tamsių akių spalvą. Šie lęšiai taip pat gali būti ir koreguojantys regėjimą ir „nuliniai“ (planum) žmonėms su normalia rega.

Karnavaliniai kontaktiniai lęšiai (klubiniai kontaktiniai lęšiai) – tai MKL su įvairiais piešinukais (Katė, Vilkas, Vampyras, Šypsenėlė, Voratinklis ir kt.) (6 pav.). Šie lęšiai skirti žmonėms su normalia rega.



6 pav. Karnavaliniai kontaktiniai lęšiai [16]

2.2. Kontaktinių lęšių parametrai

Kontaktiniams lęšiams apibūdinti bei savybėms nusakyti naudojami šie parametrai:

Vandens kiekis. Didelis vandens kiekis užtikrina komfortą bei ragenos aprūpinimą deguonimi, nes deguonies molekulės ištirpsta vandenyje ir yra pernešamos į rageną. Tačiau didelis vandens kiekis lemia, kad lęšis yra ne toks atsparus plyšimui, nuosėdų susikaupimui ir dehidracijai.

Deguonies pralaidumas. Kontaktinių lęšių saugų ilgalaikį nešiojimą užtikrina didelis lęšių deguonies pralaidumas, visiškai užtikrinantis akies deguonies poreikius net ir nakties miego metu. Deguonies pralaidumui pro kontaktinį lęšį naudojami keli apibūdinimai.

Deguonies srautas (angl. Oxygen flux j) - deguonies tūris, praeinantis pro KL tam tikrą zoną per tam tikrą laiką ($\mu\text{l O}_2/\text{cm}^2 \text{ s}$).

Deguonies pralaidumas (angl. Oxygen permeability Dk). **Dk** – deguonies kiekis, praeinantis pro tam tikrą medžiagą per tam tikrą laiką ir esant tam tikram slėgiui.[10] Medžiagos deguonies pralaidumo koeficientas ($10^{-11}(\text{cm}^2/\text{sec})$ ($\text{mlO}_2/\text{ml}\cdot\text{mmHg}$), matuojamas barerais. Jis apibūdina konkrečią medžiagą konkrečioje temperatūroje.

Deguonies pralaidumas (angl. Oxygen transmissibility Dk/t). **Dk/t** – deguonies kiekis, praeinantis pro tam tikro storio kontaktinį lęšį per tam tikrą laiką ir esant tam tikram slėgiui. Lęšio deguonies pralaidumo koeficientas yra $10^{-9}(\text{cm}^2/\text{s})(\text{mlO}_2/\text{ml}\cdot\text{mmHg})$, arba barerai/cm. Parodo deguonies pralaidumą konkretaus dizaino ir storio lęšiui [10]. Hidrogelinių lęšių pralaidumas tiesiogiai priklauso nuo vandens kiekio – kuo daugiau lęšio struktūroje vandens, tuo jo pralaidumas didesnis, o silikoniniai lęšiai šios priklausomybės

neturi. Paprastai gamintojai nurodo -3,0 D lęšio pralaidumą. Kuo lęšis plonesnis, tuo jo deguonies pralaidumas geresnis [17].

Elektrinis krūvis. Elektrinis krūvis – tai dar vienas parametras, kuris įtakoja kontaktinių lęšių pralaidumą. Kontaktinių lęšių gamybai naudojamos medžiagos turi joninį krūvį arba yra neutralios. Nejoninės medžiagos yra atsparesnės nuosėdų kaupimuisi ant MKL paviršiaus.

Bazinė kreivė. KL užpakalinio paviršiaus kreivė turi kuo geriau atitikti akies ragenos priekinio paviršiaus kreivę. Daugumos KL užpakalinio paviršiaus centrinė dalis yra asferinės formos, kuri charakterizuojama vadinamuoju bazinės kreivės spinduliu. Šis bazinės kreivės spindulys paprastai matuojamas milimetrais. Tipinių šio spindulio reikšmių diapazonas yra nuo 7,8 iki 9,5 mm.

Kontaktinių lęšių diametras. Kontaktinio lęšio diametru vadinamas atstumas nuo vieno lęšio krašto iki kito. Paprastai minkštų KL diametras yra nuo 13,0 iki 15,0 mm. Dažniausiai naudojami 13,8 mm iki 14,5 mm diametro kontaktiniai lęšiai. Bazinė kreivė ir KL diametras - tai pagrindiniai KL geometriniai parametrai, kuriuos naudoja gydytojas ar optometrininkas parinkdami kontaktinius lęšius.

Optinė zona. Tai centrinė kontaktinio lęšio dalis. Optinės zonos dydis būna nuo 8 iki 14 mm. Spalvotų KL optinė zona gali būti sumažinta iki 5 mm (nenu spalvinta vyzdžio zona).

Kontaktinių lęšių storis. Jis yra matuojamas lęšio geometriniame centre. Paprastai plusesniai MKL storesni centre ir plonesni kraštuose, o minusiniai, atvirkščiai, ploni centre, bet storesni kraštuose. Storis lęšio centre taip pat priklauso nuo vandens kiekio medžiagoje ir optinės zonos dydžio. Kai kurių šiuolaikinių kontaktinių lęšių storis centre yra minimalus, apie 0,03 mm. Kontaktinio lęšio krašto storį ir dizainą lemia gamybos technologija [18].

2.3. Anksčiau atliktų tyrimų apžvalga

Viena iš ragenos parametrų kitimo priežasčių yra deguonies stoka (hipoksija). Jai atsiradus padidėja ragenos storis, priekinio paviršiaus kreivumo spindulys bei sumažėja ragenos laužiamoji geba. Dėl galimos korekcijos paklaidos šie ragenos parametrų kitimai svarbūs atliekant lazerinę regos korekciją, kataraktos operacijas, kai reikia apskaičiuoti implantuojamo lęšiuko laužiamąją gebą bei koreguojant regą akiniais ar KL [19]. Iki šiol atliktas ne vienas tyrimas, siekiant išsiaiškinti kokie KL kokią įtaką daro ragenai.

1984 metais Brien A. Holden ir George W. Mertz nustatė minimalų kontaktinių lęšių deguonies pralaidumo koeficientą (Dk/t), kuriam esant kontaktiniai lęšiai nesukelia ragenos paburkimo (Holden ir Mertz kriterijus):

Dieninio nešiojimo: $Dk/t = 24 \cdot 10^{-9}$.

Pailginto nešiojimo: $Dk/t = 87 \cdot 10^{-9}$ [20].

Šiuo metu yra sukurti silikono hidrogelio minkštieji kontaktiniai lęšiai, kurių Dk/t 100×10^{-9} ir daugiau. Tai žymiai viršija Holden ir Mertz kriterijų. 2008 m. straipsnyje „Ragenos storio pakitimai miegant su hidrogelio ir silikono hidrogelio kontaktiniais lęšiais“ autoriai (Hamano H, Maeda N, Hamano T, ir kiti, Hamano Akių klinika, Osaka) paskelbė tyrimų duomenis. Buvo tiriami 8 žmonės 16 akių. Tiriamieji anksčiau nenešiojo kontaktinių lęšių. Buvo dviejų medžiagų hidrogeliniai KL ir trijų medžiagų silikono hidrogelio KL. Respondentai 7 valandas nešiojo kontaktinius lęšius, 1 valandą buvo užsimerkę, po to 3 valandas įmitavo snūduriavimą. Kontrolei ragenos centrinis storis buvo išmatuotas nenešiojus KL. Tuoj po snūduriavimo išmatuotas ragenos storis buvo padidėjęs akyse su hidrogelio kontaktiniais lęšiais 4.8% ir 5.5%. Su silikono hidrogelio lęšiais ragena pastorėjo 2.8%, 1.9% , 1,5%. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad miegant silikono hidrogelio kontaktiniai lęšiai sukelia žymiai mažesnius ragenos pakitimus dėl deguonies stokos, negu hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai [21].

Kiti autoriai Moezzi AM, Fonn D, Simpson TL.(Waterloo universiteto, Optometrijos mokyklos, Kontaktinių lęšių mokslinių tyrimų centras) 2006 m. pateikė tyrimų duomenis apie ragenos paburkimą miegant su didelio deguonies pralaidumo minkštais kontaktiniais lęšiais.

Buvo tiriama 20 žmonių, kurie miegojo 8 val. įsidėję į akis skirtingo Dt/k Si Hi kontaktinius lęšius (komfilkono (Cupervision Inc.) ir lotrafilkono (CIBA Vision)). Dar 20 žmonių miegojo tik su vienu kontaktiniu lęšiu.

Miegojusių su kontaktiniais lęšiais ragenos paburkimas ryte buvo 4,1% - 4,0%, o miegojusų be KL - 3%. Kiek didesnę paburkimą sukėlė komfilkono KL. Nebuvo didelio ragenos paburkimo skirtumo tarp miegojusių su skirtingais SiHi KL [22].

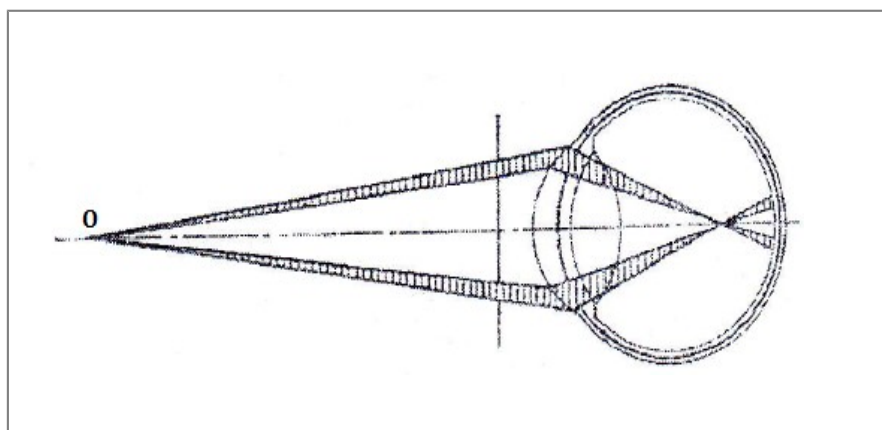
Yra įvairių nuomonių per kiek laiko, išsiėmus KL, stabilizuojasi ragenos parametrai. Žurnalas “Optometry and Vision Science” 2007 m. publikavo straipsnį „ Minkštų kontaktinių lęšių nešiotojų ragenos ir refrakcijos vertinimas prieš fotorefrakcinę operaciją“ nustatė, kad įvairaus KL nešiojimo režimo ragenos parametrų stabilumo laikas yra nevienodas. Greičiausiai stabilizuojasi refrakcija (per $10,7 \pm 10,4$ dienų) ir keratometrija (per $17,5 \pm 16,2$ dienų), lėčiausiai – topografija (per $28,1 \pm 17,7$ dienų) ir centrinis ragenos storis ($35,1 \pm 20,8$ dienų) [23]. Kai kurie regos lazerinės korekcijos gydytojai teigia, kad minkštus KL reikia išsiimti prieš savaitę. Tokio laikotarpio užtenka, atsistatyti ragenos parametrus [19].

3. PRIETAISAI RAGENOS PARAMETRAMS TIRTI

3.1. Refraktometras

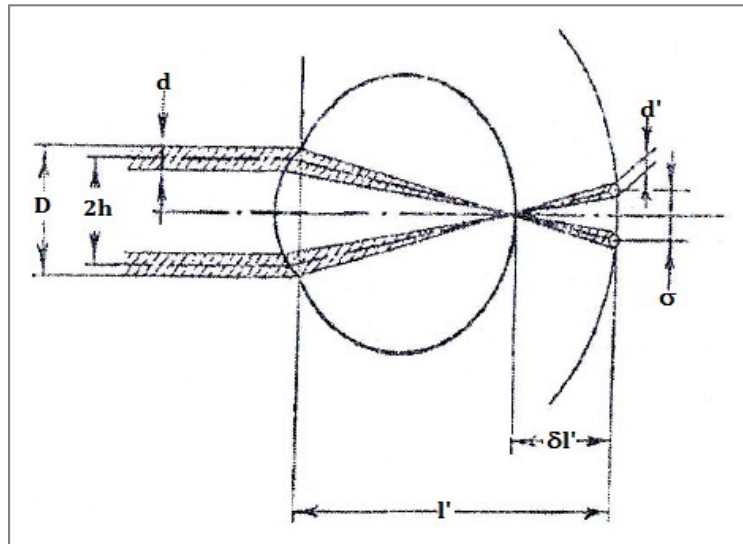
Refraktometras skirtas objektyviam klinikinės refrakcijos nustatymui (pagrindinio akies židinio nuotolio santykiui su akies ašies ilgiu), kuri svarbi ir reikalinga koreguojant akies optinės sistemos trūkumus ir nustatant pagrindinius pjūvius esant astigmatizmui [24].

Plačiai naudojami Chartingerio refraktometrai, kurių schema paremta Šeinerio principu – atvaizdų sutapatinimu. Jei prieš akį pastatyti dvi diafragmas, tai taško O ryškus atvaizdas gausis tada, kai atvaizdo plokštuma bus tinklainėje (7 pav.).



7 pav. Šeinerio refraktometrijos principas [25]

Jei plokštuma nesutampa su tinklaine, gaunami du išsklaidymo apskritimai. Prietaisuose, kaip test-markeriai, naudojami ne šviesos taškai, o štrichų, uždėtų ant pasidabruotos plokštelės grupė – „miros“. Su optinių pleiščių pagalba, šviesa nuo viršutinės miros pusės praeis per vieną diafragmą, o nuo apatinės miros pusės – per kitą diafragmą. Taip pasiekiamas atskirų, dviejų mirų pusių projektavimas į akies dugną (8 pav.).



8 pav. Be galo nutolusio taškinio objekto atvaizdas tiriamosios akies tinklainėje per Šeinerio diafragmą [25]

Defokusavimo dydis šiuo atveju priklausys nuo minimalaus atstumo tarp atvaizdų ir bus apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\delta l' = \frac{\sigma \cdot l}{2h} = \frac{l'^2}{2h}, \quad (2)$$

kur σ - minimalus atstumas tarp atvaizdų, į kurią dar reaguoja imtuvas (8 pav.);

l' - atstumas nuo pagrindinės akies plokštumos iki tinklainės;

$2h$ – atstumas tarp įeinančių spindulių pluoštelių centrų ant tiriamosios akies vyzdžio.

$$\gamma = \frac{\sigma}{l}, \quad (3)$$

Dydžio σ reikšmė priklauso nuo akies sugebėjimo atskirai matyti dviejų linijų atvaizdą, t.y. difrakcinės dėmės diametras gali būti nustatytas pagal tokią formulę

$$2\sigma = \frac{z \cdot \lambda \cdot l}{\pi d}, \quad (4)$$

kur λ - šviesos bangos ilgis;

z – dydis, matuojamas optiniais vienetais ir įgyjantis reikšmę, lygią 3,83, nustatant centrinės difrakcinės dėmės diametrą;

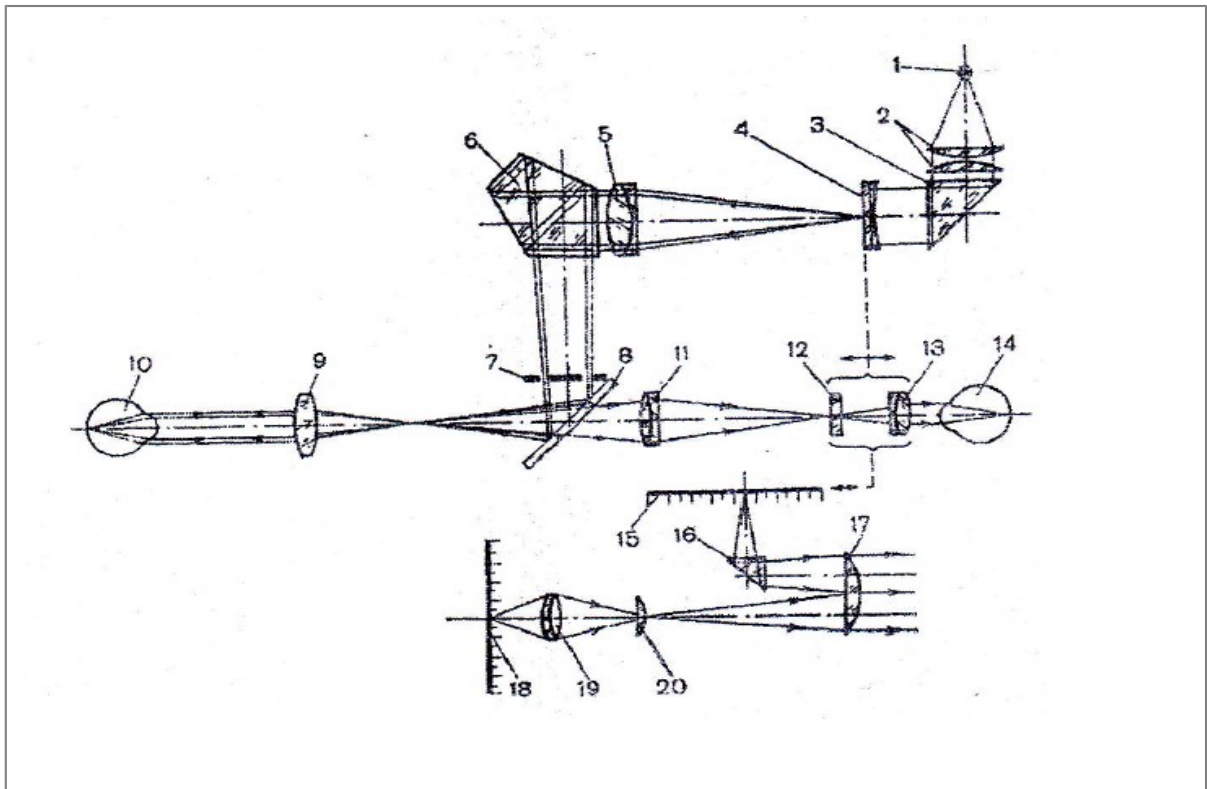
d – diafragmos diametras (spindulių pluoštelių plotis).

Iš čia jautrumo slenkstis atvaizdo erdvėje priimant dėmesin dvigubą spindulių praėjimą bus:

$$\delta l' = \gamma \frac{l'}{2h}. \quad (5)$$

Įvedus tikslią ilgio ataskaitą pagal skalės (Vernerio) padalas, pasinaudojama tyrėjo akies savybe deformuoti liniją. Tada σ vidutiniškai bus 5 kartus mažesnė už skaičiuojamąją, kas atitinkamai sumažina ir jautrumo slenkstį.

9 pav. pateikta principinė refraktometro optinė schema, susidedanti iš apšvietimo, stebėjimo ir atskaitymo sistemų.

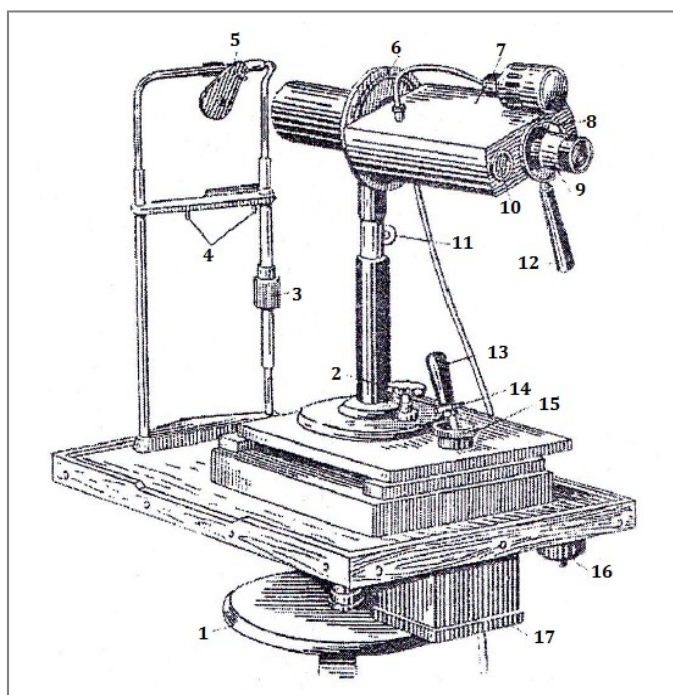


9 pav. Chartingerio refraktometro principinė optinė schema [25]

Apšvietimo ir stebėjimo sistemos turi bendrą oftalmoskopinį lęšį. Spinduliai nuo šviesos šaltinio (1), praėję kondensorių (2) ir prizmę (3), patenka ant testinio markerio (4), kuris yra sudarytas iš trijų vertikalių ir dviejų horizontalių kiaurymių. Ant prizmės vertikalių briaunų yra dvi kiaurymės, atskiriančios spindulius, einančius nuo testinių markerių, į du pluoštelių. Toliau šie pluošteliai praeina per objektyvą (5), pentaprizmę (6), diafragmą (7) su dviem kiaurymėmis, atlenkiami veidrodžiu (8) ir, oftalmoskopinio lęšio (9) pagalba, papuola į

tiriamą akį (10). Spindulių pluošteliai, atspindėję nuo akies dugno oftalmoskopinio lęšio surenkami jo židininėje plokštumoje. Objektyvu (11) vaizdas iš židininės lęšio plokštumos pernešamas per veidrodyje esančią kiaurymę į tinklelio (12) plokštumą, po to per okuliarą (13) jis matomas tyrėjo akimis (14).

Refrakcijos nustatymui stebėtojas, testinio markerio atvaizdą sutapatina su tiriamos akies tinklaine ir tada nuskaito skalių parodymus. Atskaitos sistema sudaryta iš dioptrinės skalės (15), pagal kurią (16) ir lupos (17) pagalba nustatomas testinio markerio pasislinkimas. Prietaiso pasukimo aplink horizontalę plokštumą atskaitymas atliekamas nuskaitant skalės (18) parodymus per objektyvą (19), kolektorių (20) ir lęšį (17).



9 pav. Chartingerio refraktometras [25]

Chartingerio refraktometras (10 pav.) sumontuotas ant koordinacinio stalelio vertikalios kronšteino (15). Rankenėlė (2) tarnauja prietaiso perkėlimui vertikalia kryptimi, o sraigtas (11) – jo pritvirtinimui norimoje padėtyje.

Koordinacinis stalelis, kartu su prietaisu pastatytas ant oftalmoskopinio stalo (1), kur tvirtinasi kaktos – smakro atrama (5), turinti savyje pasmakrės artamą ir reguliavimo sraigą.

Refraktometras sudarytas iš dviejų pagrindinių mazgų. Mazgas (6) yra iš tiriamojo pusės ir yra storas atvamzdis, kuriame sumontuotas oftalmologinis lęšis. Atvamzdis su lęšiu tuo pačiu metu tarnauja atsvara ir palengvina prietaiso sukimą. Mazgas (7), yra iš tyrėjo pusės ir susideda iš dulkių nepraleidžiančio gaubto (8) su dangteliu, kuriame sumontuoti visi optiniai ir mechaniniai mazgai. Ant užpakalinės sienos išorinio paviršiaus yra smagratukas

testinių markerių perkėlimui kartu su okuliaru. Šalia yra lupa (10), skirta nuskaityti išmatuotas refrakcijos reikšmes. Apšvietimo lempa pastatyta specialiaame korpuse. Rankenėlė (12) tarnauja prietaiso pasukimui, tubusas (9) – okuliaro reguliavimui.

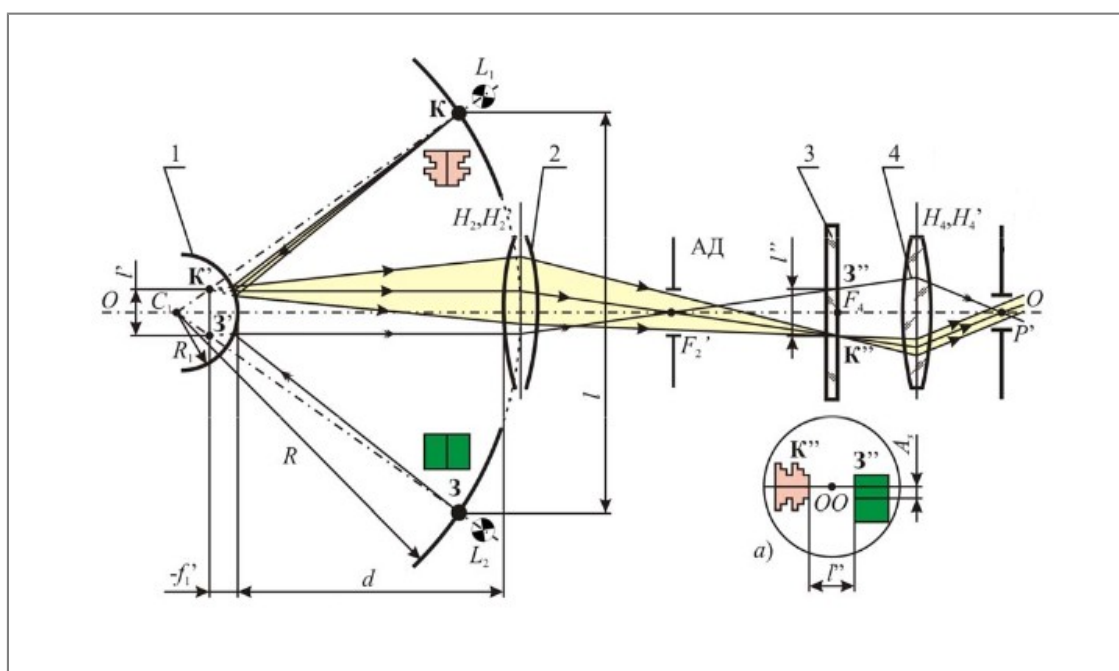
Refraktometro reguliavimas, kaip ir daugelio stacionarių oftalmologinių prietaisų, pradedamas nuo transformatoriaus (17) reguliavimo t.y. jis nustatomas pagal atitinkamą įtampą, esančią tinkle. Jungtuku (16), įjungus prietaisą, siekiama gauti ryškų ir pilną šviesos diafragmų vaizdą baltame popieriaus lape, kuris yra padėtas 80 mm atstumu nuo oftalmologinio lęšio. Tam tikslui lempa sukama aplink ašį, įsukant ją į korpusą iki galo. Teisinga lempos spiralės padėtis užtikrinama centravimo patronu, todėl keičiant lempą pakartotinos justifikacijos atlikti nereikia [25].

3.2. Oftalmometras (keratometras)

Oftalmometras (keratometras), skirtas išmatuoti akies ragenos paviršiaus kreivumo spindulį ir refrakciją, ragenos astigmatizmo dydį ir pobūdį, o taip pat astigmatiškos ragenos pagrindinių pjūvių kryptis [24].

Oftalmometrijos metodas remiasi prielaida, kad kreivumo spindulys matuojamas viename arkitame pagrindiniame meridiane turi pastovų dydį visoje srityje nuo ragenos centro į periferines dalis, t.y. ragenos priekinis paviršius yra sferinis.

Oftalmometro schemą sudaro apšvietimo ir matavimo kanalai (11 pav.).



10 pav. Oftalmometro (keratometro) principinė optinė schema [26]

Atkarpa $K'3'=l'$ yra objekto, kurį rodo atkarpa $K3=l$ atvaizdas. Atvaizdas gaunamas dėl to, kad objektas atspindimas nuo tiriamosios akies ragenos (1). Objektyvas (2) sukuria vaizdą, kurį nusako atkarpa $K''3''=l''$ ir kuri susieta su atkarpa $K'3'$, matoma per okuliarą (4).

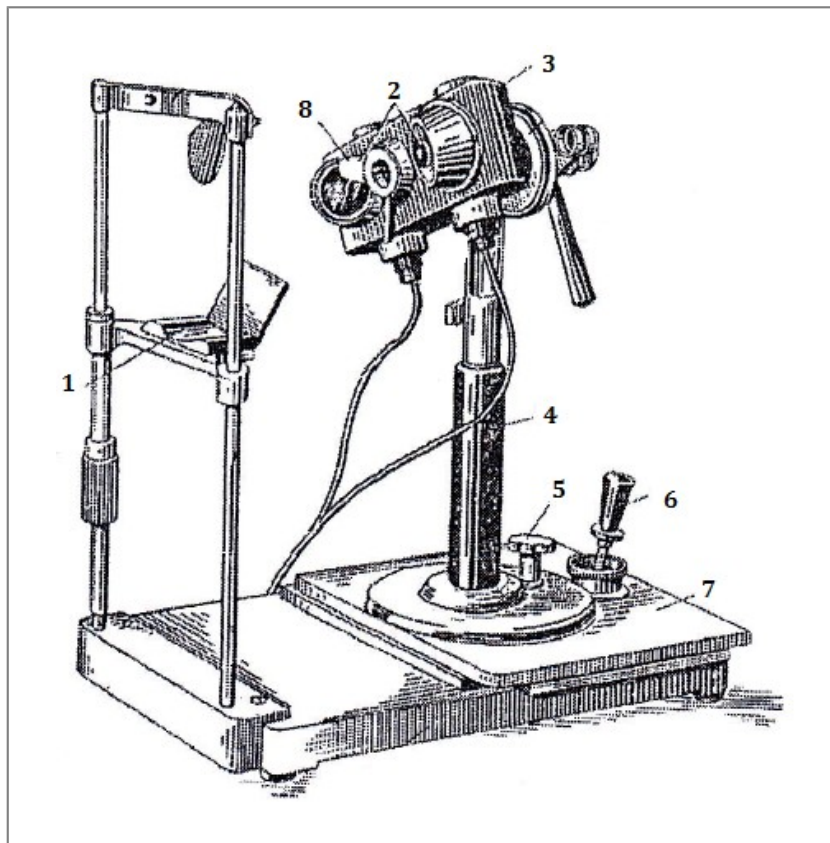
Oftalmometro veikimas pagrįstas tuo, kad objektas l , esantis prieš rageną (1) ir šio objekto atvaizdas l' , kuris atsiranda dėl atspindėjimo nuo ragenos, tarpusavyje surišti su ragenos kreivumo spinduliu $R1$ tam tikra priklausomybe. Ta priklausomybė leidžia nustatyti ragenos kreivumo spindulį $R1$ ir yra aprašoma formule:

$$R_1 = \frac{2 \cdot R \cdot l''}{l'}, \quad (6)$$

čia R – atstumas nuo ragenos priekinio paviršiaus kreivumo centro C iki objekto tašku K ir 3 .

Optinė oftalmometro sistema sukonstruota taip, kad objekto atvaizdas l' , kuris prietaiso optinei sistemai yra objektas, visada nuo objektyvo būtų viename ir tame pačiame atstume. Dėl to, visa optinė prietaiso sistema nustatoma akies atžvilgiu taip, kad atvaizdas $K''3''$ sutaptų su nejudamai įmontuoto tinklelio (3) plokštuma, užtikrinant pastovų atstumą nuo objektyvo (2) iki atvaizdo $K'3'$, kuris keratometrui iš anksto žinomas ir yra lygus $d - f1'$.

Diafgrama AD nustatyta objektyvo (2) užpakalinėje židinio plokštumoje, tokiu būdu sukurta telecentrinė pagrindinio spindulio eiga. Optinę matavimo kanalo sistemą galima klasifikuoti kaip teleskopinę Keplerio sistemą su veidrodiniu-lęšiniu objektyvu (1-2), kuris turi kintamą židinio nuotolį, priklausančią nuo priekinio ragenos paviršiaus kreivumo spindulio $R1$.



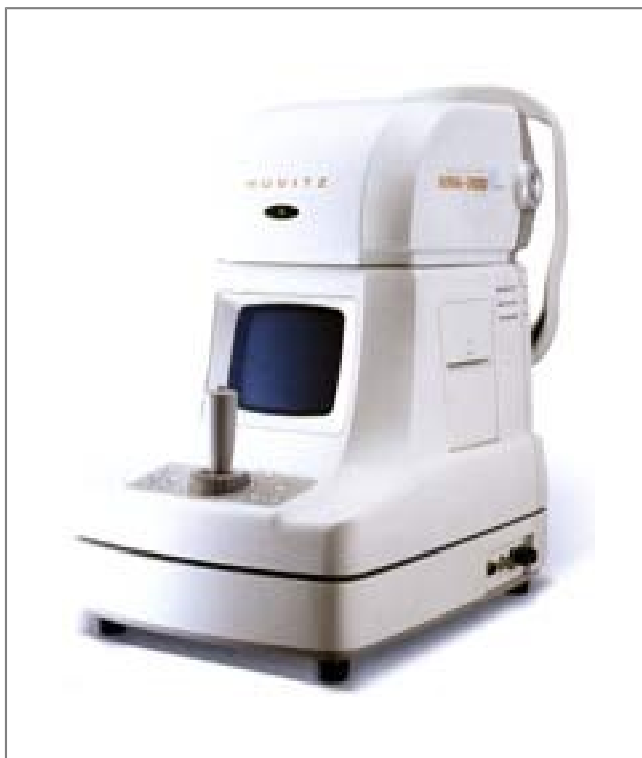
11 pav. Oftalmometras (keratometras) OF – 3 [27]

Oftalmometras (keratometras) (12 pav.) susideda iš optinės galvutės (3), koordinacinio stalelio (7), atramos kaktai ir smakruui (1). Optinė galvutė skirta atlikti visus reikalingus matavimus. Ant galvutės korpuso nejudamai pritvirtinti du bandomieji markeriai. Netoli kiekvieno markerio yra kiaurymė, skirta šviesos dėmių projekcijos sudarymui, pagal kurias atliekamas išankstinis suregulavimas į darbinę padėtį. Sklendė (8) uždengia kiaurymę, kada ja nesinaudojama. Rankenėlės pagalba optinę galvutę galima pasukti apie horizontalią ašį. Galvutė tvirtinasi ant koordinacinio stalelio (7). Galvutės nustatymas atliekamas sukan rankenėlę (5). Koordinacinis stalelis tarnauja optinės galvutės perkėlimui dviem tarpusavyje statmenomis kryptimis. Perkėlimas atliekamas rankenėle (6) [27].

3.3. Autokeratorefraktometras

Tyrimė refraktometrija ir keratometrija buvo atliekama autokeratorefraktometru. Infraraudonųjų spindulių panaudojimo paplitimas optikoje ir šiuolaikiniai pasiekimai elektronikoje leido sukurti eilę sudėtingų ir brangių kombinuotų automatinų keratorefraktometrų modelių. Šiais prietaisais objektyviai nustatoma akies ragenos laužiamoji geba (keratometrija) ir klinikinė refrakcija - pagrindinio akies židinio santykis su akies ašies

ilgiu [29]. Jie ženkliai sumažina akies keratometrijos ir refrakcijos matavimų sąnaudas ir pagreitina gautų rezultatų dokumentavimą (13 pav.).

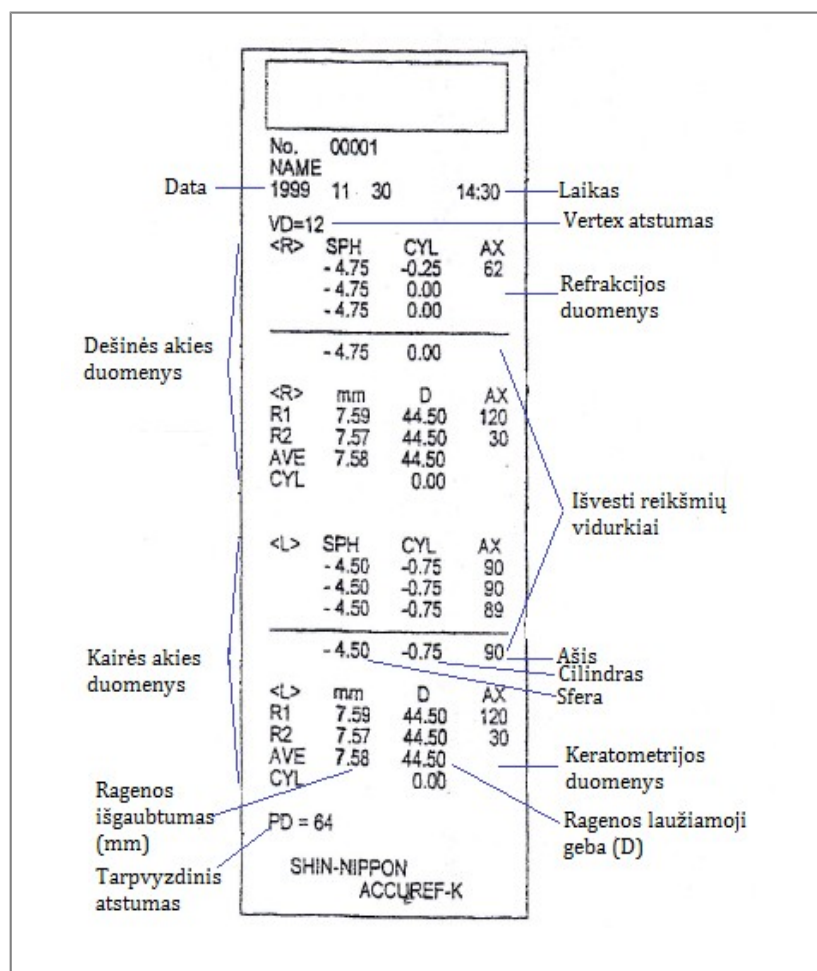


12 pav. Autokeratorefraktometras MRK - 3100 premium HUVITZ [28]

Automatizuoti keratometrai leidžia pamatuoti ragenos kreivumą centrinėje ir periferinėje zonose (nuo $13,3^\circ$ į dešinę ir į kairę nuo stebėtojo ašies) ir kietų kontaktinių lęšių bazinę kreivę. Prietaisų konstrukcijoje panaudoti trys infraraudonąją šviesą spinduliuojantys detektoriai, generuojantys matavimo spindulius. Signalas iš fotodetektoriaus paverčiamas į skaitmeninius dydžius ir jie apdorojami mikroprocesoriumi. Ragenos kreivumo matavimo rezultatai yra 10 matavimų apskaičiuotos vidutinės reikšmės.

Automatizuotuose refraktometruose markeris (žymė) artimoje infraraudonųjų spindulių spektro dalyje projektuojamas į tiriamosios akies dugną. Šio markerio atvaizdas, atspindėtas nuo akies dugno, papuola į analizuojančios sistemos fotodaviklį. Atspindėtas atvaizdas į fotodaviklį papuola per siaurą plyšį, orientuojamą kiekvienu duotu momentu ant vieno iš tiriamosios akies meridianų ir specialios optinės sistemos. Analizatorius būna sureguliuotas didžiausio atvaizdo kontrasto padėties suradimui (maksimaliam ryškumui). Ši maksimalaus ryškumo paieška atliekama kilnojamosios optinės sistemos lęšio perkėlimu. Lęšio padėtis, prie kurios yra didžiausias kontrastas, rodo akies refrakciją duotame meridiane. Matavimo

procesu plyšys sukdamasis praeina visus tiriamosios akies meridianus su maksimalia ir minimalia refrakcijomis, po dviejų matavimų ir prie jų sutapimo, kompiuterio pagalba uždegami (išvedami į ekraną) rezultatai „sfera – cilindras - ašis“ oftalmologams įprastoje formoje. Pabaigus abiejų akių tyrimus, atspausdinami gauti rezultatai (14 pav.) [24].



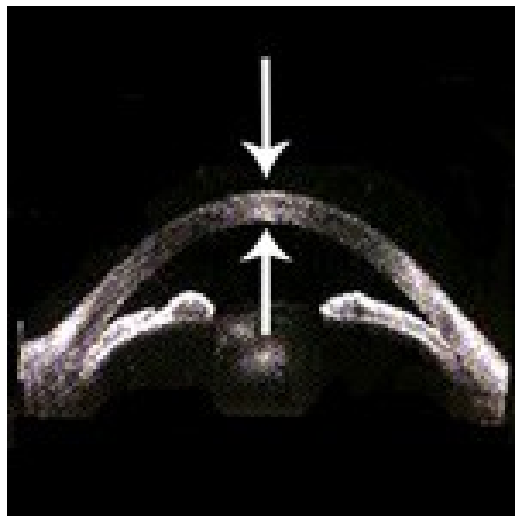
13 pav. Atspausdinti refrakcijos ir keratometrijos matavimų rezultatai [30]

3.4. Ultragarsinė pachimetrija

Ultragarsinė diagnostika yra vienas tiksliausių ir informatyviausių šiuolaikinių oftalmologinių tyrimų. Ultragarsine aparatūra galima matuoti skaidrias normalios fiziologinės būklės terpes (pvz., rageną) [31].

Pradėjus nešioti kontaktinius lęšius, ragenos pachimetrija buvo pirmasis objektyvus kiekybinis parametras, kuriuo remiantis galima atskirti gerai pritaikytus kontaktinius lęšius nuo blogai pritaikytų [3].

Pachimetrija – ragenos storio matavimas (15 pav.), atliekamas naudojant specialius aparatus - pachimetrus.



14 pav. Ragenos centrinis storis [32]

Ragenos storiui matuoti naudojami įvairūs būdais:

- kontaktiniai - ultragarsinė pachimetrija, konfokalinė mikroskopija bei endotelio mikroskopija;
- nekontaktiniai – optinė pachimetrija, Orbscan pachimetrija ir lazerinė pachimetrija.

Optinė pachimetrija

Šis būdas buvo naudojamas ilgą laiką – (prie Haag- Streit plyšinės lempos pritaisytas specialus antgalis). Tačiau, atsiradus ultragarsiniam metodui, optinė pachimetrija neteko reikšmės, nes matavimo paklaidos siekia 5–15 μm , tačiau vertės gali skirtis iki 60 μm [33].

Orbscan-pachimetrija

Tai naujas nekontaktinės pachimetrijos būdas. Greita seka projektuojami ir vertinami šviesos plyšiai ragenoje. Per labai trumpą matavimo laiką gaunamas ragenos priekinio ir užpakalinio paviršiaus vaizdai ir taip nustatomas ragenos storis. Juo gerai nustatomas ragenos storis, tačiau duomenys ne visada sutampa su UGP duomenimis [33].

Ultragarsinė pachimetrija

1980 m. buvo pradėta naudoti ultragarsinė pachimetrija. Ultragarinė pachimetrija šiuo metu yra populiariausias būdas išmatuoti ragenos storį, nes nepažeidžia akies ir nesukelia pacientui streso [33].

Daugiausia ragenos storis tiriamas ultragarsiniais pachimetrais, todėl jų yra sukurta įvairių rūšių. Kadangi matavimo paklaidos siekia vos 5–10 μm svyravimus, šį pachimetrijos

būdą labai gerai vertina. Paprastai UGP dabar rekomenduojama kaip kontrolinis metodas visiems naujiems pachimetrijos būdams [34].

Ragenos storis gali būti matuojamas kontaktiniais ir nekontaktiniais pachimetrais (16 pav.). Ragenos centrinės dalies storis dažniausiai matuojamas kontaktiniu būdu, o ragenos periferinės dalies storis - nekontaktiniu būdu. Matuojant nekontaktiniu būdu galima nustatyti storiausią ir ploniausią ragenos vietą. Daugelio autorių duomenimis, matuojant tų pačių akių RCS kontaktiniu ir nekontaktiniu pachimetrais, duomenys praktiškai nesiskiria [35].



15 pav. Ultragarsinis kontaktinis pachimetras Pocket II [36]

Pachimetro veikimo principas

Viena svarbiausių aparato dalių yra jutiklis, generuojantis ir užrašantis ultragarso bangas. Pagrindinė sudedamoji jutiklio dalis yra pjezokeramikos kristalas. Ultragarsiniame aparate elektrinio bloko siunčiami impulsai jutiklyje sukelia ultragarso (UG) bangų svyravimus – grįžtamąjį pjezoelektrinį poveikį. Šie UG impulsai keliauja per rageną, atsispindi nuo Descemet'o membranos ir grįžta į kristalą [33]. Yra išmatuojamas laikas, per kurį ultragarsinis impulsas nueina šį atstumą. Atstumas paskaičiuojamas pagal formulę:

$$\text{Atstumas} = \text{greitis} \times \text{laikas} [33]$$

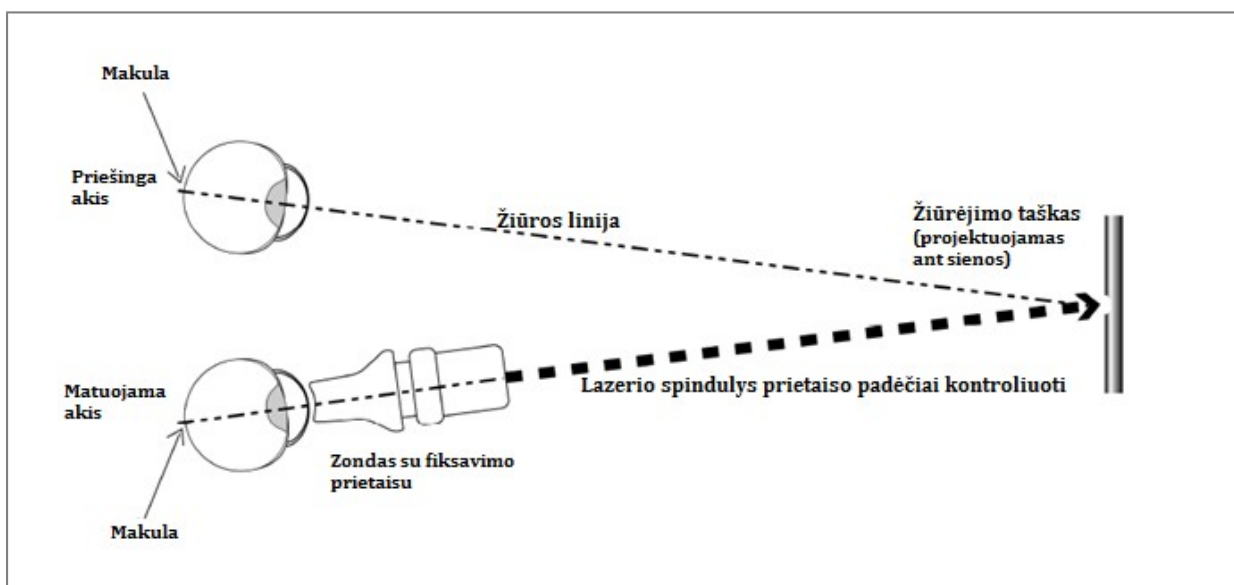
Gautieji elektriniai impulsai sustiprinami aukšto dažnio stiprintuvu, apdorojami elektroniniame aparato bloke ir pateikiami aparato monitoriuje [37].

UG prietaiso jutiklis turi du pagrindinius mazgus, t. y. pjezokeitiklį ir gaubtelį, kuris apsaugo pjezokeitiklį nuo mechaninių pažeidimų ir palaiko akustinį kontaktą tarp jutiklio paviršiaus ir švitinamojo objekto, kad kuo daugiau UG energijos patektų į apšvitinamą objektą.

Jutikliai dirba dviem režimais – nepertraukiamuoju ir impulsiniu. Nepertraukiamasis režimas esti tada, kai UG nuolat generuojamas. Dažniausiai naudojamas impulsinis režimas. Jo esmė yra ta, kad UG generuojamas 1 – 5 μ s truncančiais impulsais kas vieną ms. Pauzės metu tas pats jutiklis priima grįžusius nuo objekto atsispindėjusius UG virpesius. Dėl tokio režimo tas pats kristalas gali dirbti kaip UG bangų siųstuvas ir imtuvas [37].

Ultragarso pachimetrijos (UGP) tyrimo rezultatai priklauso nuo nustatyto garso greičio ir naudotų siuntimo impulsų. Žmogaus ragenos tyrimams dažniausiai naudojamas 20MHz UG bangų dažnis ir 1640 m/s greitis [38].

Pachimetro jutiklis pridedamas statmenai ragenos priekiniam paviršiui. Jutiklio ašis turi sutapti su akies žiūros linija. Kad užtikrinti jutiklio ir žiūros linijos lygiagretumą, į užpakalinę zondo sienelę įmontuotas mažo galingumo diodinis lazeris (panašus į lazerinį žymeklį). Kai paciento dėmesys sutelkiamas į lazerio skleidžiamą šviesos spindulį (raudoną tašką), žiūros linija yra lygiagreti ultragarso zondo ašiai. (17 pav.) [39].



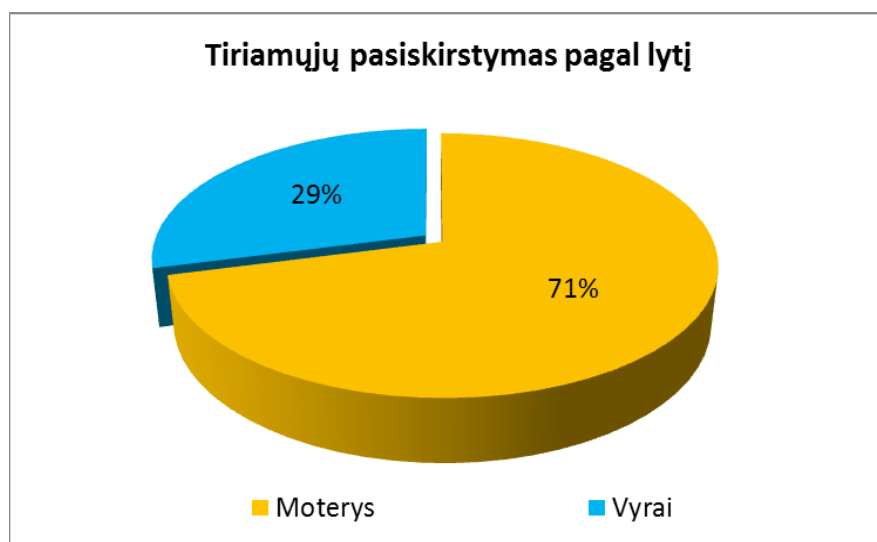
16pav. Ragenos storio matavimas pachimetru [39]

4. MINKŠTŲ KONTAKTINIŲ LĘŠIŲ POVEIKIO RAGENOS PARAMETRAMS TYRIMAS

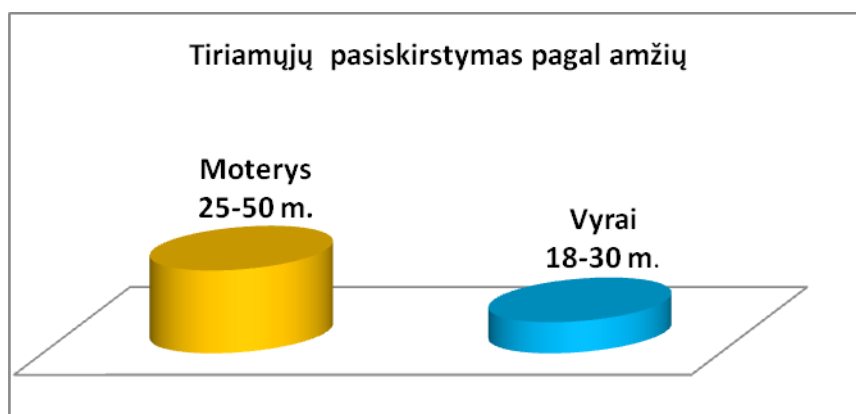
4.1. Tyrimo metodologija

Tyrimas atliktas „Eagle Vision“ optikoje Konstitucijos pr. 7a, Vilniuje.

Buvo ištirti 21 tiriamieji (41 akys). Tiriamieji: 15 moterų (71,42%) ir 6 vyrai (28,57%) tyrime dalyvavo savanoriškai. Vyriausias tiriamasis buvo 50 metų, jauniausias – 18 metų. Tyrime dalyvavusių amžiaus vidurkis: moterų (25-50m.) – 35 metai, vyrų (18-30 m.) – 23 metai (18 ir 19 pav.).



17 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal lytį



18 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal amžių

Buvo tiriamos tik sveikos (neoperuotos, nesergančios lėtinėmis ligomis, netraumuotos) akys. Visi tiriamieji nešiojo kontaktinius lęšius kaip jiems įprasta, jokio specialaus reikalavimo, kiek laiko nešioti kontaktinius lęšius iki tyrimo, nebuvo. Į tyrimą tiriamieji atėjo su kontaktiniais lęšiais. Pagal anketų duomenis trumpiausias KL nešiojimo laikas iki tyrimo - 4 val.

Tyrimo tikslas:

Ištirti įvairių minkštų kontaktinių lęšių įtaką ragenos parametrų bei akies refrakcijai.

Tyrimo priemonės:

Autokeratorefraktometras MRK - 3100 premium HUVITZ

Kontaktinis ultragarsinis pachimetras Pocket II

Prieš tyrimą, buvo nustatyti šie **uždaviniai**:

1. Išmatuoti centrinę ragenos storį iškart išėmus KL iš akies, po 15 min., po 2 val. ir po 72 val. (nenešiojus KL);
2. Nustatyti ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio priklausomybę nuo CRS;
3. Nustatyti ragenos laužiamosios gebos priklausomybę nuo CRS;
4. Nustatyti akies refrakcijos priklausomybę nuo CRS.

Pasiruošimas tyrimui:

Kiekvienas tiriamasis užpildė anketą (1 priedas), kurioje nurodė savo amžių, lytį, kokius nešioja kontaktinius lęšius, kiek laiko iki tyrimo buvo su kontaktiniais lęšiais.

Kiekvienam buvo paaiškinta, koku tikslu daromas tyrimas, kiek apytiksliai laiko užtruks ir kam bus naudojami tyrimo metu gauti duomenys. Išsiaiškinta, ar nėra alergiški nuskausminamiems vaistams (0,5% sol. Alcaiui), kurie bus naudojami tyrimo metu. Gautas visų tiriamųjų raštiškas sutikimas.

Tyrimo eiga:

Pirmasis etapas. Išėmus kontaktinius lęšius iš karto buvo atliekama keratometrija ir refraktometrija - ragenos parametrų ir klinikinės refrakcijos matavimas (20 pav.) :



19 pav. Atliekama keratorefraktometrija [40]

- Tiriamasis sodinamas prie aparato;
- Kėdės aukštis sureguliuojamas taip, kad būtų patogų padėti smakrą ant smakro atramos, o kaktą priglausti prie kaktos atramos;
- Nustatomas smakro atramos aukštis taip, kad tiriamojo akys būtų vienoje linijoje su akių žyme;
- Tiriamajam paaiškinama, kad reikia žiūrėti į paveiksluką;
- Nustatomas refrakcijos ir keratometrijos matavimo režimas (R/K);
- Išfokusuojamas akies vaizdas, o centro žymeklis nustatomas tarp ragenos atspindžio žiedų;
- Atliekamas dešinės ir kairės akių matavimai;
- Refrakcijos ir keratometrijos matavimų duomenys segami prie kiekvieno tiriamojo anketos ir surašomi į tyrimo rezultatų lentelę (2 priedas).
- Keratometrija ir refraktometrija buvo atliekama neišplėtus vyzdžių (neatpalaidavus akomodacijos).

Antrasis etapas: pachimetrija - centrinio ragenos storio matavimas (21 pav.). Iškart po autokeratorefraktometrijos gyd. D Barauskienė atliko tyrimųjų CRS matavimą:



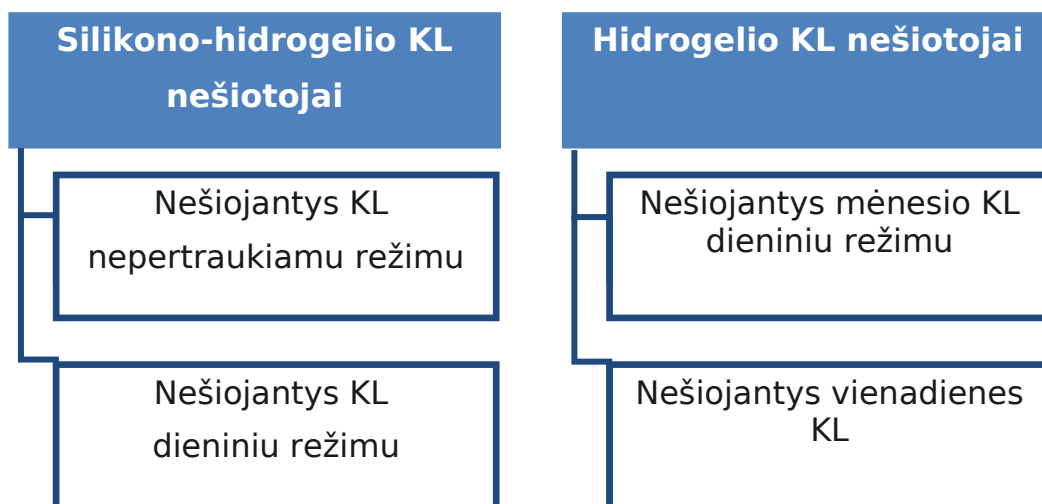
20 pav. Centrinio ragenos storio matavimas [41]

- Tiriamojo paklausiama ar nealergiškas nuskausminantiems vaistams;
- Tiriamasis pasodinamas;
- Į junginės maišą įlašinami nuskausminantys lašai (0,5% sol. Alcaini);
- Palaukiama, kol ragena bus nejautri prisilietimui;
- Tiriamasis žiūri prieš save tiesiai į ant sienos užklijuotą fiksacijos tašką;
- Įjungiamas pachimetras;
- Pachimetro zondas pridedamas prie ragenos centro statmenai jo paviršiui, lygiagrečiai žiūros linijai;
- Pachimetras automatiškai penkis kartus išmatuoja centrinę ragenos storį ir ekrane parodo rezultatą bei matavimo paklaidą (pvz.: $593\mu\text{m} \pm 2\mu\text{m}$);
- Po to matuojamas kitos akies centrinis ragenos storis;
- Fiksuojami parodymai, kurių matavimo paklaida neviršija $2-3\mu\text{m}$;
- Po kiekvieno tiriamojo matavimo zondo galas buvo dezinfekuojamas;
- Pachimetrijos matavimų duomenys įrašomi į lentelę ir prisegami prie kiekvieno tiriamojo anketos ir surašomi į tyrimo rezultatų lentelę.

Šie du etapai buvo kartojami po 15 minučių, po 2 valandų ir po 72 val., nenešiojus kontaktinių lęšių.

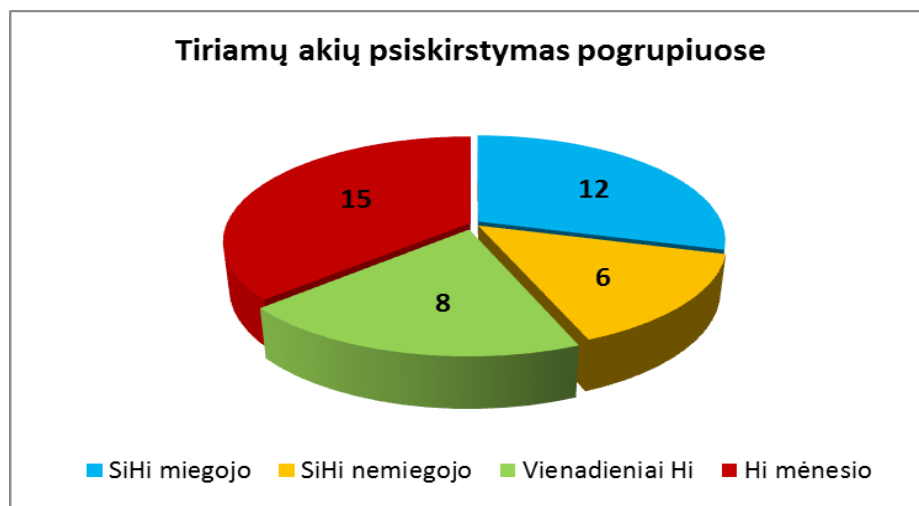
4.2. Tyrimo rezultatai

Tyrime dalyvavo respondentai, kurie nešioja silikono-hidrogelio arba hidrogelio kontaktinius lęšius. SiHi KL nešiotojai buvo suskirstyti į nešiojančius KL nepertraukiamu režimu bei dieniniu režimu, o hidrogelio KL nešiotojai – į nešiojančius dieninio režimo Hi mėnesio KL ir vienadienius Hi KL. (22 pav.)



21 pav. Tiriamų kontaktinių lęšių suskirstymas į pogrupius

Silikono-hidrogelio kontaktinius lęšius nešiojančių tiriamųjų akių buvo 18, iš jų 12 tiriamųjų akių nešiojo juos nepertraukiamu režimu (miegojo su KL), 6 akys – dieniniu režimu (nemiegojo su KL). Hidrogelinius kontaktinius lęšius nešiojančių tiriamųjų akių buvo 23, iš jų 15 - mėnesio hidrogelinius lęšius, o 8 – vienadienius hidrogelinius kontaktinius lęšius (23 pav.).



22 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal nešiojamas KL rūšis

Užbaigus tyrimą, duomenys buvo surašyti į lentelę ir susisteminti. Kad galėtume įvertinti kiek centrinis ragenos storis pakito išsiėmus KL po 15 min., po 2 val. ir po 72 val., buvo paskaičiuotas kiekvienos akies santykinis CRS pokytis σ_i (procentais). Skaičiavimai atlikti pagal formulę

$$\sigma_i = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100\% \quad (7)$$

čia h_1 – centrinis ragenos storis praėjus 15 min. po kontaktinio lęšio išėmimo,

h_0 - centrinis ragenos storis iškart išsiėmus kontaktinį lęšį.

Santykinis CRS pokytis σ_i parodo kiek procentų suplonėjo ragena po 15 min., lyginant su ragenos storio h_0 (ką tik išsiėmus kontaktinį lęšį).

Taip pat paskaičiuojame santykinį CRS pokytį po 2 val. (σ_i^*) ir po 72 val. nenešiojus kontaktinių lęšių (σ_i^{**}).

Paskaičiavus kiekvienos akies santykinį CRS pokytį, paskaičiuojamas kiekvieno KL rūšies pogrupio (SiHi-miegojo, SiHi-nemiegojo ir vienadienių (Hi)) pokyčio vidurkis procentais pagal formulę:

$$\sigma_{vid.} = \quad (8)$$

Čia $\sum_{i=1}^n \sigma_i$ KL vieno pogrupio tiriamų akių santykinų CRS pokyčių suma;

n – kontaktinių lęšių vieno pogrupio tiriamų akių skaičius.

Šie duomenys bus lyginami tarpusavyje.

Tyrimo laikas suskirstytas į tris laikotarpius:

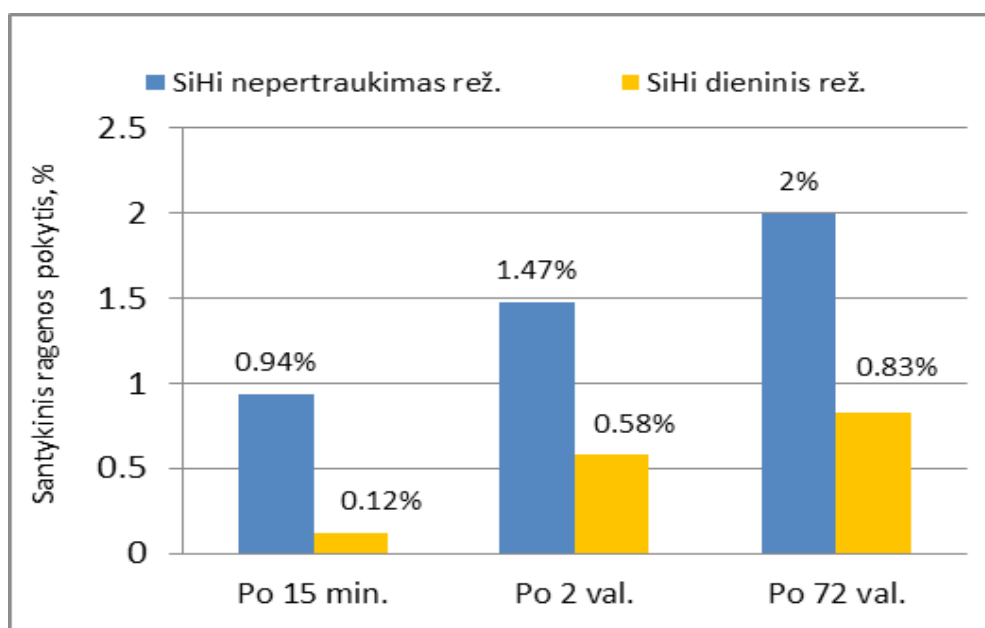
- pirmasis - nuo KL išėmimo iš akies iki 15 min. (15 min.),
- antrasis – nuo 15 min. iki dviejų val. (1,45 val.),
- trečiasis – nuo 2 valandų iki 72 val. (70 val.).

Silikono hidrogelio kontaktinių lęšių nešiotojams, kurie miegojo su KL, CRS, nuo pradinio storio h_0 (išsiėmus kontaktinius lęšius) sumažėjo po 15 min. – 0,94 %, po 2 val. – 1,47 %, po 72 val. – 2,0 %. Didžiausias CRS kitimas stebimas po 15 min. nuo KL išėmimo (0,94 %). Kiek lėčiau ir mažiau (0,53%) CRS kito per antrą tyrimo laikotarpį (1,45 val.). Per

kitas 70 val. CRS kito tiek pat (0,53%), bet labai lėtai. Per pirmas 2 val. nuo kontaktinio lęšio išėmimo, CRS pokytis buvo 73,5% viso tiriamuoju laikotarpiu fiksuoto pokyčio.

Tiriamųjų, kurie SiHi KL nešiojo dieniniu režimu, CRS nuo pradinio storio h_0 atitinkamai sumažėjo po 15 min. 0,12 %, po 2 val. - 0,58% , po 72 val. - 0,83%. Didžiausias CRS kitimas stebimas po 2 val. nuo KL išėmimo (0,58 %). Per kitas 70 val. CRS sumažėjo tik 0,25%. Per pirmas 2 val. nuo kontaktinio lęšio išėmimo, CRS pokytis buvo 69,87% viso tiriamuoju laikotarpiu fiksuoto pokyčio.

Palyginamojoje diagramoje matyti CRS santykinio pokyčio skirtumas tarp miegojusių ir nemiegojusių su KL: po 15 min.- 0,82%, po 2 val. – 0,89% ir po 72 val. – 1,17% (24 pav.). CRS ir miegojusių ir nemiegojusių su SiHi KL kito tolygiai. Galime teigti, kad, nešiojant silikono hidrogelio kontaktinius lęšius nepertraukiamu režimu, CRS akivaizdžiai mažėjo daugiau, negu nešiojant dieniniu režimu.



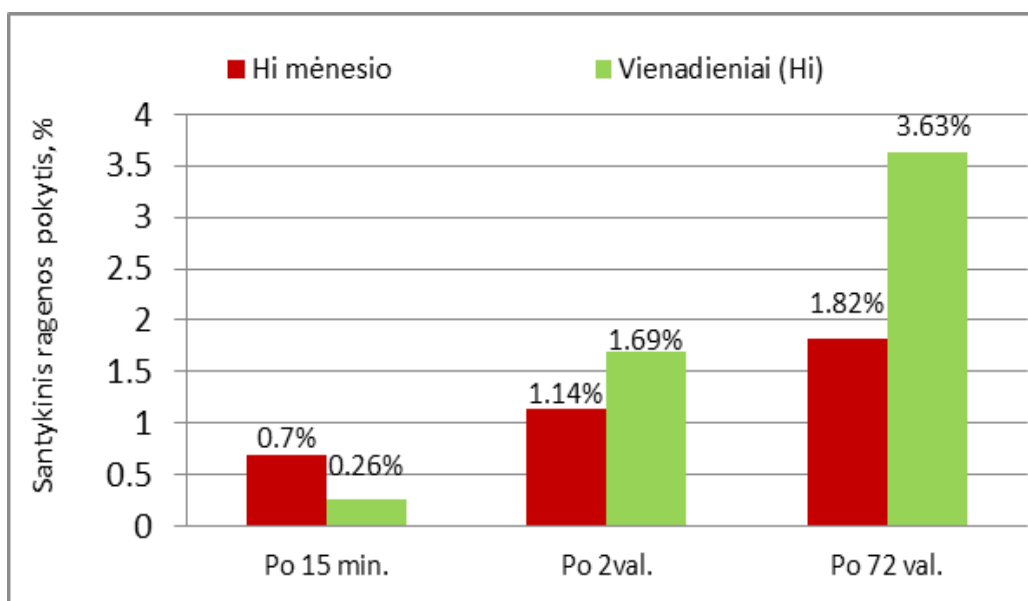
24 pav. Dieninio ir nepertraukiamo režimo SiHi KL nešiotųjų santykinis CRS pokytis (%)

Mėnesio hidrogelinių kontaktinių lęšių nešiotųjų pogrupyje, ištyrus CRS pokytį, nustatyta, kad, po 15 minučių nuo KL išėmimo, CRS nuo pradinio storio h_0 sumažėjo 0,7%, po 2 val. – 1,14%, po 72 val. – 1,82%. Didžiausias CRS kitimas stebimas po 15 min. nuo KL išėmimo (0,70 %). Per antrą laikotarpį (1,45 val.) CRS sumažėjo tik 0,44%, per kitas 70 val.

– 0,68%. Per pirmas 2 val. nuo kontaktinio lęšio išėmimo, CRS pokytis buvo 62,63% viso tiriamuoju laikotarpiu fiksuoto pokyčio.

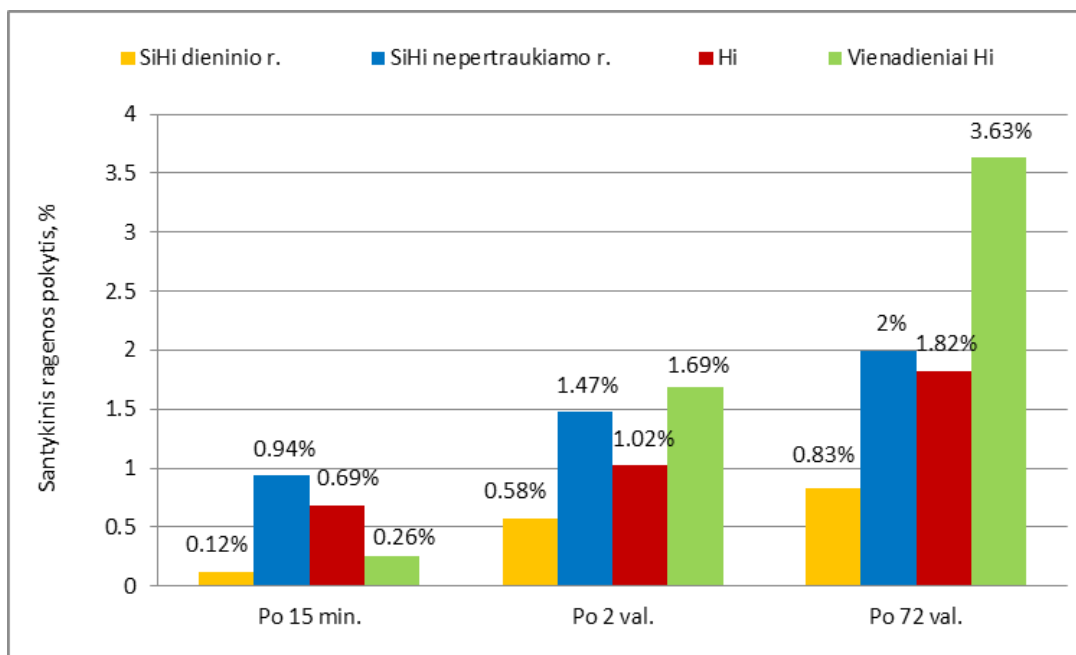
Vienadienių hidrogelinių kontaktinių lęšių nešiotojų pogrupyje CRS atitinkamai sumažėjo 0,26 %, 1,69 % ir 3,63 %. Per pirmą laikotarpį CRS nuo pradinio storio h_0 kito vos 0,26%, per antrą – 1,43%, o per trečią – 1,94%. Matome, kad didžiausias (1,43 %) CRS mažėjimas yra per antrą laikotarpį (iki 2 val.) nuo KL išėmimo. Per kitas 70 val. CRS kito (1,94%), bet lėtai. Per pirmas 2 val. nuo kontaktinio lęšio išėmimo, CRS pokytis buvo 46,56% viso tiriamuoju laikotarpiu fiksuoto pokyčio.

Palyginamojoje diagramoje (25 pav.) matyti CRS santykinio pokyčio skirtumas tarp nešiojusių hidrogelinius mėnesio ir vienadienius KL: po 15 min.- 0,44%, po 2 val. – 0,55% ir po 72 val. – 1.81%. Matome, kad tarp šių pogrupių didžiausias CRS santykinio pokyčio skirtumas yra po 72 val. Nešiojant vienadienius hidrogelinius kontaktinius lęšius, CRS akivaizdžiai kito daugiau, negu nešiojant hidrogelinius mėnesio lęšius. Tokį CRS kitimą galėjo lemti neteisingas vienadienių KL nešiojimas.



25 pav. Ragenos parametrų kitimas išsiėmus KL

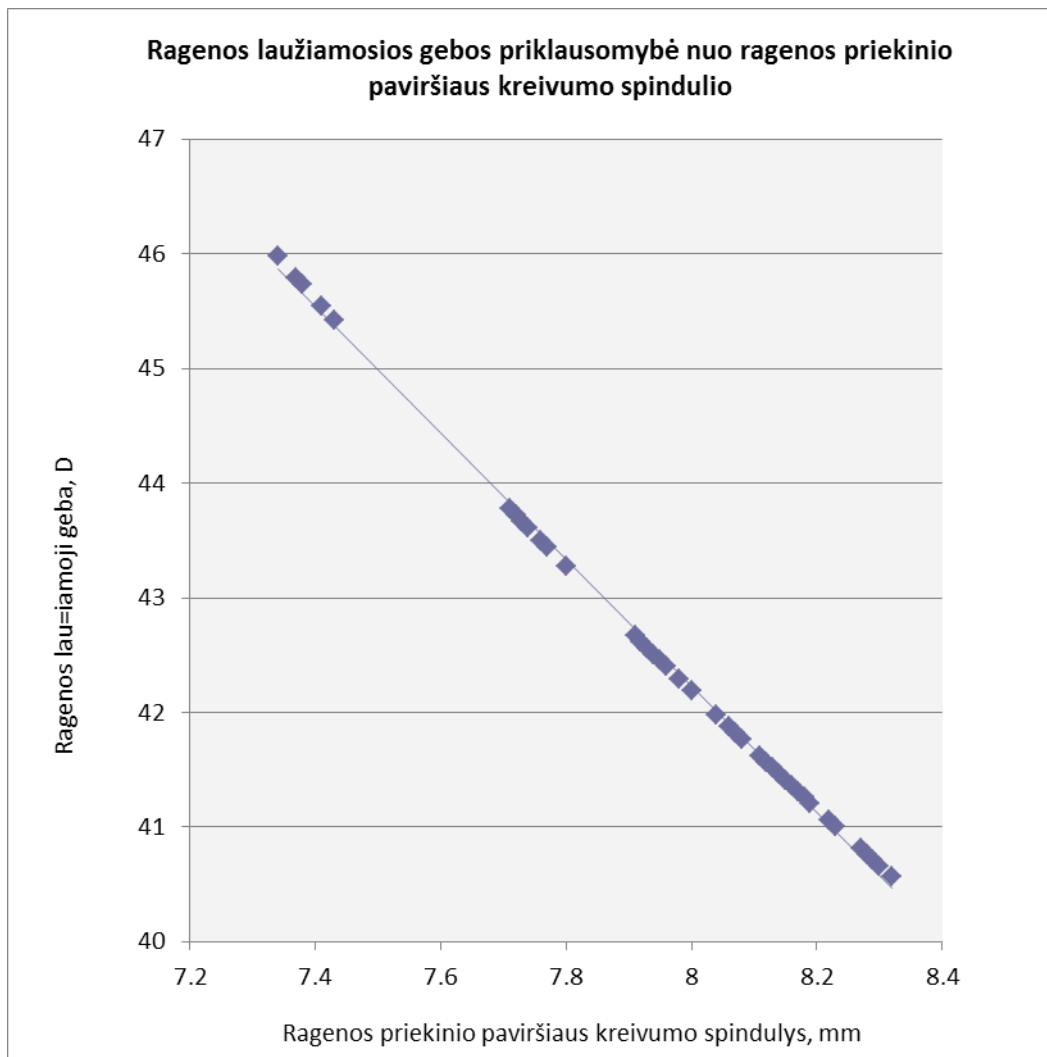
Palyginamojoje visų keturių KL pogrupių diagramoje stebimas CRS mažėjimas visą tyrimo laiką (25 pav.). Didžiausias CRS santykinis pokytis po 15 min. yra nešiojant SiHi KL nepertraukiamu režimu (0,94 %) ir mėnesio Hi KL (0,70 %), o po 2 val. – nešiojant SiHi KL dieniui režimu (0,58 %) ir vienadienius Hi KL (1,43 %). CRS žymiai sumažėjo vienadienių KL nešiotojams (3,63%), nei nešiojant kitų pogrupių KL.



26 pav. KL pogrupių santykinio CRS pokyčio (%) palyginimas

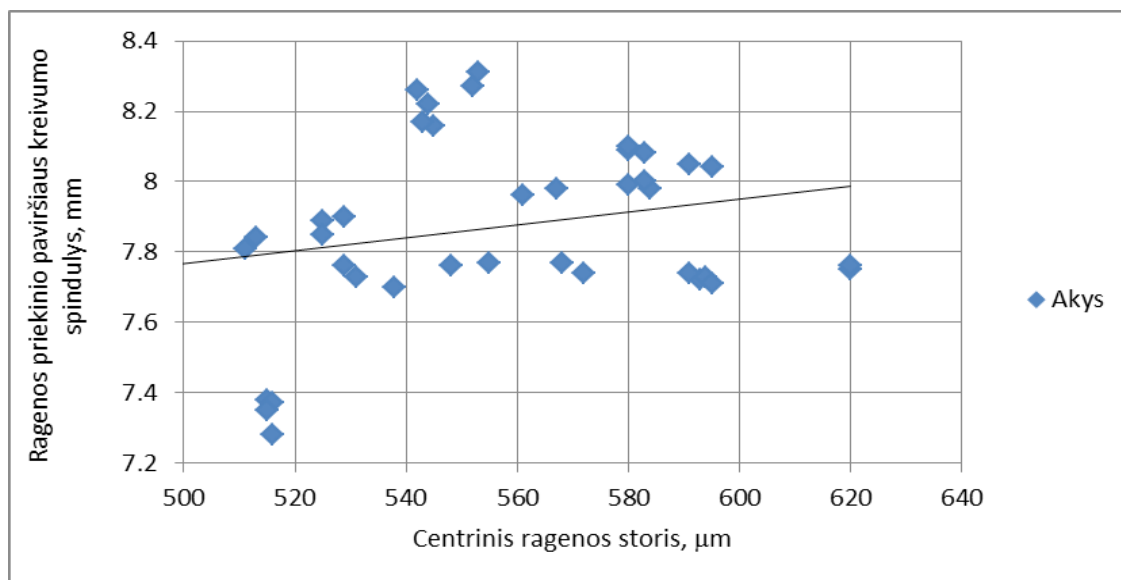
Tiriamiesiems, išsiėmus kontaktinius lęšius, buvo atlikta kertometrija ir refraktometrija. Pagal turimus keratometrijos duomenis galima įvertinti ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio bei laužiamosios gebos priklausomybę (3 priedas). Grafike matosi šių parametrų linijinė priklausomybė (27 pav.).

Ragenos laužiamoji geba atvirkščiai proporcinga ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spinduliui: kuo didesnis ragenos paviršiaus kreivumo spindulys, tuo mažesnė jos laužiamoji geba.



27 pav. Ragenos laužiamosios gebos priklausomybė
ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio

Nustatant CRS ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio priklausomybę, iš turimų tyrimo duomenų (3 priedas) gautas grafikas (28 pav.).

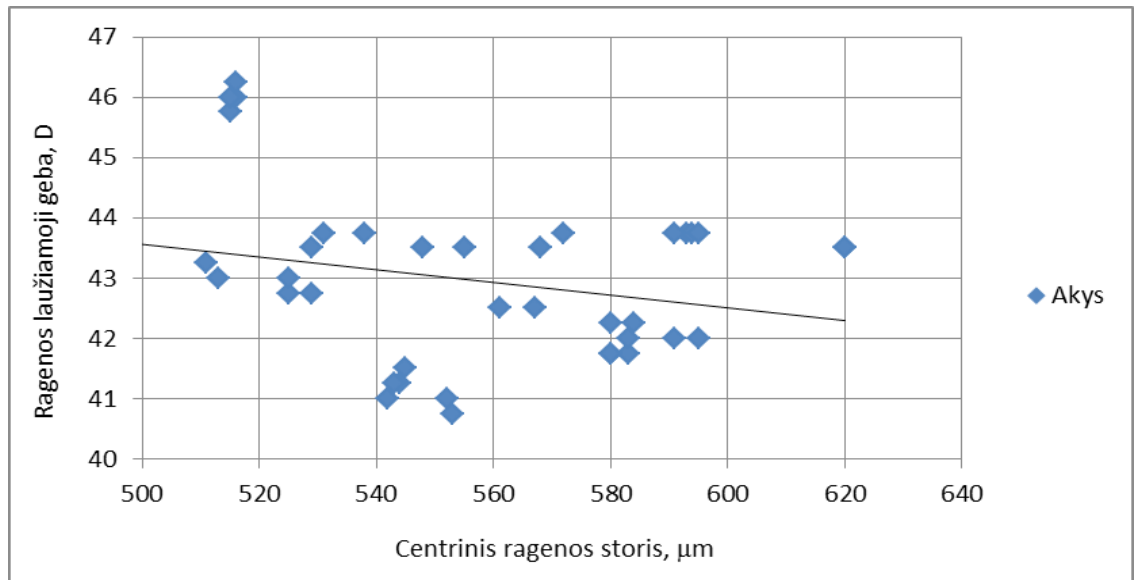


28 pav. Ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio priklausomybė nuo centrinio ragenos storio

Iš šio grafiko sunku spręsti apie ragenos CRS ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio priklausomybę. Todėl apskaičiuotas koreliacijos koeficientas, rodantis šių dviejų duomenų tarpusavio priklausomybę.

Koreliacijos koeficientas apskaičiuojamas pagal Exel programoje esančią *Correl* (x,y) formulę, kurioje x – centrinis ragenos storis, y – ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulys. Gautas koreliacijos koeficientas 0,25376 (4 priedas). Jis rodo silpną ragenos centrinio storio (μm) ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio (mm) priklausomybę [45].

Nustatant CRS ir ragenos laužiamosios gebos priklausomybę, iš analizuojamų keratometrijos ir CRS duomenų sudarytas grafikas (29 pav.), kuriame surašyti CRS ir ragenos laužiamosios gebos duomenys.



29 pav. Ragenos laužiamosios gebos priklausomybė nuo centrinio ragenos storio

Taip pat ir iš šio grafiko sunku spręsti apie šių ragenos parametrų priklausomybę.

Iš CRS (x) ir ragenos laužiamosios gebos (y) duomenų (3 priedas), naudojantis Exel programoje esančią *Correl* (x,y) funkciją apskaičiuotas šių dviejų parametrų koreliacijos koeficientas.

Gautas koreliacijos koeficientas -0,26483 (4 priedas). Jis rodo silpną atvirkštinę ragenos centrinio storio (μm) ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio (D) priklausomybę.

Kad galėtume įvertinti CRS, laužiamosios gebos ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio kitimo tarpusavio ryšį išsiėmus KL po 15 min., po 2 val. ir po 72 val., buvo paskaičiuotas kiekvienos akies ragenos santykinis priekinio paviršiaus kreivumo spindulio pokytis δ_i ir laužiamosios gebos pokytis τ_i (procentais).

$$\delta_i = \frac{r_0 - r_1}{r_0} \cdot 100\%$$

(8)

čia r_1 – ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulys praėjus 15 min. po kontaktinio lęšio išėmimo,

r_0 – ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulys iškart išsiėmus kontaktinį lęšį.

Ragenos priekinio paviršiaus spindulio santykinis pokytis δ_i parodo, kiek procentų pakito spindulys po 15 min. lyginant su spinduliu r_0 (ką tik išsiėmus kontaktinį lęšį).

Taip tap paskaičiuojame ragenos kreivumospindulio pokytį po 2 val. (δ_i^*) ir po 72 val. nenešiojus kontaktinių lęšių (δ_i^{**}).

Paskaičiavus kiekvienos akies CRS pokytį, paskaičiuojamas ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio pokyčio vidurkis $\delta_{vid.}$ procentais pagal formulę:

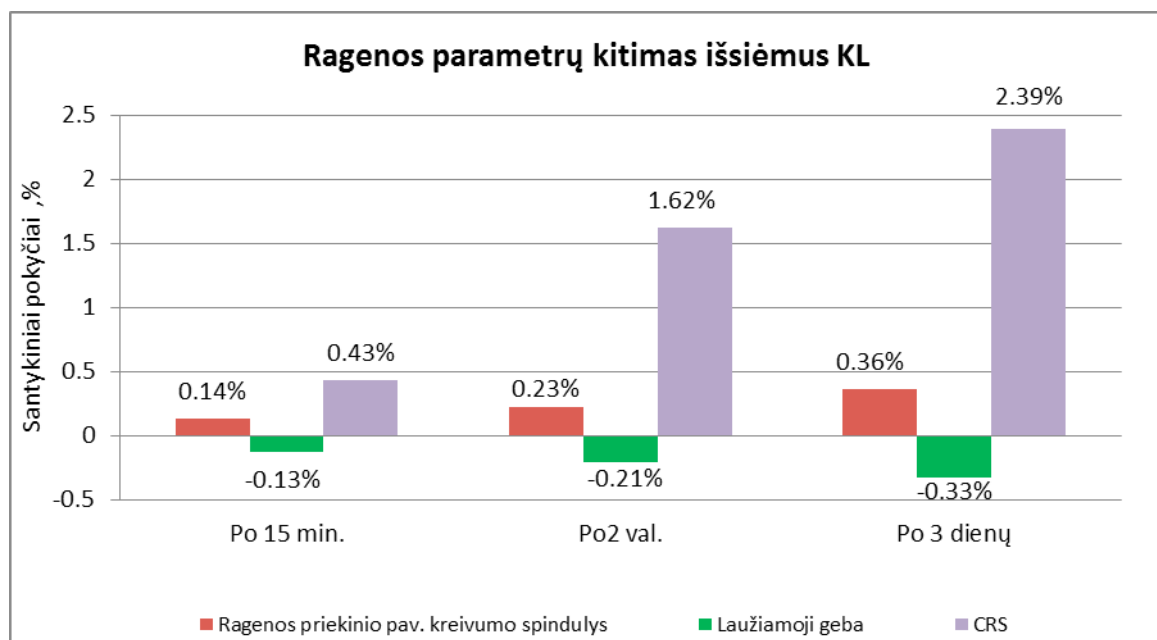
$$\delta_{vid.} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n} \quad (9)$$

Čia $\sum_{i=1}^n \delta_i$ - tiriamų akių santykinų priekinio paviršiaus kreivumo spindulio pokyčių suma

n – visų akių skaičius.

Tokiu pat būdu paskaičiuojame ir ragenos laužiamosios gebos τ ir $\tau_{vid.}$.

Tiriamų ragenos parametrų (laužiamosios gebos, ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio ir CRS) santykinis pokytis pavaizduotas 30 pav. Šioje diagramoje matyt, kad per tiriamąjį laikotarpį CRS ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulys mažėjo, o ragenos laužiamoji geba didėjo.



30 pav. Ragenos parametrų kitimas išsiėmus KL

CRS kitimas gali turėti įtakos akies refrakcijai. Šiame tyrime, kad įvertinti kaip kinta refrakcija tiriamuoju laikotarpiu, buvo paskaičiuotas sferinis ekvivalentas (5 priedas). Sferinis

ekvivalentas - tai refrakcijos dydis dioptrijomis, bendrai įvertinantis sferinę bei astigmatinę regėjimo ydą [46]. Sferinis ekvivalentas (SE) yra sferos ir pusės cilindro suma, paskaičiuojamas pagal formulę:

$$SE = sph + \frac{1}{2} cyl$$

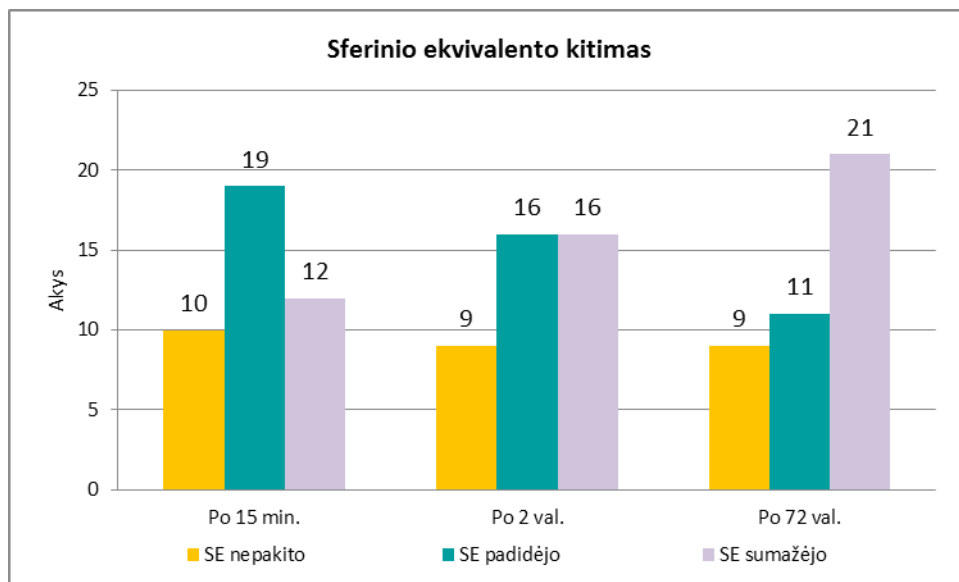
čia SE – sferinis ekvivalentas (D),

sph – sfera (D),

cyl – cilindras (D) [47].

Išanalizavus sferinio ekvivalento duomenis, stebimas kitimas: po 15 min. 10 akių (24,39%) SE nepakito, 19 akių (46,43%) – padidėjo, o 12 akių (29,26%) - sumažėjo. Po 2 val.

9 akyse (21,95%) SE liko nepakitęs, padidėjo – 16 akių (39,02%), sumažėjo -16 akių (39,02%). Po 72 val. nepakito - 9 akyse (21,95%), padidėjo – 11 akių (26,82%), sumažėjo 21 akyje (51,21%) (31 pav.). Sferinio ekvivalento didėjimas ir mažėjimas per visą tiriamąjį laikotarpį svyravo visose akyse 0,125-0,5 D (5 priedas).



31 pav. Sferinio ekvivalento kitimas

Apskaičiuotas koreliacijos koeficientas, rodantis CRS ir SE priklausomybę.

Koreliacijos koeficientas apskaičiuojamas pagal Exel programoje esančią *Correl* (x,y) formulę, kurioje x – centrinis ragenos storis (μm), y – sferinis ekvivalentas (D). Gautas

koreliacijos koeficientas 0,0482 (4 priedas). Jis rodo labai silpną sferinio ekvivalento priklausomybę nuo CRS.

4.3. Rezultatų aptarimas

Yra įvairių nuomonių apie minkštų kontaktinių lęšių poveikį ragenai. Daug diskutuojama apie CRS ir kitų ragenos parametų tarpusavio ryšį bei akies refrakciją.

Atlikus tyrimą, matyti, kad centrinis ragenos storis kito visą tiriamąjį laikotarpį. Teorinėje dalyje minėta, kad, po KL išėmimo, CRS stabilizuojasi ilgiausiai [23].

Palyginus abiejų SiHi KL pogrupių nešiotojų CRS pokytį matyti, kad, nešiojant silikono hidrogelio kontaktinius lęšius nepertraukiamu režimu, CRS kito daugiau, negu nešiojant dieniniu režimu. Įvairūs autoriai nurodo [20,42], kad nešiojant SiHi KL, kurių Dk/t daugiau kaip 100, ragenos paburkimas neviršija fiziologinio (4%) paburkimo miegant. Per tris paras nuo KL išėmimo momento, miegojusių su SiHi KL, CRS sumažėjo 2 %, o nešiosiujų KL tik dieną – 0,83 %. Tai rodo, kad SiHi KL sukelia tikrai nežymų ragenos paburkimą.

Palyginus abiejų Hi KL pogrupių nešiotojų CRS pokytį matyti, kad, nešiojant vienadienius hidrogelinius kontaktinius lęšius, CRS akivaizdžiai kito daugiau, negu nešiojant hidrogelinius mėnesio lęšius. Per tris paras nuo KL išėmimo momento, nešiojančių mėnesio Hi KL, CRS sumažėjo 1,82 %, o nešiosiujų vienadienius Hi KL – 3,63 %. Tokių vienadienių KL poveikį ragenai galėjo lemti neteisingas vienadienių KL nešiojimas (su jais miegama arba jie nešiojami ne vieną dieną). Nors su vienadieniais Hi KL buvo didžiausiai ragenos paburkimas, lyginant su mėnesio Hi KL, tiriamuoju laikotarpiu jis neviršijo fiziologinio paburkimo (4%).

Atsižvelgiant į laiko tarpą tarp CRS matavimų, didžiausias CRS santykinis pokytis yra: po 15 min. nešiojant SiHi KL nepertraukiamu režimu (0,94 %) ir mėnesio Hi KL (0,70 %), o po 2 val. – nešiojant SiHi KL dieniniu režimu (0,58 %) ir vienadienius Hi KL (1,43 %).

Didžiausias CRS pokytis buvo per pirmas 2 val. nuo kontaktinio lęšio išėmimo (atitinkamai 73,5%, 69,87%, 62,63% ir 46,56% viso tiriamuoju laikotarpiu fiksuoto pokyčio).

Iš tyrimo duomenų matyti, kad ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio ir laužiamosios gebos priklausomybė yra atvirkštinė.

Keratometrijos ir pachimetrijos tyrimo duomenimis, paskaičiuoti tarpusavio ragenos parametų koreliacijos koeficientai. Buvo nustatyta silpna tiesioginė priklausomybė (k.k.0,25376) tarp CRS ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio bei silpna atvirkštinė priklausomybė (k.k. -0,26483) tarp CRS ir ragenos laužiamosios gebos. Šio tyrimo duomenys sutampa su kai kurių užsienio autorių gautais rezultatais [43,44].

Išanalizavus tyrimo SE duomenis matome, kad refrakcija žmonių akyse daugiau kito nei liko stabili. Nuo 12 iki 21 akies SE padidėjo, o nuo 19 iki 11 akių - sumažėjo. SE liko nepakitęs 9 akyse. Sferinio ekvivalento didėjimas ir mažėjimas per visą tiriamąjį laikotarpį

svyravo visose akyse 0,125-0,5 D. Kadangi refraktometrija atlikta neatpalaidavus akomodacijos, todėl galimas toks sferinio ekvivalento svyravimas.

Paskaičiuotas koreliacijos koeficientas (0,0482) rodo labai silpną CRS ir SE priklausomybę.

Šio tyrimo duomenimis, minkštų kontaktinių lęšių įtaka ragenos parametrams yra labai maža. CRS santykinis pokytis nežymus ir jo įtaka akies refrakcijai nedidelė. Nešiojant KL tinkamu režimu nėra būtina išsiimti KL iš akių 2 val. prieš regos patikrą.

Norint gauti tikslesnius rezultatus, reikėtų:

1. Ištirti daugiau žmonių;
2. Tiriamuosius suskirstyti į grupes pagal :
 - a. KL nešiojimo stažą,
 - b. KL nešiojimo laiką,
 - c. akies refrakcijos stiprumą;
3. Refrakciją tirti atpalaidavus akomodaciją (išplėtus vizydžius).

IŠVADOS

1. Susipažinus su anksčiau atliktų tyrimų duomenimis apie minkštų kontaktinių lęšių poveikį ragenos parametrų, padaryta išvada, kad visi minkšti kontaktiniai lęšiai daugiau ar mažiau veikia ragenos parametrus.
2. Atliktas tyrimas parodė, kad, išėmus kontaktinius lęšius, centrinis ragenos storis kito visą tiriamąjį laikotarpį.
3. Šio tyrimo duomenimis mažiausiai CRS kito nešiojant silikono hidroželio kontaktinius lęšius dienu režimu.
4. Didžiausias CRS pokytis buvo per pirmas 2 val. nuo kontaktinio lęšio išėmimo (atitinkamai 73,5%, 69,87%, 62,63% ir 46,56% viso tiriamuoju laikotarpiu fiksuoto pokyčio).
5. Nustatyta centrinio ragenos storio ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio priklausomybė (koreliacijos koeficientas 0.25376). Ji yra tiesioginė nereikšminga.
6. Taip pat nustatyta ir centrinio ragenos storio bei ragenos laužiamosios gebos priklausomybė (koreliacijos koeficientas - 0.26483), kuri yra atvirkštinė nereikšminga.
7. Tyrimo metu nustatytas centrinio ragenos storio santykinis pokytis neturėjo didelės įtakos refrakcijos sferiniam ekvivalentui (koreliacijos koeficientas 0,0482).

LITERATŪRA IR KITI INFORMACIJOS ŠALTINIAI

1. *Health information*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2012-11-28]. Prieiga per internetą: <<http://www.aurorahealthcare.org/yourhealth/healthgate/getcontent.asp?URLhealthgate=11927.html>>;
2. Вант Пад БошР., РозенбрандР.М., КлючаеваТ.Ю. *Мягкие контактные линзы. Практическое пособие для специалистов*. (2001). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2012-12-16]. Prieiga per internetą: <<http://download-book.ru/oftalmologija/mjagkie-kontaktnye-linzy-prakticheskoe-posobie-dlja-spetsialistov>>;
3. Blužienė, A., Jašinskas, V. *Akių ligų vadovas*. – Šiauliai: D. Narbutienės leidykla, 2005. ISBN 9986-552-20-6;
4. *Management of Corneal Abrasions*. (2004). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-01-16]. Prieiga per internetą: <<http://www.aafp.org/afp/2004/0701/p123.html>>;
5. Ковалевский, Е. И. *Глазные болезни*. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Медицина. 1986. 416 с. , ил.;
6. *On the calculation of power from curvature of the cornea*. (1986). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-01-26]. Prieiga per internetą: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1040942/?page=2>>;
7. Daktaravičienė, E., Juodkaitė, G., Sukarevičius, K., *Akių ligos*. – Vilnius: Mokslas, 1992, p. 248 ISBN 5-420-00329-5;
8. *Классификация контактных линз*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2012-12-23]. Prieiga per internetą: <<http://www.dioptrik.ru/index.php?view=content&pname=tipe9>>;
9. *Kokie yra dažniausi mitai ir neaiškumai, susiję su kontaktinių lęšių nešiojimu*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-01-26]. Prieiga per internetą: <<http://www.optikospasaulis.lt/kontaktiniai-lesiai-tiesa>>;
10. Bendorienė, J., *Paskaitų medžaga*. (2012). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-02-07]. Prieiga per internetą: <http://www.su.lt/bylos/fakultetai/gamtos_mokslu/Fizikos_katedra/jb%20paskaita%201%20-pdf.pdf10>;

11. *Жесткие контактные линзы*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-02-20]. Prieiga per internetą: <<http://www.ochki.net/know-100.html>>
12. *Types of Contact Lenses*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-06]. Prieiga per internetą: <<http://www.fashionejewear.co.uk/blog/eye-care/the-4-main-types-of-contact-lenses-which-one-is-right-for-you/>>;
13. American Academy Ophthalmology. *Clinical Optics*. Nr. 3, 2007-2008, p, 183-195 ISBN 1560558148;
14. *FDA classification*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-02-20]. Prieiga per internetą: <<http://www.lens101.com/daily-disposable-contact-lenses/129343-important-4-all-different-contact-lens-materials-fda-classification.html>>;
15. *Виды и типы контактных линз. Классификация*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2012-11-16]. Prieiga per internetą: <<http://zrenue.com/kontaknye-linzy/23-klassifikacija-kontaktnyh-linz/238-vidy-kontaktnyh-linz-klassifikacija.html>>;
16. *Spalvoti lęšiai*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-11]. Prieiga per internetą: <<http://www.kontaktiniai24.lt/colourvue-crazy-lens.html>>;
17. Bendorienė, J., *Silikono hidrogelio kontaktinių lęšių savybės*. (2006). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2012-11-26]. Prieiga per internetą: <[http://www.emedicina.lt/site/files/oftalmologija/2006_01/Silikono hidrogelio kontaktiniu lesiu savybes.pdf](http://www.emedicina.lt/site/files/oftalmologija/2006_01/Silikono_hidrogelio_kontaktiniu_lesiu_savybes.pdf)>;
18. *Основные параметры контактных линз*. (2008-2013). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-16]. Prieiga per internetą: <<http://www.contle.ru/stranicy/informacija/osnovnye-parametry-kontaktnyh-linz/>>;
19. *Dažniausiai užduodami klausimai*. LASEVIEW regėjimo korekcijos klinika. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-14]. Prieiga per internetą: <<http://www.laserview.lt/lt/d-u-k/>>;

20. Holden, D.A., Merrz, G.W., *Critical Oxygen Levels to Avoid Corneal Edema for Daily and Extended Wear Contact Lenses*. (1984). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-22]. Prieiga per internetą:
<<http://www.blanchardlab.com/pdf/HoldenMertz.pdf>>;
21. Hamano, H., Maeda, N., Hamano, T. ir kt. *Corneal thickness change induced by dozing while wearing hydrogel and silicone hydrogel lenses*. (2008). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-30]. Prieiga per internetą:
<http://im.unboundmedicine.com/medicine/ub/citation/18180686/Corneal_thickness_change_induced_by_dozing_while_wearing_hydrogel_and_silicone_hydrogel_lenses>;
22. [Moezzi, A.M.](#), [Fonn, D.](#) ir kt. *Overnight corneal swelling with silicone hydrogel contact lenses with high oxygen transmissibility*. (2006). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-03]. Prieiga per internetą: <<http://im.unboundmedicine.com>>;
23. NG, Loretta T., Lee, E.M., Nguen, A.L. *Preoperative Assessment of Corneal and Refractive Stability in Soft Contact Lens Wearing Photorefractive Candidates*. (2007). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-02]. Prieiga per internetą:
<http://journals.lww.com/optvissci/Fulltext/2007/05000/Preoperative_Assessment_of_Corneal_and_Refractive.8.aspx>;
24. VAITIEKAITIS, G., (2011) *Paskaitų medžiaga*;
25. [Мечникова, И. И.](#) *Медицинская оптика. Учебно-научный центр медицинской и биологической физики. Кафедра экспериментальной физики. Учебное пособие. (2007).* Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-26]. Prieiga per internetą: <http://phys.onu.edu.ua/files/student/zaoch/med_optica.rar>;
26. Черкасова, Д.Н., Бахолдин, А.В. *Оптические офтальмологические приборы и системы*. (2010). Часть I- Санкт-Петербург.- 113 p.
27. Розенблюм, Ю.З. *Оптометрия (Подбор очков)*. (1991). Москва: Медицина, 69-79 стр. ISBN 5-225-00868-2
28. *Autorefractor Keratometer Huvitz MRK-3100P*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-25]. Prieiga per internetą: <<http://www.optivision2020.com/autorefractor-keratometer-huvitz-mrk-3100p.html>>;

29. *Autokeratorefraktometrija*. (2010). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-25]. Prieiga per internetą: <<http://www.akiuklinika.lt/en/pages/autokeratorefraktometrija>>;
30. *Accuref-K 9001. Choices on printout format*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-04]. Prieiga per internetą: <http://www.shin-nippon.jp/product/ac_k9001.html>;
31. Kremer, F. B., Walton, P., Gensheimer, G. *Determination of corneal thickness using ultrasonic pachometry* //Ann. Ophtalmol. (1985). Vol. 17. No.8.P. 505-507.
32. *Методы исследования в офтальмологии. Пахиметрия*. (2013). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-02-27]. Prieiga per internetą: <<http://www.oftalmic.ru/diagnostics.php>>;
33. Bentley,E. *Pachymetry, specular microscopy and confocal microscopy*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-16]. Prieiga per internetą: <<http://www.cvm.ncsu.edu/conted/documents/BentleyPachSpec12.pdf> >;
34. Aleksiūnienė, I. *Ragenos pachimetrija ir akispūdis*. (2005). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-28]. Prieiga per internetą: <http://www.emedicina.lt/site/files/oftalmologija/2006_03/Ragenos_pachimetrija_ir_akispudis.pdf>
35. Galgauskas, S. *Lietuvos gyventojų akies ragenos centrinės dalies storio nustatymas bei jo priklausomybė nuo amžiaus, lyties ir kūno sudėjimo*.(2011). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-16]. Prieiga per internetą: <http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2011~D_20111102_111417-48673/DS.005.0.01.ETD>;
36. *Ultragarsinis kontaktinis pachimetras Pocket II*.__Nuotrauka iš asmeninio gydytojos Baranauskienės D. archyvo;
37. Фридман, Ф.Е., Гундорова, Р.А., Кодзов, М.Б. *Ультразвук в офтальмологии*. (1989). Москва:Медицина.-50 p.6 ISBN 5-01598-0
38. Basevičius, A., Lukoševičius, S., Kiudelis, J., Dobrovolskienė, L. ir kt. *Radiologijos pagrindai: bendrasis vadovėlis*. (2005). Kaunas. p. 129;
39. Martin, CH. *New laser fixation device for ultrasound biometry*. (2007). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-02-11]. Prieiga per internetą:

- <<http://www.haagstreit.de/index.php?id=5407>>;
40. *Диагностика*. (2009). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-02]. Prieiga per internetą: <<http://mcoptica.com/sevastopol/adm/diagnostics/>>;
 41. *A New Number in the Glaucoma Equation..* (2003). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-03-02]. Prieiga per internetą: <<http://www.revophth.com/content/d/features/i/1342/c/25712/>>;
 42. *Современная офтальмология*. (2010-2011)). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-24]. Prieiga per internetą: <<http://zrenue.com/kontaknye-linzy/23-klassifikacija-kontaktnyh-linz/364-sravnenie-silikon-gidrogelevyh-i-gidrogelevyh-kontaktnyh-linz.html>>;
 43. *The cornea in young myopic adults*. (2001). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-24]. < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724084/>>
 44. *Correlation between refractive error, corneal power, and thickness in a large population with a wide range of ametropia*. (2011). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-24]. < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21051694>>;
 45. *Įvada į tiesinės regresijos ir korekciacijos analizę*. Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-24]. < <http://www.ututi.com/subject/vu/ef/statistika/file/5851/get>>
 46. *Heritability Analysis of Spherical Equivalent, Axial Length, Corneal Curvature and Anterior Chamber Depth in the Beaver Dam Eye Study*. (2009). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-04-24]. < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2739587/>>;
 47. *Spherical equivalent* (2005). Interaktyvus. [Žiūrėta: 2013-05-02]. <http://www.nfos.org/degree/opt11/module_09b.html>

ILIUSTRACIJŲ SĄRAŠAS

1 pav. Rageną

2 pav. Ragenos sluoksniai

3 pav. Ragenos parametrai

4 pav. Minkštieji ir kietieji kontaktiniai lęšiai

23 pav. Silikono hidrogelio struktūra

24 pav. Karnavaliniai kontaktiniai lęšiai

7 pav. Šeinerio refraktometrijos principas

8 pav. Be galo nutolusio taškinio objekto atvaizdas tiriamosios akies tinklainėje per Šeinerio diafragmą

9 pav. Chartingerio refraktometro principinė optinė schema

1025 pav. Chartingerio refraktometras

11 pav. Oftalmometro (keratometro) principinė optinė schema

12pav. Oftalmometras (keratometras) OF – 3

13pav. Autokeratorefraktometras MRK - 3100 premium HUVITZ

14pav. Atspausdinti refrakcijos ir keratometrijos matavimų rezultatai

15 pav. Ragenos centrinis storis

16 pav. Ultragarsinis kontaktinis pachimetras Pocket II

- 17 pav. Ragenos storio matavimas pachimetru
- 18 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal lytį
- 19 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal amžių
- 20 pav. Atliekama keratorefraktometrija
- 2126 pav. Centrinio ragenos storio matavimas
- 22 pav. Tiriamų kontaktinių lęšių suskirstymas į pogrupius
- 23 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal nešiojamas KL rūšis
- 24 pav. Dieninio ir nepertraukiamo režimo SiHi KL nešiotojų santykinis CRS pokytis (%) palyginamoji diagrama
- 25 pav. Ragenos parametrų kitimas išsiėmus KL
- 26 pav. Palyginamoji visų KL nešiotojų santykinis CRS pokytis (%) išsiėmus KL
- 27 pav. Ragenos laužiamosios gebos priklausomybė ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio
- 28 pav. Ragenos centrinio storio ir ragenos priekinio paviršiaus kreivumo spindulio priklausomybė
- 29 pav. Ragenos centrinio storio ir ragenos laužiamosios gebos priklausomybė
- 30 pav. Ragenos parametrų kitimas išsiėmus KL
- 31 pav. Refrakcijos kitimas

PRIEDAI

ANKETA

1 priedas

Šia anketa siekiama išsiaiškinti kokie ir koku režimu yra nešiojami minkšti kontaktiniai lęšiai. Gauti duomenys bus panaudoti rašant bakalauro darbą tema "Kontaktinių lęšių įtaka ragenos parametrams". Maloniai prašome atsakyti į pateiktus klausimus. Pasirinktą atsakymą pažymėkite x.

1. Lytis V ☐ M ☐
2. Kiek jums metų?
3. Kiek laiko nešiojate kontaktinius lęšius?
mažiau nei 1 metai ☐ 1-5 metus ☐ 5-10 metų ☐ daugiau nei 10 metų ☐
5. Kokio gamintojo kontaktinius lęšius nešiojate šiuo metu?
Ciba Vision ☐ Baush&Lomb ☐ Cooper Vision ☐
Johnson&Johnson ☐ Kita ☐ Nežinau ☐
6. Koks Jūsų nešiojamų kontaktinių lęšių pavadinimas?
..... Nežinau ☐
7. Kokios medžiagos kontaktinius lęšius nešiojate šiuo metu?
Hidrogelio ☐ Hidrogelio-silikono ☐
8. Kokio nešiojimo termino kontaktinius lęšius nešiojate šiuo metu?
Vienadienius ☐ Savaitinius ☐ Mėnesio ☐ 3 mėn. ☐ Metinius ☐
9. Kontaktinio lęšio bazinė kreivė?
8,4 ☐ 8,6 ☐ 8,7 ☐ 9,0 ☐ Nežinau ☐
11. Prieš kiek laiko šiandien įsidėjote kontaktinius lęšius?
Mažiau nei prieš 4 val. ☐ daugiau nei prieš 4 val. ☐ daugiau nei prieš 8 val. ☐
12. Jei nešiojate silikono-hidrogelio kontaktinius lęšius ar miegojote šianakt su jais?
Taip ☐ Ne ☐
13. Kiek laiko jau nešiojate šią lęšių porą?

Dėkoju už dalyvavimą tyrime

Tiriamųjų anketinių duomenų suvestinė

Eil.Nr.	Lytis		Amžius	Kiek laiko nešioja MKL				Prieš kiek laiko šiandien įsidėjęte			Ar šianakt miegoj		Kokie KL		KL gamintojas				Kontaktinių lęšių medžiaga		Nešiojimo terminas			BK			KL diametro			
	V	M		< nei 1 m.	1-5 m.	5-10 m.	> nei 10 m.	< nei prieš 4 mėn.	> nei prieš 4 mėn.	> nei prieš 8 mėn.	Taip	Ne	Kieti	Minkšti	CibaVisio	B&L	CooperVision	J&J	Hidrogelis	Hidrogelis-silikonas	Vienadieniai	Mėnesio	3 mėn.	8,4	8,6	8,7	13,8	14,0	14,2	14,4
SiHi nepertaukiamo nešiojimo KL poį	1	1	26		1					1	1			1			1		1		1				1			1		
	2	1	25			1				1	1			1			1		1		1				1			1		
	3	1	46				1			1	1			1		1			1		1				1			1		
	4	1	50		1					1	1			1			1		1		1				1			1		
	5	1	27			1				1	1			1			1		1		1				1			1		
	6	1	18	1						1	1			1	1				1		1				1		1			
SiHi dieninio KL pogr.	7	1	48		1				1			1		1			1		1		1				1			1		
	8	1	36			1			1			1		1			1		1		1				1			1		
	9	1	19		1				1			1		1			1		1		1				1			1		
Hi mėnesio dieninio nešiojimo KL pogrups	10	1	48			1				1	1			1			1		1		1				1			1		
	11	1	30			1			1			1		1		1		1		1					1			1		
	12	1	43				1		1			1		1		1		1		1					1			1		
	13	1	35		1				1			1		1			1		1		1				1			1		
	14	1	27			1			1			1		1			1		1		1				1			1		
	15	1	28			1		1				1		1	1			1		1					1			1		
	16	1	45				1	1			1			1			1		1		1				1			1		
	17	1	25				1	1				1		1			1		1		1				1			1		
Vienadienių Hi KL pogr.	18	1	25			1		1				1		1	1			1		1					1			1		
	19	1	18	1					1	1				1		1		1		1					1			1		
	20	1	33				1		1			1		1	1			1		1					1			1		
	21	1	26		1				1		1			1			1		1		1				1			1		

Atlikto tyrimo duomenų suvestinė yra atskirame faile.

Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė

4 priedas

Neigiamos reikšmės	Aprašymas	Teigiamos reikšmės
0.00	“nėra”	0.00
-0.19 - -0.01	“labai silpnas”	0.01 – 0.19
-0.39 - -0.20	“silpnas”	0.20 – 0.39
-0.69 - -0.40	“vidutinis”	0.40 – 0.69
-0.89 - -0.70	“stiprus”	0.70-0.89
-0.99 - -0.90	“labai stiprus”	0.90-0.99
-1.00	“visiškai tikslus”	1.00

Tiriamų akių sferinis ekvivalentas

5 priedas

	Akis	Klinikinė refrakcija		SE	Klinikinė refrakcija		SE	Klinikinė refrakcija		SE	Klinikinė refrakcija		SE
1	OD	sph +0.25	cyl -0.5	-0.25	sph -0.5	cyl -0.5	-0.75	sph +0.75	cyl -0.5	+0.5	sph -0.25	cyl -0.25	-0.375
2	OS	sph -0.25	cyl -0.25	-0.375	sph +0.25	cyl -0.75	-0.5	sph +0.25	cyl -0.25	+0.125	sph -0.25	cyl -0.5	-0.5
3	OD	sph -4.75	cyl -0.5	-5.0	sph -6.0	cyl -0.5	-6.25	sph -5.0	cyl -0.5	-5.25	sph -5.25	cyl 0.0	-5.25
4	OS	sph -6.0	cyl -0.25	-6.125	sph -6.25	cyl -0.25	-6.375	sph -6.0	cyl -0.5	-6.25	sph -6.0	cyl 0.0	-6.0
5	OD	sph -3.0	cyl -0.25	-3.125	sph -2.75	cyl 0.0	-2.75	sph -2.75	cyl -0.5	-3.0	sph -2.8	cyl -0.5	-3.0
6	OS	sph -2.5	cyl -0.75	-2.875	sph -2.5	cyl -0.75	-2.875	sph -2.5	cyl -0.5	-2.75	sph -2.5	cyl -0.75	-2.875
7	OD	sph +2.5	cyl -0.25	+2.375	sph +2.5	cyl -0.25	+2.375	sph +2.25	cyl -0.25	+2.125	sph +2.0	cyl -0.5	+1.75
8	OS	sph +2.75	cyl -0.25	+2.625	sph +2.75	cyl -0.25	+2.625	sph +2.5	cyl -0.25	+2.375	sph +2.0	cyl 0.0	+2.0
9	OD	sph -5.75	cyl -0.5	-6.0	sph -5.25	cyl -1.0	-5.75	sph -5.25	cyl -0.5	-5.5	sph -6.0	cyl -0.75	-6.375
10	OS	sph -5.75	cyl -0.25	-5.875	sph -5.0	cyl -0.25	-5.125	sph -5.5	cyl -0.25	-5.625	sph -6.3	cyl -0.25	-6.375
11	OD	sph -0.75	cyl -0.5	-1.0	sph -0.75	cyl -0.25	-0.875	sph -0.75	cyl -0.5	-1.0	sph -0.5	cyl -0.5	-0.75
12	OS	sph -1.0	cyl -0.5	-1.25	sph -1.0	cyl 0.0	-1.0	sph -1.0	cyl 0.0	-1.0	sph -0.75	cyl 0.0	-0.75
13	OD	sph +0.25	cyl 0.0	+0.25	sph +0.25	cyl 0.0	+0.25	sph +0.25	cyl 0.0	+0.25	sph +0.25	cyl 0.0	+0.25
14	OS	sph +0.25	cyl -0.25	+0.125	sph 0.0	cyl 0.0	0.0	sph 0.0	cyl +0.25	+0.125	sph 0.0	cyl +0.25	+0.125
15	OD	sph +2.5	cyl -0.25	+2.375	sph +2.5	cyl -0.25	+2.375	sph +2.25	cyl 0.0	+2.25	sph +2.25	cyl -0.25	+2.125
16	OS	sph +2.5	cyl 0.0	+2.5	sph +2.5	cyl 0.0	+2.5	sph +2.5	cyl 0.0	+2.5	sph +2.5	cyl 0.0	+2.5
17	OD	sph -1.25	cyl -0.5	-1.5	sph -0.75	cyl -0.75	-1.125	sph -1.25	cyl -0.75	-1.625	sph -1.5	cyl -0.25	-1.625
18	OS	sph -1.5	cyl 0.0	-1.5	sph -1.25	cyl -0.5	-1.5	sph -1.5	cyl -0.5	-1.75	sph -2.0	cyl -0.5	-2.25
19	OD	sph -2.25	cyl -0.5	-2.5	sph -2.0	cyl -0.75	-2.375	sph -2.25	cyl -0.5	-2.5	sph -2.25	cyl -0.5	-2.5
20	OS	sph -2.25	cyl -0.25	-2.375	sph -2.25	cyl -0.25	-2.375	sph -2.5	cyl 0.0	-2.5	sph -2.5	cyl 0.0	-2.5
21	OD	sph -6.5	cyl -0.75	-6.875	sph -5.5	cyl -0.75	-5.875	sph -6.0	cyl -0.5	-6.25	sph -6.0	cyl -1.0	-6.5
22	OS	sph -5.75	cyl 0.0	-5.75	sph -5.75	cyl -0.25	-5.875	sph -5.25	cyl -1.25	-5.875	sph -5.0	cyl -0.25	-5.125
23	OD	sph -5.0	cyl -1.25	-5.625	sph -5.5	cyl -1.0	-6.0	sph -5.25	cyl -1.25	-5.875	sph -5.25	cyl -1.25	-5.875
24	OS	sph -5.25	cyl -1.25	-5.875	sph -5.5	cyl -1.0	-6.0	sph -5.0	cyl -1.25	-5.625	sph -5.5	cyl -1.0	-6.0
25	OD	sph -1.0	cyl -0.25	-1.125	sph -0.75	cyl -0.25	-0.875	sph -1.0	cyl 0.0	-1.0	sph -1.25	cyl 0.0	-1.25
26	OS	sph -1.5	cyl -0.25	-1.625	sph -1.25	cyl 0.0	-1.25	sph -1.25	cyl -0.5	-1.5	sph -1.5	cyl -0.25	-1.625
27	OS	sph -2.75	cyl -3.0	-4.25	sph -2.8	cyl -2.5	-29.25	sph -28.75	cyl -2.245	-29.873	sph -28.25	cyl -3.0	-29.75
28	OD	sph -6.0	cyl -0.25	-6.125	sph -5.5	cyl 0.0	-5.5	sph -5.0	cyl -0.5	-5.25	sph -6.00	cyl -0.25	-6.125
29	OS	sph -6.5	cyl 0.0	-6.5	sph -6.25	cyl 0.0	-6.25	sph -6.0	cyl -0.25	-6.125	sph -6.5	cyl 0.0	-6.5
30	OD	sph -1.5	cyl -0.5	-1.75	sph -1.25	cyl -0.5	-1.5	sph -1.75	cyl 0.0	-1.75	sph -1.5	cyl -0.25	-1.625
31	OS	sph -1.0	cyl -0.5	-1.25	sph -0.75	cyl -0.5	-1.0	sph -1.0	cyl -0.5	-1.25	sph -0.75	cyl -0.5	-1.0
32	OD	sph -3.75	cyl -0.75	-4.125	sph -3.75	cyl -0.5	-4.0	sph -4.0	cyl -0.75	-4.375	sph -3.75	cyl -0.75	-4.125
33	OS	sph -3.75	cyl -1.0	-4.25	sph -4.0	cyl 0.0	-4.0	sph -4.25	cyl -0.5	-4.5	sph -3.75	cyl -0.5	-4.0
34	OD	sph -3.5	cyl -0.75	-3.875	sph -3.5	cyl -1.0	-4.0	sph -4.0	cyl -0.5	-4.25	sph -3.5	cyl -1.0	-4.0
35	OS	sph -3.5	cyl -0.75	-3.875	sph -3.75	cyl -0.5	-4.0	sph -4.0	cyl -0.5	-4.25	sph -4.0	cyl -0.25	-4.125
36	OD	sph -4.75	cyl 0.0	-4.75	sph -4.75	cyl -0.25	-4.875	sph -4.5	cyl -0.5	-4.75	sph -5.0	cyl -0.25	-5.125
37	OS	sph -4.5	cyl -1.0	-5.0	sph -4.75	cyl -1.0	-5.25	sph -4.75	cyl -0.5	-5.0	sph -4.75	cyl -1.0	-5.25
38	OD	sph -1.25	cyl -0.25	-1.375	sph -1.25	cyl -0.25	-1.375	sph -1.25	cyl 0	-1.25	sph -1.5	cyl 0.0	-1.5
39	OS	sph -1.25	cyl 0.0	-1.25	sph -1.25	cyl 0	-1.25	sph -1.25	cyl -0.5	-1.5	sph -1.75	cyl -0.25	-1.875
40	OD	sph -0.25	cyl -0.25	-0.375	sph +0.75	cyl -0.5	+0.5	sph +0.5	cyl -0.75	+0.125	sph +0.25	cyl -0.5	0.0
41	OS	sph -0.25	cyl -0.25	-0.375	sph +0.5	cyl -0.25	+0.375	sph 0.0	cyl 0.0	0.0	sph 0.0	cyl 0.0	0.0



[illegible][illegible][illegible][illegible]

Year	Month	Day	Time	Location	Activity	Remarks
1998	10	10	10:00	101	101	101
1998	10	11	10:00	101	101	101
1998	10	12	10:00	101	101	101
1998	10	13	10:00	101	101	101
1998	10	14	10:00	101	101	101
1998	10	15	10:00	101	101	101
1998	10	16	10:00	101	101	101
1998	10	17	10:00	101	101	101
1998	10	18	10:00	101	101	101
1998	10	19	10:00	101	101	101
1998	10	20	10:00	101	101	101
1998	10	21	10:00	101	101	101
1998	10	22	10:00	101	101	101
1998	10	23	10:00	101	101	101
1998	10	24	10:00	101	101	101
1998	10	25	10:00	101	101	101
1998	10	26	10:00	101	101	101
1998	10	27	10:00	101	101	101
1998	10	28	10:00	101	101	101
1998	10	29	10:00	101	101	101
1998	10	30	10:00	101	101	101
1998	10	31	10:00	101	101	101

項目	2013 年	2012 年
一、營業收入	1,000,000,000	1,000,000,000
二、營業成本	(800,000,000)	(800,000,000)
三、營業利潤	200,000,000	200,000,000
四、營業外收入	10,000,000	10,000,000
五、營業外支出	(5,000,000)	(5,000,000)
六、利潤總額	205,000,000	205,000,000
七、所得稅費用	(50,000,000)	(50,000,000)
八、淨利潤	155,000,000	155,000,000
九、其他綜合收益	10,000,000	10,000,000
十、綜合收益總額	165,000,000	165,000,000
十一、基本每股收益	1.55	1.55
十二、稀釋後每股收益	1.55	1.55
十三、每股股利	0.50	0.50

[illegible][illegible][illegible]

TABLE 1		TABLE 2	
Properties of the Polymers		Properties of the Polymers	
Polymer	Properties	Polymer	Properties
1	...	1	...
2	...	2	...
3	...	3	...
4	...	4	...
5	...	5	...
6	...	6	...
7	...	7	...
8	...	8	...
9	...	9	...
10	...	10	...
11	...	11	...
12	...	12	...
13	...	13	...
14	...	14	...
15	...	15	...
16	...	16	...
17	...	17	...
18	...	18	...
19	...	19	...
20	...	20	...
21	...	21	...
22	...	22	...
23	...	23	...
24	...	24	...
25	...	25	...
26	...	26	...
27	...	27	...
28	...	28	...
29	...	29	...
30	...	30	...
31	...	31	...
32	...	32	...
33	...	33	...
34	...	34	...
35	...	35	...
36	...	36	...
37	...	37	...
38	...	38	...
39	...	39	...
40	...	40	...
41	...	41	...
42	...	42	...
43	...	43	...
44	...	44	...
45	...	45	...
46	...	46	...
47	...	47	...
48	...	48	...
49	...	49	...
50	...	50	...
51	...	51	...
52	...	52	...
53	...	53	...
54	...	54	...
55	...	55	...
56	...	56	...
57	...	57	...
58	...	58	...
59	...	59	...
60	...	60	...
61	...	61	...
62	...	62	...
63	...	63	...
64	...	64	...
65	...	65	...
66	...	66	...
67	...	67	...
68	...	68	...
69	...	69	...
70	...	70	...
71	...	71	...
72	...	72	...
73	...	73	...
74	...	74	...
75	...	75	...
76	...	76	...
77	...	77	...
78	...	78	...
79	...	79	...
80	...	80	...
81	...	81	...
82	...	82	...
83	...	83	...
84	...	84	...
85	...	85	...
86	...	86	...
87	...	87	...
88	...	88	...
89	...	89	...
90	...	90	...
91	...	91	...
92	...	92	...
93	...	93	...
94	...	94	...
95	...	95	...
96	...	96	...
97	...	97	...
98	...	98	...
99	...	99	...
100	...	100	...

[illegible][illegible]



