

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS**

Baigiamasis darbas

Kontaktiniai lęšiai (minkšti, kieti, orto). Literatūros apžvalga

Studentas/ė (vardas, pavardė), grupė: **Martynas Masolas** VI kursas, 14 gr.

Katedra/ Klinika kurioje ruošiamas ir ginamas darbas **Sveikatos mokslų
institutas, Optometrijos katedra**

Darbo vadovas

Doc. dr. Saulius Galgauskas

(pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė)

Konsultantas (jei yra)

(pareigos, vardas, pavardė)

Katedros arba Klinikos vadovas

Doc. dr. Saulius Galgauskas

(pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė)

2023-05-19

Studento elektroninio pašto adresas: Martynas.Masolas@mf.stud.vu.lt

TURINYS

| | |
|--|----|
| SANTRAUKA | 1 |
| SUMMARY | 2 |
| ĮVADAS | 3 |
| DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI | 4 |
| LITERATŪROS ŠALTINIŲ ATRANKOS STRATEGIJA | 4 |
| 1. LITERATŪROS APŽVALGA | 5 |
| 1.1. Minkštų kontaktinių lęšių charakteristikos | 5 |
| 1.2. Minkštų kontaktinių lęšių panaudojimo galimybės | 7 |
| 1.3. Minkštų kontaktinių lęšių nešiojimo sukeltos komplikacijos | 8 |
| 1.4. Kietų ir ortokeratologinių kontaktinių lęšių charakteristikos | 9 |
| 1.5. Kietų ir ortokeratologinių kontaktinių lęšių panaudojimo galimybės | 13 |
| 1.6. Kietų ir ortokeratologinių kontaktinių lęšių nešiojimo sukeltos komplikacijos | 15 |
| 1.7. Kontaktinių lęšių ateities perspektyvos | 16 |
| 2. MINKŠTŲ IR KIETŲ KONTAKTINIŲ LĘŠIŲ PALYGINIMAS (REZULTATŲ APTARIMAS) | 18 |
| 3. PALYGINIMAS SU PANAŠIOMIS STUDIJOMIS | 23 |
| IŠVADOS | 24 |
| REKOMENDACIJOS | 25 |
| LITERATŪROS SĄRAŠAS | 25 |

SANTRAUKA

Tikslas. Apžvelgti ir palyginti šiuo metu praktikoje dažniausiai naudojamų kontaktinių lęšių (minkštų, kietų bei ortokeratologinių) charakteristikas, panaudojimo galimybes, komplikacijas bei ateities perspektyvas remiantis naujausia literatūra.

Metodai. 2022 metais Pubmed duombazėje atlikta literatūros paieška kontaktinių lęšių tema, kurios metu į apžvalgą įtrauktos 77 publikacijos iš pastarųjų 5 metų periodo, 25 senesnės publikacijos ir 4 palyginamosios publikacijos.

Rezultatai. Kietų sklerinių kontaktinių lęšių diametras siekia 24mm, minkštų kontaktinių lęšių – 14,5mm, ortokeratologinių - 11mm, kontaktinių lęšių storis siekia 0,4mm, 0,18mm ir 0,22mm, didžiausias deguonies pralaidumas 125, 175 ir $91 * 10^{-9}$ (cm ml O₂)/(ml sec mmHg), o laužiamoji geba 25,00D, 12,00D ir 5,00D atitinkamai pagal kiekvieną kontaktinių lęšių grupę. Kieti kontaktiniai lęšiai naudojami akies paviršiaus ligoms gydyti, ektazijai stabdyti ir koreguoti, o papiliarinis konjunktivitas, mikrobinis keratitas ir „rūko“

fenomenas yra šių kontaktinių lęšių nešiojimo komplikacijos. Minkšti kontaktiniai lęšiai naudojami akies paviršiaus ligoms gydyti, ektazijai koreguoti, miopijos progresijai stabdyti, jie nešiotojui gali sukelti akių sausumą, papiliarinį konjuktyvitą ir mikrobinį keratitą. Ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai naudojami miopijos progresijai stabdyti, jų nešiojimas gali sukelti mikrobinį keratitą ir aukštesniojo laipsnio aberacijas.

Išvados. 1) Visi apžvalgoje minimi kontaktiniai lęšiai tarpusavyje skiriasi savo medžiaga, matmenimis, optinėmis savybėmis, nešiojimo laiku ir gali būti pritaikomi refrakcinių ydų korekcijai. 2) Ortokeratologiniai ir minkšti daugiažidiniai kontaktiniai lęšiai yra naudojami miopijos kontrolei, kieti kontaktiniai lęšiai plačiausiai pritaikomi ragenos ektazinių ligų gydyme. 3) Minkšti kontaktiniai lęšiai turi didžiausią mikrobinio keratito ir akių sausumo riziką, kieti skleriniai kontaktiniai lęšiai vieninteliai sukelia „rūko“ fenomeną, o ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai gali sukelti aukštesniojo laipsnio aberacijas. 4) Minkšti kontaktiniai lęšiai yra labiausiai ateities perspektyvoms tyrinėjama lęšių grupė.

Raktažodžiai. Minkšti kontaktiniai lęšiai; Kieti kontaktiniai lęšiai; Ortokeratologija; Skleriniai lęšiai.

SUMMARY

Aim. To review and compare characteristics, ways of use, complications and future perspectives of contact lenses currently most used in practice (soft, rigid, ortho-k).

Methods. In 2022 search of literature was conducted within Pubmed database on the topic of contact lenses, during which 77 publications written within 5 year period, 25 older publications and 4 comparative publications were selected.

Results. Highest diameter of rigid scleral contact lenses was 24mm, soft contact lenses – 14,5mm, ortho-k contact lenses – 11mm, thickness of contact lenses reached 0,4mm, 0,18mm and 0,22mm, highest oxygen transmissibility was 125, 175 and $91 * 10^{-9}$ (cm ml O₂)/(ml sec mmHg), whereas powers reached 25,00D, 12,00D and 5,00D respectively by each contact lens group. Rigid contact lenses are used to treat ocular surface diseases and prevent progression of ectasia, complications associated with their usage include papillary conjunctivitis, microbial keratitis and „midday fogging“ phenomenon. Soft contact lenses are used to treat ocular surface diseases, correct ectasia and decrease rate of myopia progression, their usage can cause eye dryness, papillary conjunctivitis and microbial keratitis. Ortho-k contact lenses are used to stop myopia progression, their usage can cause microbial keratitis and higher order aberrations.

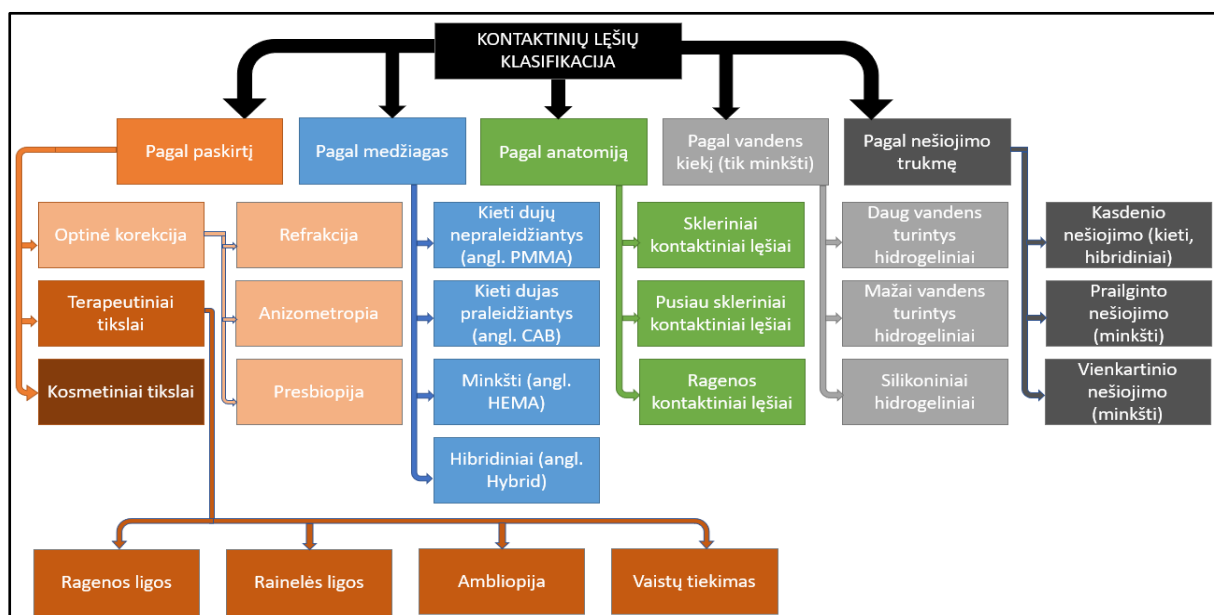
Conclusions. 1) All reviewed contact lenses differ in material, dimensions, optical properties, wear time, yet all are used in refractive error correction. 2) Ortho-k and soft

multifocal contact lenses are used in myopia control, rigid contact lenses are most commonly used to treat corneal ectasia. 3) Soft contact lenses have the highest risk of microbial keratitis and eye dryness, rigid contact lenses are the only lenses that cause „midday fogging“ phenomenon, whereas ortho-k contact lenses can cause higher order aberrations. 4) Soft contact lenses are the most thoroughly researched lens group for future perspectives.

Keywords. Soft contact lenses; Rigid contact lenses; Orthokeratology; Scleral lenses.

ĮVADAS

Šiuo metu pasaulyje kontaktiniai lęšiai yra naudojami vis dažniau. Įvairių šaltinių duomenimis dabartinis kontaktinių lęšių nešiotojų skaičius pasaulyje siekia 140-175 mln. žmonių (1,2). Viena iš didėjančios kontaktinių lęšių paklausos priežasčių – tai dažnėjantys trumparegystės atvejai, ypač vaikų tarpe (3–6). Nešiotojų skaičius taip pat auga dėl įvairėjančios kontaktinių lęšių panaudojimo paskirties, gamybos proceso lengvėjimo bei vis didesnio prieinamumo (7). Šiuo metu galima išskirti kosmetinę, refrakcinę, trumparegystės kontrolės bei kitų terapinių tikslų sferas (1). Atsirandant vis daugiau kontaktinių lęšių pritaikymo būdų, atsirado ir skirtingų kontaktinių lęšių poreikis. Dažniausiai išrašomi kontaktiniai lęšiai yra minkšti (2), rečiau naudojami ir kitiems tikslams taikomi yra minkšti skleriniai, kieti bei ortokeratologiniai (*angl. ortho-k*) kontaktiniai lęšiai. Visi šie kontaktiniai lęšiai tarpusavyje skiriasi savo dydžiu, forma bei medžiaga iš kurios yra pagaminti, pritaikymo galimybėmis bei komplikacijomis, kurias gali sukelti jų nešiojimas (*žr. 1 paveikslą*) (8,9). Galiausiai skirtumus galima atrasti ir šių kontaktinių lęšių raidos istorijose (10,11) bei potencialiose pritaikymo perspektyvose ateityje (2,12).



1 paveikslas. Kontaktinių lęšių klasifikacija

DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Darbo tikslas: – apžvelgti ir palyginti šiuo metu praktikoje dažniausiai naudojamų kontaktinių lęšių (minkštų, kietų bei ortokeratologinių) charakteristikas, panaudojimo galimybes, komplikacijas bei ateities perspektyvas remiantis naujausia literatūra.

Uždaviniai:

1. Apžvelgti kontaktinių lęšių charakteristikas:
 - a. Matmenis
 - b. Pagaminimo medžiagas
 - c. Optines savybes
2. Apžvelgti skirtingų kontaktinių lęšių tipų panaudojimo galimybes:
 - a. Panaudojimo paskirtį ir tikėtinus korekcijos rezultatus
3. Apžvelgti skirtingų kontaktinių lęšių nešiojimo sukeliamas komplikacijas
4. Apžvelgti kontaktinių lęšių perspektyvas ateityje:
 - a. Galimus kontaktinių lęšių pokyčius ir pritaikymo būdus ateityje

Rečiau naudojamų bei mažiau medicininių indikacijų turinčių kontaktinių lęšių, tokių kaip spalvotų, hibridinių bei gydančiųjų kontaktinių lęšių, šis darbas neapžvelgs.

LITERATŪROS ŠALTINIŲ ATRANKOS STRATEGIJA

Literatūros šaltinių paieška buvo atlika 2022 metų lapkričio 4 – gruodžio 30 dienomis Pubmed duomenų bazėje. Buvo pasirinkti šie raktazodžiai, labiausiai atitikę darbe analizuojamą temą: orthokeratology, soft contact lenses, RGP contact lens, rigid gas permeable, scleral lens. Atliekant publikacijų paiešką buvo taikomi šie kriterijai:

1. Darbas publikuotas pastarųjų 5 metų periodu (2017-2023 m.)
2. Darbo pobūdis yra apžvalga, sisteminė apžvalga, arba meta-analizė

Galutinis paieškos rezultatas - 262 publikacijos. 185 publikacijos buvo atmetos, dažniausios publikacijų atmetimo priežastys, perskaičius publikacijos santrauką, buvo:

1. Netinkama tema
 - a. 57 publikacijos, kuriose dėmesys skiriamas konkrečiai patologijai (kontaktiniams lęšiams neskiriama, arba skiriama mažai dėmesio)
 - b. 26 publikacijos intraokulinių lęšių tema
 - c. 24 publikacijos, kuriose apžvelgiami įvairūs patologijų gydymo metodai (kontaktiniams lęšiams neskiriama, arba skiriama mažai dėmesio)

- d. 9 publikacijos, kuriose apžvelgiami įvairūs patologijų tyrimų būdai (kontaktiniams lęšiams neskiriama, arba skiriama mažai dėmesio)
 - e. 56 įvairūs kiti temos neatitikimai
2. 3 publikacijos su nepateikta santrauka
 3. 1 atšaukta publikacija
 4. 7 publikacijos neprieinamos
 5. 1 publikacija vokiečių kalba
 6. 1 publikacija ispanų kalba

Atmetus netinkamus straipsnius į galutinę literatūros apžvalgą buvo įtrauktos 77 publikacijos. Dėl tam tikrų fundamentalių duomenų trūkumo pastarųjų 5 metų apžvalgose, buvo panaudotos ir papildomos publikacijos, nepriklausančios atrinktųjų imčiai. Dauguma jų (29 publikacijos) buvo skirtos pagrindinėms kietų bei minkštų kontaktinių lęšių charakteristikoms surinkti. Kita dalis į atranką neįtrauktų publikacijų (4 publikacijos) buvo palyginamieji straipsniai.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Minkštų kontaktinių lęšių charakteristikos

Minkšti kontaktiniai lęšiai tarpusavyje skiriasi daugybe parametrų: fizio-cheminėmis savybėmis, medžiaga, fiziniais parametrais, spalva bei nešiojimo ypatybėmis. Dažniausi fiziniai parametrai, į kuriuos atkreipiamas dėmesys, tai: kontaktinio lęšio diametras, užpakalinės optinės zonos spindulys, storis centre ir kraštuose, užpakalinis paviršius ir krašto profilis (13). Dauguma šių parametrų yra gamykliniai ir negali būti keičiami gydytojo kabinete pagal paciento poreikius (13).

Matmenys

Minkštų kontaktinių lęšių diametrai dažniausiai būna tarp 13,8mm ir 14,5mm, tinkamas kontaktinio lęšio skersmens parinkimas lemia geresnę akies drėkinimą ir patogumą nešiojant (13). Pastebėta, jog didesnio diametro kontaktiniai lęšiai yra patogesni didesnei daliai pacientų (14) ir turi mažesnę uždegiminių komplikacijų tikimybę (15). Tokių kontaktinių lęšių užpakalinės optinės zonos spindulys yra didesnis, o tai lemia geresnę lęšio prigludimą prie ragenos (13,16). Minkštų kontaktinių lęšių storis taip pat varijuoja, jis priklauso nuo kontaktinio lęšio laužiamosios gebos. Kuo kontaktinio lęšio laužiamoji geba yra didesnė, tuo didesnis ir kontaktinio lęšio storis. Trumparegystės korekcijai skirtų kontaktinių lęšių laužiamajai gebai didėjant, kontaktinio lęšio skersmuo didėja prie optinės zonos krašto, tuo tarpu toliaregystės korekcijai skirtų kontaktinių lęšių laužiamajai gebai didėjant, kontaktinio

lęšio skersmuo didėja jo centrinėje dalyje (17). Rinkoje prieinamų kontaktinių lęšių centrinės dalies storis vidutiniškai varijuoja tarp 0,08mm ir 0,18mm (18). Kontaktinio lęšio storis svarbus todėl, kad kontaktinio lęšio pralaidumas deguoniui priklauso ne tik nuo jo pagaminimo medžiagos, bet ir storio ir išreiškiamas kaip Dk/t. Didesnis kontaktinio lęšio storis (mažesnis Dk/t) yra susijęs su prastesniu deguonies patekimu per lęšį į rageną, o tai lemia padidėjusią ragenos vaskuliarizaciją ir tinimą, sumažėjusį jautrumą, dažnesnes bakterines infekcijas (13,19–21). Populiariausių minkštų kontaktinių lęšių Dk/t šiais laikais varijuoja nuo 18 iki $175 * 10^{-9}$ (cm ml O₂)/(ml sec mmHg) (22). Laikoma, kad dieniems lęšiams reikalingas bent 24, o nešiojamiems nakties metu bent 125 Dk/t norint išvengti hipoksijos sukeltų komplikacijų (23). Minkšti kontaktiniai lęšiai taip pat skiriasi ir savo storumu krašte (krašto profiliu). Smulkesnė, peilio ašmenis primenanti kontaktinio lęšio kraštinė yra susijusi su didesniu komforto lygiu (13,24).

Medžiagos

Deguonies pernaša per kontaktinį lęšį taip pat priklauso ir nuo medžiagos, iš kurios yra gaminamas lęšis. Dvi pagrindinės šiuo metu naudojamos grupės yra hidrogeliniai ir silikoniniai hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai (13,25,26). Abi kontaktinių lęšių grupės yra gaminamos iš polimerų, kurie sudaryti iš akrilato monomerų, tokių kaip hidroksietil metakrilato (HEMA) (27). Silikoniniuose kontaktiniuose lęšiuose taip pat yra siloksano funkcinę grupę turintys junginiai, suteikiantys lęšiui daugiau elastingumo. Silikoniniai hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai pasižymi geresnėmis deguonies pralaidumo savybėmis, tačiau nesiskiria mikrobinio keratito komplikacijų dažniu nuo hidrogelinių kontaktinių lęšių (13,28–30). Hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai, turintys savyje didesnę vandens kiekį, deguonį praleidžia geriau nei turintys mažiau vandens, tačiau yra lengviau mechaniškai pažeidžiami, o kai kuriems pacientams, turintiems rankų smulkiosios motorikos sutrikimus, juos sunkiau įsidėti į akį (13,31).

Optinės savybės

Pagal užpakalinį paviršių minkštus kontaktinius lęšius galima suskirstyti į vieno linkio (angl. *Monocurve*), dviejų linkių (angl. *Bicurve*) ir asferinius (angl. *Aspheric*). Pagal turimus duomenis kontaktinių lęšių komfortabilumas ar galimos komplikacijos nuo šio parametro nepriklauso (13,32). Pagal optinį dizainą minkšti kontaktiniai lęšiai gali būti suskirstyti į sferinius, asferinius, torinius bei daugiažidininčius (angl. *Multifocal*) (13,33). Daugiažidininiai kontaktiniai lęšiai dažnai naudojami miopijos progresijos stabdymui jauname amžiuje (34–36), tuo tarpu toriniai kontaktiniai lęšiai yra skirti astigmatizmo korekcijai. Toriniai ir multifokaliniai kontaktiniai lęšiai yra brangesni nei sferiniai jų analogai (37).

Maksimali minkštų kontaktinių lęšių laužiamoji geba yra apie 12 dioptrijų, maksimali rinkoje siūloma korekcija astigmatizmui yra apie 9 dioptrijos (38).

Nešiojimo laikas

Pagal nešiojimo trukmę minkštus kontaktinius lęšius galima suskirstyti į prailginto (ilgalaikio) nešiojimo ir vienkartinio nešiojimo (13,39). Vienkartinio nešiojimo kontaktiniai lęšiai dažniausiai yra naudojami dienos metu ir išmetami tos pačios dienos vakare, tuo tarpu prailginto nešiojimo kontaktinių lęšių naudojimo trukmė gali būti iki 1 mėnesio, šie kontaktiniai lęšiai dažniausiai išimami kiekvienos dienos vakare ir talpinami specialiuose dezinfekciniuose tirpaluose (13). Dažniau keičiami kontaktiniai lęšiai yra susiję su mažesniu komplikacijų dažniu (39).

1.2. Minkštų kontaktinių lęšių panaudojimo galimybės

Refrakcijos korekcijai

Dėl optinio dizaino ir gamybos proceso pažangos šiuo metu rinkoje siūlomas platus minkštų kontaktinių lęšių su skirtinga laužiamąja geba pasirinkimas (10). Viena dažniausių minkštų kontaktinių lęšių nešiojimo priežasčių – tai trumparegystė. 2019 m. minkšti kontaktiniai lęšiai buvo antras dažniausias miopijos korekcijos būdas tarp jaunų žmonių su progresuojančia miopija ($12.3 \pm 15.5\%$ respondentų) (10). Taip pat minkšti toriniai kontaktiniai lęšiai yra dažnai pasirenkami koreguojant didesnę nei 1.00D dydžio, tačiau žemo laipsnio astigmatizmą (10,13), kai kuriose klinikose šių kontaktinių lęšių pritaikymas siekia 96,4% visų pacientų, kuriems yra reikalinga astigmatizmo korekcija (10). Pastaruoju metu minkšti kontaktiniai lęšiai pradėti taikyti ir presbiopijos korekcijai (10).

Keratokonuso korekcijai

Minkšti kontaktiniai lęšiai gali būti pritaikomi keratokonuso sukeltoms refrakcinėms ydoms koreguoti, ypač kai pacientai netoleruoja kietų (angl. *RGP*) kontaktinių lęšių (40). Minkšti kontaktiniai lęšiai pilnai nekoreguoja priekinio ragenos paviršiaus nereguliarumo, atsiradusio keratokonuso metu, todėl jų sėkmingo pritaikymo procentas yra gana mažas, nors ankstyvose ligos stadijose toriniai kontaktiniai lęšiai gali efektyviai koreguoti atsiradusį astigmatizmą (41). Keratokonuso progresijai stabdyti kartais naudojama „cross-linking“ procedūra, kurios metu veikiant UV spinduliams ragenoje esančios fibrilės tarpusavyje suformuoja stipresnius cheminius ryšius, tokiu būdu sustiprinamos rageną. Riboflavine išmirkyti minkšti kontaktiniai lęšiai gali būti taikomi ragenos „cross-linking“ procedūroje, jie dirbtinai padidina funkcinį ragenos storį ir leidžia lengviau atlikti šią procedūrą (42).

Ragenos epitelio gydymui (paviršinėms akių ligoms)

Minkšti kontaktiniai lęšiai, ypač silikoniniai hidrogeliniai, pagerina ragenos epitelio gijimą esant persistuojančiam epitelio defektui po traumos, operacijos ar ragenos distrofijos (43). Ši kontaktinių lęšių grupė yra vadinama tvarstinais kontaktiniais lęšiais (angl. *Bandage contact lenses*). Tvarstiniai kontaktiniai lęšiai gali būti ir kieti skleriniai (44). Kita grupė minkštų kontaktinių lęšių yra naudojami ragenos ir akies paviršiaus ligoms gydyti ir yra vadinami terapeutiniais kontaktiniais lęšiais (angl. *Therapeutic contact lenses*) (45). Šie kontaktiniai lęšiai yra taikomi skausmo mažinimui, ragenos gijimo skatinimui, ragenos apsaugai, vaistų pernašai (44). Minkšti kontaktiniai lęšiai taip pat gali būti naudingi ir rekurentinėms ragenos erozijoms gydyti (46), o silikoniniai hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai buvo sėkmingai pritaikyti cheminio nudegimo indukuotiems persistuojantiems ragenos epitelio defektams gydyti (47).

Miopijos progresijos stabdymui

Miopiją dažniausiai sukelia akies obuolio ašinė elongacija, todėl elongacijos stabdymas gali padėti išvengti aukšto laipsnio miopijos (48). Minkštų daugiažidinių kontaktinių lęšių laužiamoji geba nuosekliai didėja artėjant prie kontaktinio lęšio periferijos, tokiu būdu yra sukuriama miopinis vaizdo defokusavimas, stabdantis akies obuolio elongaciją jauname amžiuje (34,36). Kuo kontaktinio lęšio laužiamoji geba yra didesnė, tuo akies obuolio elongacija yra stabdoma labiau (35). Mokslinių tyrimų duomenimis šie kontaktiniai lęšiai buvo labai sėkmingai pritaikyti stabdant miopijos progresiją ikimokyklinio ir mokyklinio amžiaus vaikų grupėse (49). Preliminarūs tyrimai rodo, jog optimali šių kontaktinių lęšių nešiojimo trukmė norint pasiekti 58% miopijos progresijos sulėtėjimą yra 7-8 val per dieną (49).

1.3. Minkštų kontaktinių lęšių nešiojimo sukeltos komplikacijos

Komplikacijos, susijusios su minkštų kontaktinių lęšių nešiojimu, yra dažnos. Iki trečdalis šio tipo kontaktinius lęšius nešiojančių pacientų yra kreipęsi į gydytoją dėl atsiradusių komplikacijų (1). Vaikų tarpe komplikacijų dažnis siekia 4,5 atvejų per 100 nešiojimo metų, didžioji dalis komplikacijų, tai: nespecifinis konjuktyvitas, alerginis konjuktyvitas, ragenos pažeidimai, reikalaujantys gydymo (50). Minkštų silikoninių kontaktinių lęšių sukeltos komplikacijos dažniausiai buvo mechaninės kilmės (kilusios dėl trinties) (50).

Mikrobinis keratitas

Kontaktinių lęšių nešiojimas yra pats didžiausias mikrobinio keratito rizikos veiksnys, lemiantis net iki 80 kartų padidėjusią riziką lyginant su kontaktinių lęšių nenešiojančia populiacijos dalimi (1). Didžiausias šios komplikacijos paplitimas yra tarp nuolatinių minkštų kontaktinių lęšių nešiotojų, ypač tų, kurie kontaktinių lęšių iš akies neišsiima nakties metu (9.2-

20.9 atvejų 10000 nešiotojų). Kasdien keičiamų minkštų kontaktinių lęšių keliami rizika mažesnė – 2.2-4.5 atvejų 10000 nešiotojų (51,52). Skirtumų tarp silikoninių ir hidrogelinių kontaktinių lęšių keliamos rizikos mikrobinio keratito išsivystymui nebuvo pastebėta, nors silikoniniai kontaktiniai lęšiai yra nešiojami ilgesnį laiko periodą (9). Studijų duomenimis skirtingos medžiagos, iš kurių yra gaminami minkšti kontaktiniai lęšiai, neturėjo jokio ryšio su mikrobinio keratito dažniu (9). Mažiausias bendras ragenos infiltracinių ir uždegiminių komplikacijų paplitimas yra stebimas tarp vienadienių kontaktinių lęšių (1).

Papiliarinis konjunktyvitas

Minkštų kontaktinių lęšių, ypač silikoninių hidrogelinių, nešiojimas didina kontaktinių lęšių sukulto papiliarinio konjunktyvito riziką (1). Tikslus patofiziologinis šios komplikacijos mechanizmas nėra žinomas, tačiau manoma, jog tam tikra kontaktinio lęšio krašto forma, storis bei elastiškumas sukelia mechaninę trintį į viršutinį voką, ilgainiui lemiantį konjunktyvitą (1,53).

Akių sausumas

Akių sausumas – tai dar viena dažna minkštų kontaktinių lęšių keliami problema. Šie kontaktiniai lęšiai yra susiję su 12 kartų padidėjusia rizika sukelti sausų akių simptomus (1,54), o apie 50% minkštus kontaktinius lęšius nešiojančių respondentų yra turėję sausų akių epizodą (1,55). Dažniausia atsisakymo nešioti minkštus kontaktinius lęšius priežastis yra akių sausumas (56). Tariamas patofiziologinis mechanizmas – tai Meibomian liaukų kanalėlių užsikimšimas dėl mechaninės kontaktinių lęšių trinties bei deskvamuoto epitelio atsidėjimo kanaliukų atsivėrimo vietose. Šių liaukų užakimas gali lemti rageną dengiančio lipidinio sluoksnio storio sumažėjimą, tokiu būdu yra paspartinamas ašarų garavimas ir sutrikdomas ragenos pasidengimas ašarų sluoksniu (1,57).

1.4. Kietų ir ortokeratologinių kontaktinių lęšių charakteristikos

Medžiagos

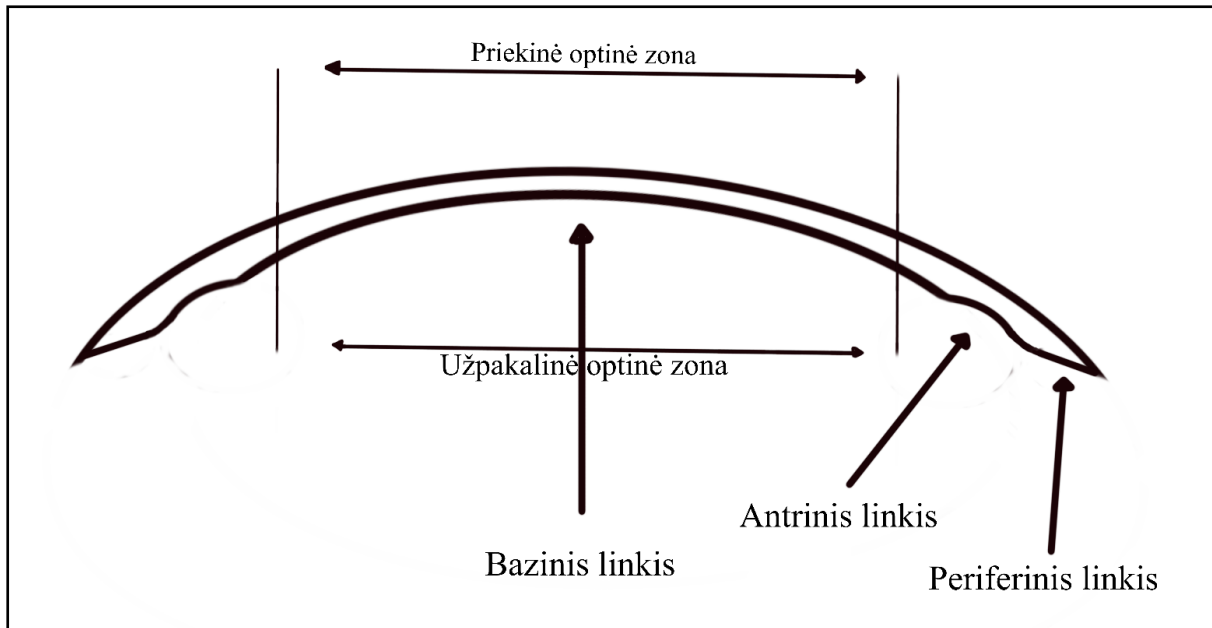
Pirmieji kieti kontaktiniai lęšiai buvo gaminami iš stiklo (58), o vėlesnės kontaktinių lęšių iteracijos pradėjo naudoti PMMA (polimetilmetakrilatą) savo sudėtyje turinčias medžiagas, kurios nebuvo laidžios deguoniui (59,60). Nuo 1970-ųjų metų buvo pradėti naudoti naujos kartos kieti kontaktiniai lęšiai, savo sudėtyje turintys silikono junginių (silikono akrilatų ir fluorosilikono akrilatų), kurie suteikė ir šiems kontaktiniams lęšiams savybę praleisti deguonį (61).

Matmenys

Pagal diametrą, kieti kontaktiniai lęšiai gali būti skirstomi į korneo-sklerinius, intralimbalius ir sklerinius kontaktinius lęšius (62). Skleriniai kontaktiniai lęšiai yra didelio diametro kieti kontaktiniai lęšiai, jų diametras dažniausiai varijuoja nuo 14 iki 24mm (63). Korneo-skleriniai kontaktiniai lęšiai yra <15mm diametro ir yra prilaikomi ragenos, tuo tarpu mini/tikrųjų sklerinių kontaktinių lęšių diametras varijuoja nuo 14,3 iki 16mm, o juos prie akies prilaiko tik akies junginė (63,64). Dar mažesni yra limbiniai kontaktiniai lęšiai, kurių diametras yra tarp 13 ir 14 mm (65). Kietų kontaktinių lęšių centrinis storis dažniausiai būna tarp 0,3 ir 0,4mm (66). Jų deguonies pralaidumas dažniausiai varijuoja nuo 17 iki $125 * 10^{-9}$ (cm ml O₂)/(ml sec mmHg) centrinėje dalyje (23). Mini-skleriniai kontaktiniai lęšiai yra plonesni nei skleriniai lęšiai, todėl jie pasižymi didesniu deguonies pralaidumu net ir nešiojant iš tos pačios medžiagos pagamintas šias dvi kontaktinių lęšių rūšis (64). Šiuolaikiniai kieti ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai yra atvirkštinės geometrinės formos, pagaminti iš deguonį praleidžiančios medžiagos bei pritaikomi konkrečiai paciento ragenos topografijai (4), jų diametras dažniausiai varijuoja nuo 10,6 iki 11,0mm (67), o vidutinis centrinis storis yra 0,22mm (68). Komerciškai prieinamų ortokeratologinių kontaktinių lęšių Dk/t varijuoja nuo 46 iki $91 * 10^{-9}$ (cm ml O₂)/(ml sec mmHg) (69).

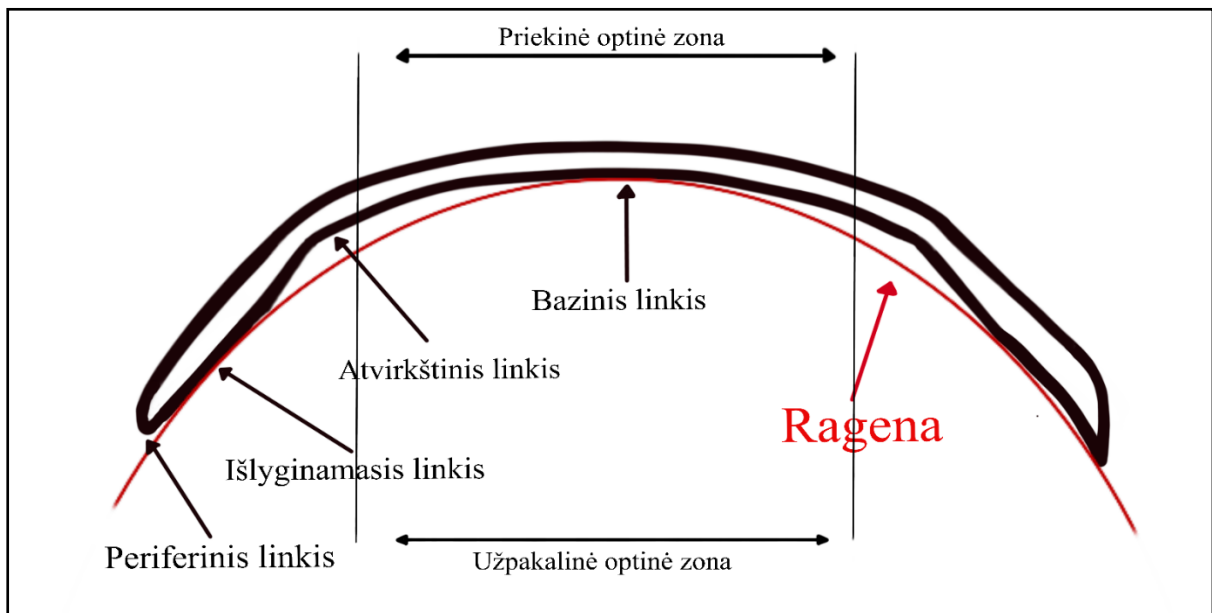
Optinės savybės

Kietų kontaktinių lęšių vidinis paviršius yra išgaubtas taip, kad artimai koreliuotų su ragenos topografija. Normaliu atveju ragena yra stačiausia centre ir palaipsniui plokštėja artėjant prie periferijos – kieti kontaktiniai lęšiai šią formą atkartoja. Užpakalinis kietų kontaktinių lęšių paviršius gali būti sferinis, torinis, asferinis arba kombinuotas. Sferiniai kontaktiniai lęšiai gali turėti du, tris ar net daugiau išlinkimų, kurių kiekvieno spindulys progresyviai didėja, tokiu būdu imituojant ragenos plokštėjimą (žr. 2 paveikslą) (70).



2 paveikslas. *Trijų linkių kieto kontaktinio lęšio schema*

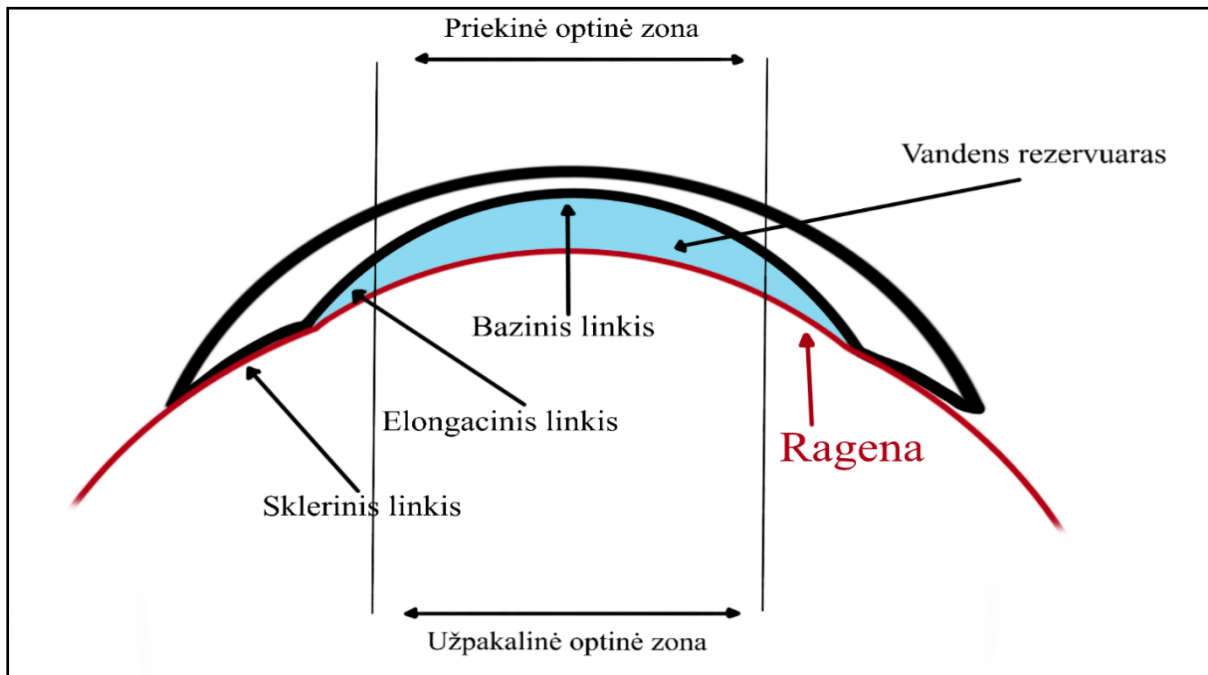
Atvirkštinės geometrijos ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai inkorporuoja antrinį (atvirkštinį) išlinkimą, statesnį nei kontaktinio lęšio bazinis išlinkimas, kuris padeda lęšį centruoti akyje. Bazinis šio tipo kontaktinio lęšio išlinkimas yra plokštesnis nei centrinis ragenos išlinkimas. Tokio dizaino kontaktiniai lęšiai remiasi į rageną ir aktyviai keičia jos formą dėl sukuriama spaudimo į centrinę ragenos dalį (žr. 3 paveikslą) (71).



3 paveikslas. *Ortokeratologinio kontaktinio lęšio su atvirkštine geometrija schema*

Skleriniai kontaktiniai lęšiai, skirtingai nuo kitų kontaktinių lęšių, neliečia ragenos paviršiaus ir virš jos sudaro skliautą, šio tipo kontaktinių lęšių kraštai yra atsirėmę į skleros junginę (72,73). Tokiu būdu yra sukuriama prieš rageną esantis vandens rezervuaras, kuris

kartu su pačiu kontaktiniu lęšiu išlygina priekinę akies optinę sistemą, neutralizuoja ragenos nereguliarumus ir kartu drėkina priekinį akies paviršių (žr. 4 paveikslą) (73).



4 paveikslas. Kieto sklerinio kontaktinio lęšio schema

Dauguma rinkoje prieinamų bei studijose aprašomų ortokeratologinių kontaktinių lęšių yra taikomi tik vidutinio dydžio ($\sim 5.00D$) miopijai koreguoti (74). Kai kuriose studijose yra aprašomi atvejai, kai ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai buvo sėkmingai arba iš dalies sėkmingai pritaikyti ir didesnio laipsnio ($-10.00D$) miopijai koreguoti (11). Ortokeratologija yra tinkama ir mažo laipsnio astigmatizmo korekcijai (iki $1.50D$), keletoje tyrimų pranešama apie galimybę šiuos kontaktinius lęšius pritaikyti astigmatizmui iki $-3.00D$ (74). Maksimali rinkoje siūlomų sklerinių kontaktinių lęšių laužiamoji geba dažniausiai siekia $\pm 25.00D$ (75), o toriniai skleriniai kontaktiniai lęšiai gali pasiekti $6.00D$ laužiamąją gebą astigmatizmui koreguoti (76). Mažesnio diametro kietų kontaktinių lęšių maksimali laužiamoji geba dažniausiai siekia apie $20.00D$ (38).

Nešiojimo laikas

Visi kieti kontaktiniai lęšiai (įskaitant ortokeratologinius) yra kasdienio nešiojimo ir su tinkama priežiūra gali išsilaikyti virš metų, tuo tarpu skleriniai kontaktiniai lęšiai gali išsilaikyti ir virš 3 metų (77). Kieti ir skleriniai kontaktiniai lęšiai yra nešiojami dienos metu ir dažniausiai išsiimami prieš naktį, tuo tarpu ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai yra nešiojami tik nakties metu (11).

1.5. Kietų ir ortokeratologinių kontaktinių lęšių panaudojimo galimybės

Kietų kontaktinių lęšių indikacijos varijuoja nuo optinės korekcijos neregulios ragenos atveju ir akies paviršiaus apsaugos iki refrakcinių ydų korekcijos (73). „SCOPE“ tyrimo metu apklausus respondentus 74% sklerinius kontaktinius lęšius nešiojo ragenos nereguliarumui koreguoti, 16% - ragenos paviršiaus ligoms gydyti, 10% - refrakcinei ydai koreguoti (64).

Refrakcijos korekcijai

Ortokeratologijos metu centrinė ragenos dalis spaudimo būdu yra suplokštinama, o vidurinė/periferinė ragenos dalis yra padaroma statesne (4), tokiu būdu yra laikinai pasiekiamas miopijos laipsnio sumažėjimas (78). Kadangi ragenos paviršius įgytą formą gali išlaikyti visą sekančią dieną, tai pritaikius ortokeratologinę miopijos korekciją pacientams dienos metu nebereikia nešioti akinių arba kontaktinių lęšių (79). Toliaregystei naudojamų ortokeratologinių kontaktinių lęšių forma yra atvirkštinė, jie centrinę ragenos dalį padaro statesne, o periferinę dalį suplonina (4). Vis dėlto, šiuo metu ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai nėra taikomi hiperopijai koreguoti, tam trūksta išsamesnių studijų (74). Naujausios studijos taip pat parodė, jog ortokeratologija yra puikus būdas vaikų anizomiopijai koreguoti, nes gali sulyginti abiejų akių regos aštrumą, sustabdyti tolimesnį miopijos progresavimą ir sumažinti anizometropijos laipsnį (78). Tyrimų duomenimis taikant šį korekcijos metodą pacientams, kurių miopija yra iki -5.00D, galima tikėtis ~80% miopijos laipsnio sumažėjimo (74). Po pirmos nakties nešiojimo pacientų miopija sumažėja apie 60% ir toliau nuosekliai mažėja savaitės bėgyje (74). Sėkminga astigmatizmo korekcija ortokeratologiniais kontaktiniais lęšiais siekia 50%, kai astigmatizmas neviršija 1.50D dydžio (74).

Miopijos progresijos stabdymui

Ortokeratologija yra taikoma ne tik miopijos refrakcinei korekcijai pasiekti, bet ir tolimesnei miopijos progresijai stabdyti (80,81). Šis korekcijos būdas gerai stabdo žemo ir vidutinio laipsnio miopijos progresavimą, tačiau poveikis aukšto laipsnio miopijai išlieka neaiškus, tam reikalingi tolimesni tyrimai (5). *Hiraoka et al.* 2012 m. atliktoje palyginamojoje studijoje buvo rasta, jog akinius nešiojančioje kontrolės grupėje akies obuolio strėlinis matmuo padidėjo 1.41 ± 0.68 mm per metus, tuo tarpu ortokeratologinius kontaktinius lęšius nešiojančioje pacientų grupėje padidėjimas buvo mažesnis - 0.9999 ± 0.47 mm (82). Taigi, ortokeratologija yra efektyvesnis miopijos stabdymo būdas nei akinių nešiojimas (82,83). Gydomo ortokeratologiniais kontaktiniais lęšiais inicijavimo laikas yra svarbus, nes didesnis poveikis yra pasiekiamas tada, kai pacientas yra 6-8 metų amžiaus (79,84). Tyrimų duomenimis ortokeratologinius kontaktinius lęšius rekomenduojama nešioti pirmuosius du

metus, tada pasiekiamas didžiausias miopijos progresijos stabdymas, tuo tarpu miopijos progresijos stabdymo efektas po dviejų metų gerokai sumažėja ir nėra aiškus (85). Ortokeratologija nėra vienodai efektyvi visiems pacientams, todėl miopijos progresijos stabdymo efektas gali varijuoti (80). Pastaruoju metu buvo sukurti toriniai ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai, kurie leidžia sulėtinti miopijos progresiją tiems pacientams, kurie turi vidutinio ir aukšto laipsnio astigmatizmą (86).

Ragenos ektazijos korekcijoje

Dauguma ragenos ektazinių ligų, tokių kaip: po lazerinės refrakcinės operacijos atsiradusi ragenos ektazija, periferinės ragenos plonėjimo ligos, gali būti koreguojamos naudojant mažo diametro sklerinius kontaktinius lęšius. Vis dėlto dažniausiai šiais kontaktiniais lęšiais koreguojama ektazijos forma – keratokonusas (64). Dauguma keratokonusą turinčių pacientų nešioja kietus kontaktinius lęšius (40,87), nes jie yra pirmojo pasirinkimo gydymas šiai patologijai (62). Kieti kontaktiniai lęšiai suformuoja ragenos-ašarų-lęšio sistemą, kuri koreguoja nereguliarų astigmatizmą, sumažina aberacijų laipsnį bei pagerina regos aštrumą, taip pat turi ir lengvą keratokonuso progresiją stabdantį poveikį (62). Mažo ir vidutinio laipsnio keratokonuso korekcijai dažniau yra naudojami kieti kontaktiniai lęšiai su vienu išlinkimu, tuo tarpu sunkesnėms formoms naudojami dviejų išlinkių kieti kontaktiniai lęšiai (40). Skleriniai kontaktiniai lęšiai gali būti pritaikyti keratokonuso korekcijai net ir ypač pažengusių atvejų metu, nes jie neliečia ragenos paviršiaus (88). Skleriniai kontaktiniai lęšiai nesuteikia jokio regos aštrumo pranašumo prieš mažesnio diametro kietus kontaktinius lęšius, tačiau dažnai yra patogesni, o dėl sėkmingo pritaikymo procento keratoplastika tampa reikalinga tik penktadaliui pacientų (43,89,90). Kieti kontaktiniai lęšiai atitolina keratoplastikos reikalingumą 98.9 proc. juos nešiojančių pacientų, tačiau regos aštrumas ir kontrastinis matymas vidutinio ir sunkaus keratokonuso metu retai pasiekia normalaus matymo lygį (62).

Akies paviršiaus ligų gydymui

Akių paviršiaus ligos gali būti gydomos mažo diametro skleriniais/limbiniais kietais kontaktiniais lęšiais (64). Toks šių kontaktinių lęšių pritaikymas dažnai leidžia pagerinti regėjimo aštrumą, sumažinti sausų akių simptomus bei apsaugoti nuo simblefarono susiformavimo po akių operacijos (65). Tyrimų duomenimis limbiniai kieti kontaktiniai lęšiai taip pat gali pagerinti regėjimo aštrumą pacientams, sergantiems Stevens-Johnson sindromu arba toksine epidarmaline nekrolize (65). Mažo diametro skleriniai kontaktiniai lęšiai gali būti naudojami sausų akių sindromui gydyti, nes mirksėjimo metu yra sukuriama geros sąlygos ašarų apsikeitimui (64), tuo tarpu didesnio diametro skleriniai kontaktiniai lęšiai dėl priekinio

vandens rezervuaro suteikiamo nuolatinio drėkinimo yra tinkami refrakcijos korekcijai pacientams, turintiems įvairių paviršinių akių ligų ir negalinčių nešioti kitų tipų kontaktinių lęšių (58).

1.6. Kietų ir ortokeratologinių kontaktinių lęšių nešiojimo sukeltos komplikacijos

Akių sausumas

Tyrimų duomenimis ortokeratologija neigiamai paveikia ragenos ašarų sluoksnio stabilumą, tačiau nesukelia ašarų sekrecijos pokyčių ar akies sausumo simptomų. Pagal šiuo metu turimus rezultatus ortokeratologija turėtų būti laikoma saugiu miopijos kontrolės metodu, neturinčiu poveikio akies drėkinimui (91). Kieti kontaktiniai lęšiai, ypač skleriniai kontaktiniai lęšiai, padeda kontroliuoti sausų akių sindromo simptomus, nes ašaros sunkiau išgaruoja pro kieto kontaktinio lęšio medžiagą, o skleriniai kontaktiniai lęšiai ragenos priekyje turi vandens rezervuarą, nuolat drėkinantį rageną (65).

Mikrobinis keratitas

Pagal naujausias publikacijas 0.4 – 4.0 iš 10000 kietų kontaktinių lęšių nešiotojų turėjo mikrobinio keratito epizodą (51). Nepaisant to, dieninis kietų kontaktinių lęšių nešiojimas yra susijęs su mažesne mikrobinio keratito rizika nei nešiojant kontaktinius lęšius, pagamintus iš kitų medžiagų (9). Manoma, jog šio fenomeno priežastis – tai mažesnis kietų kontaktinių lęšių diametras palyginus su minkštais kontaktiniais lęšiais ir dėl tos priežasties geresnė ašarų apykaita ragenos priekyje (9). Naktinis kietų kontaktinių lęšių nešiojimas turi panašią mikrobinio keratito riziką kaip ir kiti kontaktinių lęšių tipai, tačiau tam pagrįsti yra reikalingi detalesni tyrimai (9). Ortokeratologijai naudojami kontaktiniai lęšiai yra susiję su vidutine mikrobinio keratito rizika. Jie dėl savo formos sudaro plonesnį prieš lęšį esančių ašarų sluoksnį nei kiti kieti kontaktiniai lęšiai (11,90), taip pat dėl nuolatinio spaudimo į ragenos epitelį šis gali būti pažeidžiamas ir dėl to lengviau infekuojamas (92,93).

Akispūdis

Mažo diametro skleriniai kontaktiniai lęšiai (14.0-16.5mm diametro) remiasi į arčiau ragenos krašto esančią junginę nei didesnio diametro skleriniai kontaktiniai lęšiai (≥ 18.0 mm diametro). Dėl šios priežasties mažo diametro kieti kontaktiniai lęšiai gali suspausti šioje ragenos srityje atsiveriantį Schlemm kanalą, priekinės akies kameros skysčio nutekėjimo kanalą arba episklerines venas. Dėl šių struktūrų suspaudimo gali sutrikti priekinės akies kameros skysčio nutekėjimas ir padidėti akispūdis, todėl ankstyvų studijų duomenimis nerekomenduojama glaukomą ar padidėjusį akispūdį turintiems pacientams paprastą refrakcinę ydą koreguoti skleriniais kontaktiniais lęšiais (90,94). Ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai,

kita vertus, stipriai sumažina akispūdį pirmąją savaitę nuo jų nešiojimo pradžios, tačiau po mėnesio nešiojimo akispūdis sugrįžta į pradinį lygį ir nebesikeičia (95).

„Rūko“ (angl. „Midday fogging“) fenomenas

„Rūko“ fenomenas pasireiškia tada, kai nešiojant sklerinius kontaktinius lęšius už jų esantis skysčio rezervuaras susidrumscia dėl įvairių dalelių ir nešvarumų kaupimosi. Toks padrumstėjimas lemia išblukusio vaizdo atsiradimą ir dėl to atsirandantį diskomfortą nešiotojui (96). „Rūko“ fenomenas yra sukeliamas tik sklerinių kontaktinių lęšių nešiojimo (60), o 26 – 46 proc. sklerinius kontaktinius lęšius nešiojančių pacientų pranešė susidūrę su šiuo fenomenu (96). Manoma, jog kuo sklerinio kontaktinio lęšio sandarus prigludimas prie ragenos yra geresnis, tuo didesnė ir šio fenomeno rizika, nes kontaktinio lęšio sukuriamas skysčio rezervuaras negali išsivalyti ašarų pagalba (60,96).

Aukštesniojo laipsnio aberacijos

Ortokeratologijos metu yra pakeičiama ragenos geometrinė forma, tai gali sukelti aukštesniojo laipsnio aberacijų atsiradimą. Tyrimų duomenimis aukštesniojo laipsnio aberacijos ortokeratologinių kontaktinių lęšių nešiojančių pacientų tarpe neturi didelės reikšmės regėjimo kokybei. Taip gali būti dėl atsirandačios neurologinės adaptacijos prie matomų aberacijų, į kurias pacientai ilgainiui pradeda nebekreipti dėmesio (86).

1.7. Kontaktinių lęšių ateities perspektyvos

Kaip vaistus pernešančios sistemos

Pagrindinis į akis lašinamų vaistų trūkumas – tai ypač greitas jų pasišalinimas iš akies kartu su ašaromis. Dėl šios priežasties, norint palaikyti optimalią vaisto koncentraciją akies paviršiuje, akių lašus reikia lašintis kelis kartus per dieną (97). Norint išspręsti šią problemą buvo sugalvotas naujas minkštų kontaktinių lęšių pritaikymo būdas – tai kontaktinių lęšių, kaip vaistus pernešančių sistemų, pritaikymas (43,98–100). Iš minkštų kontaktinių lęšių vaistai gali išsiskirti palaipsniui į abiejose kontaktinio lęšio pusėse esančias ašaras - tokiu būdu pailgėja vaisto kontaktinis laikas su akimi (98). Plačiausiai aprašyta šių kontaktinių lęšių gamybos technika remiasi hidrogelinių lęšių savybe absorbuoti tirpiklį ir išsiplėsti. Tokiu būdu absorbuojamos ir hidrofobinės bei hidrofilinės dalelės, smulkios molekulės bei makromolekulės, kartu ir vaistai, kurie vėliau palaipsniui išleidžiami akyje (101). Kitas šių kontaktinių lęšių gamybos metodas - tai vaistus nešančių nano dalelių prijungimas prie monomerų, iš kurių polimerizacijos metu bus gaminami kontaktiniai lęšiai (100). Egzistuoja ir įvairių kitų šios paskirties kontaktinių lęšių gamybos eksperimentinių strategijų, tokių kaip biomimikrija, kurios metu kontaktinio lęšio viduje vaistas yra prisikabinęs prie specializuotų

receptorių, imituojančių žmogaus akyje randamus receptorius (102). Hialuroninės rūgšties inkorporavimas į kontaktinių lęšių sudėtį taip pat galėtų padėti kontroliuoti palaipsnių vaistų išsiskyrimą iš kontaktinio lęšio (103). Minkšti kontaktiniai lęšiai yra plačiai prieinami, o jų saugumas pagrįstas daugybe metų plataus klinikinio naudojimo, dėl šios priežasties komerciškai prieinami kontaktiniai lęšiai gali būti puiki vaistus į akis pernešanti sistema (99). Šis minkštų kontaktinių lęšių pritaikymo būdas vis dar yra tyrimų stadijose, stengiamasi išspręsti problemas susijusias su tokių kontaktinių lęšių jonų ir deguonies pralaidumu, baltymų sukibimu, paviršiaus šiurkštumu, vandens kiekiu, tvirtumu ir vaistų praradimu gamybos proceso metu (104).

Palyginus su kietais kontaktiniais lęšiais, minkšti kontaktiniai lęšiai vaistus pernešančią funkciją atlieka geriau, nes juos galima nešioti ilgesnį laiko tarpą (27).

Akispūdžio matavimui

Literatūroje yra aprašytas keletas sėkmingų eksperimentų, kai į kontaktinius lęšius buvo integruoti biosensoriai akispūdžiui matuoti. Pirmieji bandymai šioje srityje buvo atlikti 1974 metais, kai Green ir Gilman prie minkšto kontaktinio lęšio prijungė įtampos matuoklį, leidusį pamatuoti akispūdį 20-57 mmHg intervale (105). 2020 m. *Kouhani et al.* pristatė belaidį kontaktinį lęšį, nuolat matuojantį akispūdžio pokyčius. Sensorius buvo integruotas į minkštą, dujoms pralaidų kontaktinį lęšį, pagamintą iš polidimetilsiloksano (PDMS) (105). Vienas naujausių šios technologijos pavyzdžių – „*Triggerfish*“ minkšti kontaktiniai lęšiai, akispūdį monitoruojantys nuolatos per 24 val. Tokie kontaktiniai lęšiai buvo sėkmingai ir saugiai išbandyti su žmonėmis bei suteikia svarbių įžvalgų į šios technologijos pritaikymą ateityje (12).

Kietų kontaktinių lęšių vieta akispūdžio matavimo srityje išlieka neaiški, nors literatūroje galima rasti bandymų juos pritaikyti. Vienas pavyzdžių – kieti kontaktiniai lęšiai su ant lęšio vidinės pusės centruotu piezorezistentiniu spaudimo jutikliu, laidais sujungtu su specialiu matavimo įrenginiu, leidžiančiu realiu laiku matuoti akispūdį (12).

Gliukozės koncentracijos matavimui

Kontaktiniai lęšiai su integruotu gliukozės jutikliu galėtų būti naudingi pacientams, sergantiems cukriniu diabetu, nes tarp gliukozės koncentracijos ašarose ir gliukozės koncentracijos kraujyje stebima tiesioginė koreliacija (105). Keletas tyrėjų grupių šiuo metu ieško būdų kaip į kontaktinius lęšius galima būdų integruoti jutiklius, galinčius nuolatos ir neinvazyviai pamatuoti gliukozės koncentraciją ašarose (12). Vienas pavyzdžių – *Ruan et al.* 2017 m. publikuotas darbas, kuriame tyrėjai sėkmingai integravo gliukozės jutiklį į hidrogelio matriksą, uždėtą ant kieto kontaktinio lęšio. Gliukozės koncentracijos pakitimai ašarose

sukeldavo akimis matomą šviesos bangos ilgio difrakciją, indikuojančią gliukozės pokytį (105). Kitas pavyzdys – *Park et al.* 2018 m. ant minkšto kontaktinio lęšio uždėtas išmanusis jutiklis, galintis monitoruoti grafeno varžos pokyčius, kai šis konjuguojasi su ašarose esančia gliukoze (105).

Tam, kad ši kontaktinių lęšių technologija ateityje būtų sėkmingai panaudota praktikoje reikalingi tolimesni tyrimai ir inovacijos (12).

Baktericidinės savybės

Ilgesnį laiką nešiojant kontaktinius lęšius dėl didesnės bakterijų adhezijos tikimybės didėja ir mikrobino keratito rizika. Minkštų kontaktinių lęšių padengimas antibakterine nanostruktūra galėtų pailginti jų saugų nešiojimo laiką ir pagerinti nešiojimo higieną, ypač nešvarioje aplinkoje (106). Silikoniniai hidrogeliniai kontaktiniai lęšiai yra ypač tinkami šios technologijos pritaikymui, nes pasižymi elastiškumu, kuris ne tik leidžia ant lęšio lengviau uždėti antibakterinį nanotinklelį, tačiau ir apsaugo jį nuo išsikraipymo nešiojimo metu (106).

Kieti kontaktiniai lęšiai turi mažesnę mikrobino keratito ir kitų ragenos infiltracinių ligų riziką, todėl antimikrobino paviršiaus kūrimas šiems kontaktiniams lęšiams yra svarstytinės vertės.

2. MINKŠTŲ IR KIETŲ KONTAKTINIŲ LĘŠIŲ PALYGINIMAS (REZULTATŲ APTARIMAS)

Minkšti kontaktiniai lęšiai, ypač silikoniniai hidrogeliniai, šiuo metu sudaro didžiausią kontaktinių lęšių rinkos dalį Australijoje. Pagal nešiojimo laiką vienadieniai kontaktiniai lęšiai yra populiariausi, jų populiarumas toliau auga. Kietų kontaktinių lęšių proporcija kontaktinių lęšių rinkoje šiuo metu yra sumažėjusi, jų pritaikymas išlieka nišinis, dažniausiai komplikuo­tų ragenos ligų gydymui (52).

Charakteristikų palyginimas

Visos šioje apžvalgoje paminėtos kontaktinių lęšių rūšys šiais laikais yra gaminamos iš deguonį praleidžiančių medžiagų ir daugumos jų sudėtyje yra silikono. Didžiausi pagal diametrą yra kieti skleriniai kontaktiniai lęšiai (iki 24mm skersmens), o mažiausi – ortokeratologiniai (iki 11mm skersmens) bei kiti kieti kontaktiniai lęšiai. Minkšti kontaktiniai lęšiai yra tarpinio dydžio (iki 14,5 mm). Kieti kontaktiniai lęšiai taip pat yra storiausi centrinėje savo dalyje (0,3-0,4mm), o minkšti kontaktiniai lęšiai – ploniausi (0,08-0,18mm). Taigi, korneo-skleriniai ir mini-skleriniai kontaktiniai lęšiai, įskaitant ortokeratologinius kontaktinius lęšius, yra mažesnio diametro, tačiau storesni nei minkšti kontaktiniai lęšiai (11). Pagal pralaidumą deguoniui (Dk/t) pralaidžiausi yra minkšti kontaktiniai lęšiai, kurių pralaidumas

siekia 175, mažiau pralaidūs yra kieti ir ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai, atitinkamai su $125 \text{ ir } 91 * 10^{-9} \text{ (cm ml O}_2\text{)/(ml sec mmHg)}$ pralaidumu. Didesnis Dk/t yra reikalingas kontaktiniams lęšiams, kurie yra nešiojami nakties metu. Minimalus Dk/t minkšties, nakties metu nešiojamiems kontaktiniams lęšiams yra 125, tuo tarpu tyrimais nustatyta, jog kietų per naktį nešiojamų kontaktinių lęšių Dk/t turėtų siekti 90 norint išvengti hipoksinių ragenos komplikacijų (23). Visi minėti kontaktiniai lęšiai gali būti įvairios formos (sferiniai, asferiniai, toriniai, daugiažidininiai), tačiau tik ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai naudoja atvirkštinę geometrinę formą. Didžiausia laužiamoji geba yra pasiekama su kietais kontaktiniais lęšiais (iki 25.00D), mažiausia su ortokeratologiniais (iki 10.00D). Ortokeratologinius ir kitus kietus kontaktinius lęšius galima nešioti kelis metus, tuo tarpu minkštų kontaktinių lęšių maksimali nešiojimo trukmė yra apie 1 mėnesį. Vieninteliai ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai yra nešiojami išimtinai tik nakties metu. Struktūrizuotą kontaktinių lęšių charakteristikų palyginimą žr. 1 lentelėje.

1 lentelė. Kontaktinių lęšių charakteristikų palyginimas

| | Ortokeratologiniai | Minkšti | Kieti |
|--|---|---|--|
| Medžiaga | Polimeras iš: <ul style="list-style-type: none"> • Silikono akrilatų • Fluorosilikon o akrilatų | HEMA +/- silikono turintys junginiai: <ul style="list-style-type: none"> • Hidrogeliniai • Silikoniniai hidrogeliniai | Polimeras iš: <ul style="list-style-type: none"> • Silikono akrilatų • Fluorosilikon akrilatų |
| Diametras | 10,6 - 11,0mm | 13,8 – 14,5mm | Pagal diametrą skirstomi į: <ul style="list-style-type: none"> • Skleriniai: 14-24mm • Corneo-skleriniai: <15mm • Mini-skleriniai: 14,3 – 16,0mm • Limbiniai: 13-14mm |
| Storis (centrinis) | 0,22mm | 0,08-0,18mm | 0,3-0,4mm |
| Deguonies pralaidumas Dk/t (* 10^{-9} (cm ml O ₂)/(ml sec mmHg)) | 46 - 91 | 18 - 175 | 17 - 125 |
| Forma | Atvirkštinės geometrijos (sferiniai, asferiniai, toriniai, multifokaliniai) | Sferiniai, asferiniai, toriniai, multifokaliniai | Sferiniai, asferiniai, toriniai, multifokaliniai + papildomas skysčio rezervuaras prieš rageną (skleriniai) |

| | | | |
|------------------|--|--|---|
| Laužiamoji geba | Iki -5,0D (kai kurių šaltinių duomenimis iki -10,0D) | Iki -12,0D (iki -9,0D astigmatizmui) | Skleriniai: iki -25,0D (iki -6,0D astigmatizmui) Mažesni kieti: iki -20,0D |
| Nešiojimo trukmė | Kasdienio nešiojimo (naktimis, išsilaiko 2 metus ar daugiau) | Prailginto nešiojimo (1 mėn.) Vienkartinio nešiojimo (1 d.) | Kasdienio nešiojimo (viena kartu iki savaitės, išsilaiko 2 metus ar daugiau) |

Pritaikymo galimybių palyginimas

Pagal šios apžvalgos rezultatus plačiausią pritaikymo sferą turi minkšti kontaktiniai lęšiai. Visi apžvalgoje minimi kontaktiniai lęšiai (ortokeratologiniai, minkšti bei kieti) gali būti pritaikomi refrakcinių ydų korekcijai. Minkšti kontaktiniai lęšiai dažniausiai skirti paprastoms refrakcinėms ydoms koreguoti, tuo tarpu kieti kontaktiniai lęšiai yra dažniau naudojami prie didesnių refrakcinių ydų bei esant didesniems ragenos topografijos nelygumams. Ortokeratologinių kontaktinių lęšių refrakcinių ydų korekcijos laipsnis yra ribočiausias ir skiriasi nuo kitų dviejų kontaktinių lęšių rūšių tuo, jog refrakcijos korekcija išlieka visą parą po kontaktinio lęšio išėmimo iš akies.

Tiek minkštus, tiek kietus kontaktinius lęšius (išskyrus ortokeratologinius) galima pritaikyti ragenos ektazinių ligų gydyme/kontrolėje. Šioje srityje kieti kontaktiniai lęšiai užima pagrindinę vietą ir yra pirmo pasirinkimo, ypač keratokonuso kontrolėje. Palyginus su minkštais toriniais kontaktiniais lęšiais, kieti kontaktiniai lęšiai keratokonusą turintiems pacientams suteikia geresnę regėjimo kokybę ir geresnę aukštesniojo laipsnio aberacijų kontrolę. Taip pat juos galima pritaikyti prie beveik bet kokios ragenos topografijos, o skleriniai kontaktiniai lęšiai suteikia korekcijos galimybę net ir stipriai pažengusio keratokonuso atvejais. Minkštų kontaktinių lęšių pasirinkimas yra antraeilis, taikomas atsiradus kietų kontaktinių lęšių netoleravimui, o kai kurių tyrimų duomenimis rekomenduojamas ir lengvo/vidutinio sunkumo keratokonuso regos korekcijoje, nes šie kontaktiniai lęšiai pacientui yra patogesni nei kieti kontaktiniai lęšiai (40).

Iš trijų aprašytų kontaktinių lęšių rūšių tik kieti kontaktiniai lęšiai nėra taikomi miopijos kontrolėje. Neseniai atlikti tyrimai parodė, jog kieti kontaktiniai lęšiai neturi jokio poveikio miopijos progresijai vaikų tarpe, nepriklausomai nuo jų nešiojimo trukmės (80). Taip pat efekto miopijos kontrolei neturi ir vienažidiniai minkšti kontaktiniai lęšiai. *Katz et al.* ir *Walline et al.* tyrimų metu buvo rasta, jog miopijos progresija ir akies obuolio elongacija buvo vienoda minkštų vienažidinių ir kietų kontaktinių lęšių grupėse (80). Šiuo metu miopijos kontrolei yra naudojami ortokeratologiniai ir minkšti daugiažidiniai kontaktiniai lęšiai. Abu šie pasirinkimai indukuoja miopinį periferinį defokusavimą ir tokiu būdu sulėtina akies obuolio

elongaciją (80). Minkšti daugiažidininiai kontaktiniai lęšiai gali sulėtinti miopijos progresiją iki panašaus laipsnio kaip ir ortokeratologija (11).

Minkšti bei kieti kontaktiniai lęšiai taip pat gali būti pritaikyti akies paviršiaus ligų gydymui/kontrolei. Kieti kontaktiniai lęšiai yra naudingi kontroliuojant sausų akių simptomus, nes apsaugo rageną nuo ašarų garavimo, tuo tarpu minkšti kontaktiniai lęšiai gali būti naudingi skausmo mažinimui, jie taip pat naudojami ragenos gijimo skatinimui po erozijų, operacijų ar cheminių nudegimų. Struktūrizuotą kontaktinių lęšių panaudojimo galimybių palyginimą žr. 2 lentelėje.

2 lentelė. Kontaktinių lęšių panaudojimo palyginimas

| | Ortokeratologija | Minkšti | Kieti |
|---|------------------|---------------------------|-------|
| Refrakcijos korekcija | Taip | Taip | Taip |
| Ragenos ektazinių ligų gydymas/kontrolė | Ne | Galima (minkšti toriniai) | Taip |
| Miopijos progresijos stabdymas | Taip | Taip (daugiažidininiai) | Ne |
| Akies paviršiaus ligų gydymas/kontrolė | Ne | Taip | Taip |

Sukeliamų komplikacijų palyginimas

Visos trys analizuotos kontaktinių lęšių rūšys turi skirtingą poveikį akių sausumui. Ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai akių sausumui įtakos neturi, nes jų dėvėjimo metu akis būna užmerkta, minkšti kontaktiniai lęšiai dažnai sausina akis, tuo tarpu kieti kontaktiniai lęšiai – atvirkščiai, apsaugo akis nuo išdžiūvimo. Kai kurios studijos analizavo kontaktinių lęšių poveikį Meibomian liaukoms, gaminančioms lipidus bei apsaugančioms akis nuo išdžiūvimo. Studijų metu buvo rasta, jog kietų kontaktinių lęšių nešiotojai prarado 34-80 proc. daugiau Meibomian liaukų nei minkštų kontaktinių lęšių nešiotojai. Pagrindinė priežastis – kieti kontaktiniai lęšiai labiau trina rageną ir sukelia Meibomian liaukų stažę, kurią dar labiau paūmina sumažėjęs mirksėjimo dažnis nešiojant kietus kontaktinius lęšius (57). Vis dėlto, šių liaukų praradimas nėra užtikrintai siejamas su akių sausumu.

Papiliarinį konjunktyvitą gali sukelti tiek minkšti, tiek kieti kontaktiniai lęšiai. Ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai šios patologijos nesukelia, nes jų nešiojimo metu akimis nemirksima ir todėl kontaktinis lęšis nesitrina į viršutinio voko junginę. Papiliarinį konjunktyvitą labiau sukelia ilgesnį laiko tarpą nešiojami kontaktiniai lęšiai (1), tuo tarpu vienadieniai kontaktiniai lęšiai turi mažesnę šio nepageidaujamo reiškinio dažnį (50). Minkštų, kietų bei sklerinių kontaktinių lęšių nešiotojai turi panašią papiliarinio konjunktyvito riziką (60).

Visi šiame darbe analizuoti kontaktiniai lęšiai gali sukelti mikrobinį keratitą. Didžiausią mikrobinio keratito riziką turi minkšti kontaktiniai lęšiai, nes jie labiausiai iš visų kontaktinių lęšių rūšių suplonina prieš lęšį esančių ašarų sluoksnį bei trukdo efektyviai ašarų apykaitai (90). Mikrobinio keratito rizikai įtakos turi ir kontaktinių lęšių nešiojimo laikas. Nuolatinio nešiojimo minkšti kontaktiniai lęšiai mikrobinio keratito riziką padidina 10-15 kartų (1,51), tuo tarpu minkštų kontaktinių lęšių nešiojimas nakties metu riziką padidina 8 kartus (1,51,55,95). Dėl šios priežasties pacientams, kurie patiria ragenos infiltracinių ligų pasikartojimus, rekomenduojama apsvarstyti minkštų vienadienių, arba kietų kontaktinių lęšių pritaikymo galimybę (1). Ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai turi didesnę mikrobinio keratito atvejų skaičių nei kieti kontaktiniai lęšiai.

Analizuotų kontaktinių lęšių poveikis akispūdžiui tarpusavyje skyrėsi. Literatūros duomenimis ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai akispūdį laikinai mažina, kieti kontaktiniai lęšiai – didina, o minkšti nekeičia. Skirtingai nei minkšti kontaktiniai lęšiai, mažesnio diametro skleriniai kontaktiniai lęšiai mirksėjimo metu spaudžia gilesnes akies struktūras ir gali sukelti skysčio iš priekinės akies kameros nutekėjimo sutrikimus, lemiančius padidėjusį akispūdį (90).

Kadangi vieninteliai ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai keičia ragenos topografinę formą, tai aukštesniojo laipsnio aberacijos gali pasireikšti tik naudojant šių kontaktinių lęšių tipą. Minkšti ir kieti kontaktiniai lęšiai aukštesniojo laipsnio aberacijų nesukelia, o kieti kontaktiniai lęšiai gali būti naudojami aberacijų, atsiradusių dėl ragenos topografijos nelygumų, korekcijai.

„Rūko“ fenomeną taip pat gali sukelti tik viena kontaktinių lęšių grupė – tai skleriniai kontaktiniai lęšiai. Kadangi minkšti kontaktiniai lęšiai, mažesnio diametro kieti kontaktiniai lęšiai bei ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai neturi vandens rezervuaro prieš rageną, tai tarp jų ir ragenos negali kauptis nešvarumai, sukeliantys šį fenomeną. Struktūrizuotą kontaktinių lęšių nešiojimo sukeliamų komplikacijų palyginimą žr. 3 lentelėje.

3 lentelė. *Kontaktinių lęšių nešiojimo sukeliamų komplikacijų palyginimas*

| | Ortokeratologija | Minkšti | Kieti |
|--|--------------------|-------------------|--|
| Akių sausumas | Nėra poveikio | Akis sausina | Akis drėkina |
| Papiliarinis kojuktyvitas | Ne | Taip | Taip |
| Mikrobinis keratitas (infiltraciniai procesai) | Vidutinė rizika | Didžiausia rizika | Mažiausia rizika |
| Akispūdis | Mažina (laikiniai) | Nekeičia | Didina (skleriniai) Nekeičia (kiti) |
| Aukštesniojo laipsnio aberacijos | Gali sukelti | Ne | Ne (naudojami aberacijų korekcijai) |

| | | | |
|------------------|----|----|--------------------------------|
| „Rūko“ fenomenas | Ne | Ne | Taip (skleriniai) Ne (kiti) |
|------------------|----|----|--------------------------------|

Ateities perspektyvų palyginimas

Apžvelgtoje literatūroje plačiausią pritaikymą ateities technologijoms turi minkšti kontaktiniai lęšiai, tuo tarpu apie ortokeratologinių kontaktinių lęšių vystymo kryptį informacijos yra ypač nedaug. Šiuo metu minkšti kontaktiniai lęšiai yra pagrindinė kontaktinių lęšių rūšis, turinti potencialą ateityje tapti vaistus į akį pernešančia sistema. Įvairių intraokulinių daviklių srityje yra analizuojamas tiek kietų, tiek minkštų kontaktinių lęšių panaudojimas. Tikrinamos galimybės į abi šias kontaktinių lęšių rūšis integruoti jutiklius, matuosiančius akispūdį ir gliukozės koncentraciją. Galiausiai, vienoje publikacijoje buvo iškelta idėja minkšiemis kontaktiniams lęšiams suteikti baktericidines savybes panaudojant specialią baktericidiškai veikiančią nanostruktūrą. Ši savybė labiausiai tiktų minkštiesiems kontaktiniams lęšiams, nes jie turi didžiausią mikrobinio keratito riziką. Struktūrizuotą kontaktinių lęšių ateities perspektyvų palyginimą žr. 4 lentelėje.

4 lentelė. Kontaktinių lęšių ateities perspektyvų palyginimas

| | Ortokeratologija | Minkšti | Kieti |
|--|------------------|---------|-------|
| Vaistus pernešanti sistema | Nėra duomenų | Taip | Ne |
| Akispūdžio monitoravimas | Nėra duomenų | Taip | Taip |
| Gliukozės koncentracijos monitoravimas | Nėra duomenų | Taip | Taip |
| Baktericidinės savybės | Nėra duomenų | Taip | Ne |

3. PALYGINIMAS SU PANAŠIOMIS STUDIJOMIS

Panašių studijų, lyginančių tarpusavyje visas tris šioje literatūros apžvalgoje minimas kontaktinių lęšių rūšis (kietus, minkštus, ortokeratologinius), „Pubmed“ duomenų bazėje nepavyko rasti.

1999 m. Australijoje atliktoje studijoje buvo palyginti minkštų ir kietų kontaktinių lęšių sukeliami nepageidaujami akių simptomai, iš kurių vienas buvo sutampantis su šia apžvalga – tai akių sausumas. Minėtoje publikacijoje buvo nustatyta, jog kieti kontaktiniai lęšiai dažniau sukelia akių sausumą nei minkšti kontaktiniai lęšiai, tačiau dėl mažos kietus kontaktinius lęšius nešiojančios respondentų imties šio rezultato patikimumas buvo abejotinas. Mūsų apžvalgoje buvo gauti priešingi rezultatai, leidžiantys manyti, jog kieti kontaktiniai lęšiai (ypač skleriniai)

nesukelia akių sausumo, arba jį net koreguoja, priešingai nei minkšti kontaktiniai lęšiai. Skirtumo tarp studijų priežastis galėtų būti ir patobulėjusi kietų kontaktinių lęšių gamintojų bei pritaikymo procedūra šiais laikais, palyginus su 1999 metais (107). Kitoje, 2008 m. atliktoje studijoje buvo palygintas mikrobinio keratito dažnis tarp vienadienių ir ilgalaikio nešiojimo minkštų bei kietų kontaktinių lęšių. Gauti rezultatai buvo panašūs į šios apžvalgos rezultatus: vienadieniai kontaktiniai lęšiai turi mažesnę mikrobinio keratito riziką už ilgalaikius minkštus kontaktinius lęšius, tačiau didesnę riziką už kietus kontaktinius lęšius (108).

Vincent et al. 2017 metais publikuotame straipsnyje apžvelgė įvairių kontaktinių lęšių galimą panaudojimą optiniais ir terapeutiniais reabilitacijos tikslais. Nors ir buvo lyginamas skirtingų kontaktinių lęšių pritaikymas, autoriai daugiausia kalbėjo apie galimą kontaktinių lęšių pritaikymą aukšto laipsnio miopijos, albinizmo, aniridijos, nistagmo korekcijos srityse, o apie pritaikymą keratokonuso, akies paviršiaus ligoms gydyti nebuvo užsiminta. Autoriai teigė, jog kieti kontaktiniai lęšiai yra pirmo pasirinkimo korekcijos būdas labai aukšto laipsnio miopijai koreguoti (109). Šios apžvalgos rezultatai tam pritartų, nes maksimali kietų kontaktinių lęšių laužiamoji geba yra didesnė nei minkštų kontaktinių lęšių, todėl jie gali būti pritaikyti ypač aukšto laipsnio miopijai koreguoti.

2021 metais *Nilesh et al.* atliktoje pasaulinėje apklausoje buvo lyginamas kontaktinių lęšių panaudojimas dabar ir galimas pritaikymas ateityje. Miopijos kontrolė buvo viena iš analizuojamų temų, persidengiančių su šios apžvalgos apimtimi. Gauti rezultatai parodė, jog miopijos kontrolė kontaktiniais lęšiais pastaruoju metu yra didelį susidomėjimą kelianti sritis. Autorių teigimu, tiek minkštų daugiažidinių, tiek ortokeratologinių kontaktinių lęšių pritaikymas šioje srityje yra tiriamas, o regionuose, kur ortokeratologija yra labiau prieinama, ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai yra laikomi perspektyvesniu pasirinkimu. Mūsų apžvalgos rezultatai leidžia manyti, jog tiek su ortokeratologija, tiek su minkštais daugiažidininiais kontaktiniais lęšiais galima pasiekti panašius rezultatus, todėl šios kontaktinių lęšių rūšys vienodai svarbios miopijos kontrolės pritaikymo sferoje (110).

IŠVADOS

Kontaktiniai lęšiai pasaulyje tampa vis labiau paklausesni ir plačiau naudojami. 1) Minkšti, kieti bei ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai skiriasi tarpusavyje savo fizinėmis charakteristikomis: pagaminimo medžiaga, matmenimis, optinėmis savybėmis, nešiojimo laiku ir todėl užima skirtingas pritaikymo galimybių nišas, sukelia skirtingas komplikacijas bei turi besiskiriančias pritaikymo ateityje perspektyvas. 2) Visi kontaktiniai lęšiai gali būti pritaikomi refrakcinių ydų korekcijai, tačiau tik ortokeratologiniai bei minkšti daugiažidininiai

kontaktiniai lęšiai yra naudojami miopijos kontrolei, tuo tarpu kieti kontaktiniai lęšiai plačiausiai pritaikomi ragenos ektazinių ligų gydyme, o kartu su minkštais kontaktiniais lęšiais gali būti naudojami ir akies paviršinių ligų gydyme. 3) Sukeliamos komplikacijos varijuoja tarp kontaktinių lęšių rūšių: minkšti kontaktiniai lęšiai turi didžiausią mikrobinio keratito ir akių sausumo riziką, kieti skleriniai kontaktiniai lęšiai sukelia „rūko“ fenomeną, tačiau koreguoja akių sausumą, o ortokeratologiniai kontaktiniai lęšiai gali sukelti aukštesniojo laipsnio aberacijas. 4) Plačiausiai analizuojamas yra minkštų kontaktinių lęšių pritaikymas ateityje. Svarstomos galimybės jiems suteikti baktericidines savybes ir panaudoti kaip vaistus į akį pernešančias sistemas. Ateityje svarstoma minkštus ir kietus kontaktinius lęšius panaudoti akispūdžio ar gliukozės koncentracijos matavimui.

REKOMENDACIJOS

Šioje apžvalgoje raktažodžiai buvo pasirinkti į raktažodį įtraukiant kontaktinio lęšio tipą, pvz: „soft contact lens“, tokiu būdu siekiant išvengti per didelės paieškos rezultatų imties. Dėl šios priežasties kai kurios naujos ir potencialiai vertingos publikacijos nebuvo atrinktos tarp apžvelgiamų darbų. Taip pat dėl pastarųjų 5 metų publikacijos naujumo imties kriterijaus tam tikrų naujausių bazinių duomenų apie kontaktinius lęšius nepavyko surinkti. Ateityje rekomenduojame rinktis platesnius raktažodžius ir platesnį publikacijų išspausdinimo datų laikotarpį, norint susidaryti išsamesnį vaizdą apie kontaktinius lęšius.

Atliekant literatūros analizę pastebėjome, jog dauguma publikacijų vengia lyginti 3 skirtingus kontaktinių lęšių tipus (minkštus, kietus ir ortokeratologinius). Tikėtina to priežastis - nenuspėjama darbo apimtis ir rezultatai atliekant tokį platų palyginimą. Dėl šios priežasties rekomenduojame apžvelgti ir palyginti tarpusavyje tik du kontaktinių lęšių tipus, arba giminingesnes kontaktinių lęšių grupes, pvz.: skirtingus kietų kontaktinių lęšių tipus su ortokeratologiniais kontaktiniais lęšiais.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Lim CHL, Stapleton F, Mehta JS. Review of Contact Lens–Related Complications. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract.* 2018 Nov;44(2):S1–10.
2. Yee A, Walsh K, Schulze M, Jones L. The impact of patient behaviour and care system compliance on reusable soft contact lens complications. *Contact Lens Anterior Eye.* 2021 Oct 1;44(5):101432.
3. Cho P, Tan Q. Myopia and orthokeratology for myopia control. *Clin Exp Optom.* 2019 Jul 1;102(4):364–77.

4. Lipson MJ, Brooks MM, Koffler BH. The Role of Orthokeratology in Myopia Control: A Review. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract*. 2018 Jul;44(4):224–30.
5. Zhao C, Cai C, Dai H, Zhang J. Effect of the combined application of orthokeratology and single-vision spectacles on slowing the progression of high myopia: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Aug 19;101(33):e30178.
6. Yang N, Bai J, Liu L. Low concentration atropine combined with orthokeratology in the treatment of axial elongation in children with myopia: A meta-analysis. *Eur J Ophthalmol*. 2022 Jan;32(1):221–8.
7. Vincent SJ, Fadel D. Optical considerations for scleral contact lenses: A review. *Contact Lens Anterior Eye*. 2019 Dec;42(6):598–613.
8. Kim YH, Tan B, Lin MC, Radke CJ. Central Corneal Edema with Scleral-Lens Wear. *Curr Eye Res*. 2018 Nov 2;43(11):1305–15.
9. Stapleton F. Contact lens-related corneal infection in Australia. *Clin Exp Optom*. 2020 Jul 1;103(4):408–17.
10. Walsh K, Jones L, Moody K. Addressing common myths and misconceptions in soft contact lens practice. *Clin Exp Optom* [Internet]. 2021 Dec 9 [cited 2023 Jan 4]; Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08164622.2021.2003693>
11. Bullimore MA, Johnson LA. Overnight orthokeratology. *Contact Lens Anterior Eye*. 2020 Aug;43(4):322–32.
12. Kobashi H, Ciolino JB. Innovative Development of Contact Lenses. *Cornea*. 2018 Nov;37(1):S94–8.
13. Efron N, Morgan PB, Nichols JJ, Walsh K, Willcox MD, Wolffsohn JS, et al. All soft contact lenses are not created equal. *Contact Lens Anterior Eye*. 2022 Apr 1;45(2):101515.
14. Fang M, Airen S, Jiang H, Wang J. Ocular surface microvascular response and its relation to contact lens fitting and ocular comfort: an update of recent research. *Clin Exp Optom*. 2021 Aug;104(6):661–71.
15. Young G. Evaluation of Soft Contact Lens Fitting Characteristics. *Optom Vis Sci*. 1996 Apr;73(4):247.
16. Young G, Hall L, Sulley A, Osborn-Lorenz K, Wolffsohn JS. Inter-relationship of Soft Contact Lens Diameter, Base Curve Radius, and Fit. *Optom Vis Sci*. 2017 Apr;94(4):458.
17. MS BABZ OD. A Breath of Fresh Air [Internet]. [cited 2023 Apr 28]. Available from: <https://www.reviewofcontactlenses.com/article/a-breath-of-fresh-air>
18. Soft Special Edition - The Influence of Center Thickness on the Performance of Custom Soft Contact Lenses [Internet]. [cited 2023 Jan 28]. Available from: http://softspecialedition.com/lens_thickness
19. Lira M, Pereira C, Real Oliveira MECD, Castanheira EMS. Importance of contact lens power and thickness in oxygen transmissibility. *Contact Lens Anterior Eye*. 2015 Apr 1;38(2):120–6.
20. Imayasu M, Petroll WM, Jester JV, Patel SK, Ohashi J ichi, Cavanagh HD. The Relation between Contact Lens Oxygen Transmissibility and Binding of *Pseudomonas aeruginosa* to the Cornea after Overnight Wear. *Ophthalmology*. 1994 Feb 1;101(2):371–88.
21. Golebiowski B, Papas EB, Stapleton F. Corneal and Conjunctival Sensory Function: The Impact on Ocular Surface Sensitivity of Change from Low to High Oxygen Transmissibility Contact Lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012 Mar 9;53(3):1177–81.
22. Contact Lens Tips every Optometrist wants you to know [Internet]. Dr. Mike Ng, OD. 2020 [cited 2023 Apr 28]. Available from: <http://www.drmikeng.com/new-blog/2019/2/24/contact-lens-tips-every-optometrist-wants-you-to-know>

23. Ichijima H, Cavanagh HD. How Rigid Gas-Permeable Lenses Supply More Oxygen to the Cornea Than Silicone Hydrogels: A New Model. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract.* 2007 Sep;33(5):216–23.
24. Maïssa C, Guillon M, Garofalo RJ. Contact Lens–Induced Circumlimbal Staining in Silicone Hydrogel Contact Lenses Worn on a Daily Wear Basis. *Eye Contact Lens.* 2012 Jan;38(1):16.
25. Morgan PB, Efron N. The oxygen performance of contemporary hydrogel contact lenses. *Contact Lens Anterior Eye.* 1998 Jan 1;21(1):2–6.
26. Efron N, Morgan PB, Cameron ID, Brennan NA, Goodwin M. Oxygen Permeability and Water Content of Silicone Hydrogel Contact Lens Materials. *Optom Vis Sci.* 2007 Apr;84(4):E328.
27. Chatterjee S, Upadhyay P, Mishra M, M S, Akshara MR, N K, et al. Advances in chemistry and composition of soft materials for drug releasing contact lenses. *RSC Adv.* 2020 Oct 1;10(60):36751–77.
28. Schein OD, McNally JJ, Katz J, Chalmers RL, Tielsch JM, Alfonso E, et al. The Incidence of Microbial Keratitis among Wearers of a 30-Day Silicone Hydrogel Extended-Wear Contact Lens. *Ophthalmology.* 2005 Dec 1;112(12):2172–9.
29. Morgan PB. Incidence of keratitis of varying severity among contact lens wearers. *Br J Ophthalmol.* 2005 Apr 1;89(4):430–6.
30. Efron N, Brennan NA, Chalmers RL, Jones L, Lau C, Morgan PB, et al. Thirty years of “quiet eye” with etafilcon A contact lenses. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc.* 2020 Jun;43(3):285–97.
31. Dumbleton K, Woods CA, Jones LW, Fonn D. The Impact of Contemporary Contact Lenses on Contact Lens Discontinuation. *Eye Contact Lens.* 2013 Jan;39(1):93.
32. Influence of Soft Contact Lens Design on Clinical Performanc... : Optometry and Vision Science [Internet]. [cited 2023 Jan 28]. Available from: https://journals.lww.com/optvissci/Abstract/1993/05000/Influence_of_Soft_Contact_Lens_Design_on_Clinical.10.aspx
33. CLEAR – Contact lens optics | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [cited 2023 Jan 28]. Available from: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1367048421000199?token=A1400F3FA22E2954F0173F7B4997774BBC65E8A3E3B0FA843F188AC3D6455CE08B36F64135858D4D678C06FECD56A71F&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230128132804>
34. Wildsoet CF, Chia A, Cho P, Guggenheim JA, Polling JR, Read S, et al. IMI – Interventions for Controlling Myopia Onset and Progression Report. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019 Feb 1;60(3):M106–31.
35. Yu Z, Zhong A, Zhao X, Li D, Duan J. Efficacy and Safety of Different Add Power Soft Contact Lenses on Myopia Progression in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmic Res.* 2022;65(4):398–416.
36. Varnas S, Gu X, Metcalfe A. Bayesian Meta-Analysis of Myopia Control with Multifocal Lenses. *J Clin Med.* 2021 Feb 12;10(4):730.
37. Efron SE, Efron N, Morgan PB, Morgan SL. A theoretical model for comparing UK costs of contact lens replacement modalities. *Contact Lens Anterior Eye.* 2012 Feb 1;35(1):28–34.
38. High Power Prescriptions [Internet]. [cited 2023 Feb 24]. Available from: https://www.contactlenses.co.uk/education/high_power_prescriptions
39. Rhee MK, Jacobs DS, Dhaliwal DK, Szczotka-Flynn L, Prescott CR, Jhanji V, et al. Contact Lens Safety for the Correction of Refractive Error in Healthy Eyes. *Eye Contact Lens.* 2022 Nov;48(11):449.

40. Lim L, Lim EWL. Current perspectives in the management of keratoconus with contact lenses. *Eye Lond Engl*. 2020 Dec;34(12):2175–96.
41. Şengör T, Aydın Kurna S. Update on Contact Lens Treatment of Keratoconus. *Turk J Ophthalmol*. 2020 Aug 26;50(4):234–44.
42. Srivatsa S, Jacob S, Agarwal A. Contact lens assisted corneal cross linking in thin ectatic corneas - A review. *Indian J Ophthalmol*. 2020 Dec;68(12):2773–8.
43. Jacobs DS, Carrasquillo KG, Cottrell PD, Fernández-Velázquez FJ, Gil-Cazorla R, Jalbert I, et al. CLEAR - Medical use of contact lenses. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc*. 2021 Apr;44(2):289–329.
44. Lim L, Lim EWL. Therapeutic Contact Lenses in the Treatment of Corneal and Ocular Surface Diseases-A Review. *Asia-Pac J Ophthalmol Phila Pa*. 2020 Dec;9(6):524–32.
45. Wang X, Jacobs DS. Contact Lenses for Ocular Surface Disease. *Eye Contact Lens*. 2022 Mar;48(3):115.
46. Farooq AV, Colby K. Contact Lenses in the Management of Corneal Dystrophies. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2020 Feb;237(2):175–9.
47. Ym C, Wy W, Yc L, Sh T, Yt L. Use of Autologous Serum Eye Drops with Contact Lenses in the Treatment of Chemical Burn-Induced Bilateral Corneal Persistent Epithelial Defects. *BioMed Res Int [Internet]*. 2022 Feb 21 [cited 2023 Jan 29];2022. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35237689/>
48. Yu Y, Liu J. The effect of 0.01% atropine and orthokeratology on ocular axial elongation for myopia children: A meta-analysis (a PRISMA-compliant article). *Medicine (Baltimore)*. 2022 May 6;101(18):e29191.
49. Zhu Q, Liu Y, Tighe S, Zhu Y, Su X, Lu F, et al. Retardation of Myopia Progression by Multifocal Soft Contact Lenses. *Int J Med Sci*. 2019 Jan 1;16(2):198–202.
50. Cheng X, Brennan NA, Toubouti Y, Greenaway NL. Safety of soft contact lenses in children: retrospective review of six randomized controlled trials of myopia control. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2020;98(3):e346–51.
51. Waghmare SV, Jeria S, Waghmare SV, Jeria S. A Review of Contact Lens-Related Risk Factors and Complications. *Cureus [Internet]*. 2022 Oct 10 [cited 2023 Feb 22];14(10). Available from: <https://www.cureus.com/articles/110821-a-review-of-contact-lens-related-risk-factors-and-complications>
52. Ho L, Jalbert I, Watt K, Hui A. Current understanding and therapeutic management of contact lens associated sterile corneal infiltrates and microbial keratitis. *Clin Exp Optom*. 2021 Apr 3;104(3):323–33.
53. Tahhan N, Naduvilath TJ, Woods C, Papas E. Review of 20 years of soft contact lens wearer ocular physiology data. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc*. 2022 Feb;45(1):101525.
54. McMonnies CW. Could contact lens dryness discomfort symptoms sometimes have a neuropathic basis? *Eye Vis*. 2021 Apr 6;8(1):12.
55. Koh S. Contact Lens Wear and Dry Eye: Beyond the Known. *Asia-Pac J Ophthalmol*. 2020 Dec;9(6):498.
56. McMonnies CW. An Amplifying Cascade of Contact Lens-Related End-of-Day Hyperaemia and Dryness Symptoms. *Curr Eye Res*. 2018 Jul 3;43(7):839–47.
57. Osaë EA, Jones L, Nichols JJ. The impact of contact lenses on meibomian gland morphology. *Ocul Surf*. 2022 Apr 1;24:148–55.
58. Harthan JS, Shorter E. Therapeutic uses of scleral contact lenses for ocular surface disease: patient selection and special considerations. *Clin Optom*. 2018 Jul 11;10:65–74.

59. Sánchez-García A, Ariza MA, Büchler P, Molina-Martin A, Piñero DP. Structural changes associated to orthokeratology: A systematic review. *Contact Lens Anterior Eye*. 2021 Aug;44(4):101371.
60. Fadel D. Scleral Lens Issues and Complications Related to a Non-optimal Fitting Relationship Between the Lens and Ocular Surface. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract*. 2019 May;45(3):152–63.
61. Lambert SR, Kraker RT, Pineles SL, Hutchinson AK, Wilson LB, Galvin JA, et al. Contact Lens Correction of Aphakia in Children. *Ophthalmology*. 2018 Sep;125(9):1452–8.
62. Zhang XH. Effect of rigid gas permeable contact lens on keratoconus progression: a review. *Int J Ophthalmol*. 2020 Jul 18;13(7):1124–31.
63. M.Sc LM OD. The Modern RGP Lens Revolution [Internet]. [cited 2023 Feb 12]. Available from: <https://www.reviewofcontactlenses.com/article/the-modern-rgp-lens-revolution>
64. Porcar E, Montalt JC, España-Gregori E, Peris-Martínez C. Fitting Scleral Lenses Less Than 15 mm in Diameter: A Review of the Literature. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract*. 2020 Mar;46(2):63–9.
65. Aziza Y, Itoi M, Ueta M, Inatomi T, Kinoshita S, Sotozono C. Limbal-Rigid Contact Lens Wear for the Treatment of Ocular Surface Disorders: A Review. *Eye Contact Lens*. 2022 Aug;48(8):313.
66. Speedwell L. 21 - High Prescriptions. In: Phillips AJ, Speedwell L, editors. *Contact Lenses (Sixth Edition)* [Internet]. London: Elsevier; 2019 [cited 2023 Feb 12]. p. 415–22. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780702071683000210>
67. Gifford K. What topography data do I need to fit orthokeratology lenses? [Internet]. Myopia Profile. 2023 [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://www.myopiaprofile.com/what-topography-data-for-orthokeratology/>
68. Alharbi A, Swarbrick HA. The Effects of Overnight Orthokeratology Lens Wear on Corneal Thickness. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003 Jun 1;44(6):2518–23.
69. Lum E, Swarbrick HA. Lens Dk/t Influences the Clinical Response in Overnight Orthokeratology. *Optom Vis Sci*. 2011 Apr;88(4):469–75.
70. - Optician [Internet]. [cited 2023 Feb 24]. Available from: <https://www.opticianonline.net/cpd-archive/5999>
71. Singh K, Bhattacharyya M, Goel A, Arora R, Gotmare N, Aggarwal H. Orthokeratology in Moderate Myopia: A Study of Predictability and Safety. *J Ophthalmic Vis Res JOVR*. 2020 Apr 6;210–7.
72. Walker MK, Schornack MM, Vincent SJ. Anatomical and physiological considerations in scleral lens wear: Conjunctiva and sclera. *Contact Lens Anterior Eye*. 2020 Dec;43(6):517–28.
73. Macedo-de-Araújo RJ, Fadel D, Barnett M. How Can We Best Measure the Performance of Scleral Lenses? Current Insights. *Clin Optom*. 2022 Apr 7;14:47–65.
74. Charm J. Orthokeratology: clinical utility and patient perspectives. *Clin Optom*. 2017 Feb 7;9:33–40.
75. 75270-Rev-A_SynergEyes-VS-Fitting-Guide.pdf [Internet]. [cited 2023 Feb 24]. Available from: https://synergeyes.com/wp-content/uploads/2017/08/75270-Rev-A_SynergEyes-VS-Fitting-Guide.pdf
76. Contact Lens Spectrum - Multifocal Scleral Lenses [Internet]. *Contact Lens Spectrum*. 2015 [cited 2023 Feb 24]. Available from: <https://www.clspectrum.com/issues/2015/december-2015/multifocal-scleral-lenses>

77. Contact-Lens-Handling-RGP.pdf [Internet]. [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://accuvisionoptical.com/wp-content/uploads/2013/03/Contact-Lens-Handling-RGP.pdf>
78. Tsai HR, Wang JH, Chiu CJ. Effect of orthokeratology on anisometropia control: A meta-analysis. *J Formos Med Assoc.* 2021 Dec 1;120(12):2120–7.
79. Jonas JB, Ang M, Cho P, Guggenheim JA, He MG, Jong M, et al. IMI Prevention of Myopia and Its Progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2021 Apr 28;62(5):6.
80. Russo A, Boldini A, Romano D, Mazza G, Bignotti S, Morescalchi F, et al. Myopia: Mechanisms and Strategies to Slow Down Its Progression. *J Ophthalmol.* 2022 Jun 14;2022:e1004977.
81. Tsai HR, Wang JH, Huang HK, Chen TL, Chen PW, Chiu CJ. Efficacy of atropine, orthokeratology, and combined atropine with orthokeratology for childhood myopia: A systematic review and network meta-analysis. *J Formos Med Assoc.* 2022 Dec 1;121(12):2490–500.
82. The Effect of Orthokeratology Lens on the Axial Length of Globe in Children with Myopia in Asia. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2022 Nov 1;32(11):1459–64.
83. Guan M, Zhao W, Geng Y, Zhang Y, Ma J, Chen Z, et al. Changes in axial length after orthokeratology lens treatment for myopia: a meta-analysis. *Int Ophthalmol.* 2020 Jan;40(1):255–65.
84. VanderVeen DK, Kraker RT, Pineles SL, Hutchinson AK, Wilson LB, Galvin JA, et al. Use of Orthokeratology for the Prevention of Myopic Progression in Children. *Ophthalmology.* 2019 Apr;126(4):623–36.
85. Meng Z, Shuo G, Guohu D, Wei Z, Jingyi L, Yuanchao C, et al. Difference in the effect of orthokeratology on slowing teen myopia with different years of follow-up. *J Fr Ophtalmol.* 2022 Sep;45(7):718–27.
86. Sánchez-González JM, De-Hita-Cantalejo C, Baustita-Llamas MJ, Sánchez-González MC, Capote-Puente R. The Combined Effect of Low-dose Atropine with Orthokeratology in Pediatric Myopia Control: Review of the Current Treatment Status for Myopia. *J Clin Med.* 2020 Aug;9(8):2371.
87. Ortiz-Toquero S, Rodriguez G, Martin R. Clinical guidelines for the management of keratoconus patients with gas permeable contact lenses based on expert consensus and available evidence. *Curr Opin Ophthalmol.* 2021 Jan;32:S1.
88. Kim KH, Mian SI. Refractive approaches to visual rehabilitation in patients with keratoconus. *Curr Opin Ophthalmol.* 2020 Jul;31(4):261–7.
89. Jinabhai AN. Customised aberration-controlling corrections for keratoconic patients using contact lenses. *Clin Exp Optom.* 2020 Jan;103(1):31–43.
90. Fadel D, Kramer E. Potential contraindications to scleral lens wear. *Contact Lens Anterior Eye.* 2019 Feb;42(1):92–103.
91. Tao Z, Wang J, Zhu M, Lin Z, Zhao J, Tang Y, et al. Does Orthokeratology Wearing Affect the Tear Quality of Children? *Front Pediatr* [Internet]. 2022 [cited 2023 Feb 23];9. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fped.2021.773484>
92. Kam KW, Yung W, Li GKH, Chen LJ, Young AL. Infectious keratitis and orthokeratology lens use: a systematic review. *Infection.* 2017 Dec;45(6):727–35.
93. Wu J, Xie H. Orthokeratology lens-related *Acanthamoeba* keratitis: case report and analytical review. *J Int Med Res.* 2021 Mar 1;49(3):03000605211000985.
94. Schornack MM, Vincent SJ, Walker MK. Anatomical and physiological considerations in scleral lens wear: Intraocular pressure. *Contact Lens Anterior Eye.* 2023 Feb 1;46(1):101535.
95. Liu YM, Xie P. The Safety of Orthokeratology—A Systematic Review. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract.* 2016 Jan;42(1):35–42.

96. Fogt JS. <p>Midday Fogging of Scleral Contact Lenses: Current Perspectives</p>. *Clin Optom*. 2021 Jul 21;13:209–19.
97. J X, Y X, G H, T L, J G, T Y, et al. A comprehensive review on contact lens for ophthalmic drug delivery. *J Control Release Off J Control Release Soc* [Internet]. 2018 Jul 10 [cited 2023 Jan 29];281. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29782944/>
98. I R, I N, R N. Soft Contact Lenses as Drug Delivery Systems: A Review. *Mol Basel Switz* [Internet]. 2021 Sep 14 [cited 2023 Jan 28];26(18). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34577045/>
99. Fan X, Torres-Luna C, Azadi M, Domszy R, Hu N, Yang A, et al. Evaluation of commercial soft contact lenses for ocular drug delivery: A review. *Acta Biomater*. 2020 Oct 1;115:60–74.
100. Choi SW, Kim J. Therapeutic Contact Lenses with Polymeric Vehicles for Ocular Drug Delivery: A Review. *Materials*. 2018 Jul;11(7):1125.
101. Nguyen DCT, Dowling J, Ryan R, McLoughlin P, Fitzhenry L. Pharmaceutical-loaded contact lenses as an ocular drug delivery system: A review of critical lens characterization methodologies with reference to ISO standards. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc*. 2021 Dec;44(6):101487.
102. Alvarez-Lorenzo C, Anguiano-Igea S, Varela-García A, Vivero-Lopez M, Concheiro A. Bioinspired hydrogels for drug-eluting contact lenses. *Acta Biomater*. 2019 Jan 15;84:49–62.
103. Chang WH, Liu PY, Lin MH, Lu CJ, Chou HY, Nian CY, et al. Applications of Hyaluronic Acid in Ophthalmology and Contact Lenses. *Molecules*. 2021 Jan;26(9):2485.
104. Maulvi FA, Desai DT, Shetty KH, Shah DO, Willcox MDP. Advances and challenges in the nanoparticles-laden contact lenses for ocular drug delivery. *Int J Pharm*. 2021 Oct 25;608:121090.
105. Hosseinian H, Hosseini S, Martinez-Chapa SO, Sher M. A Meta-Analysis of Wearable Contact Lenses for Medical Applications: Role of Electrospun Fiber for Drug Delivery. *Polymers*. 2022 Jan;14(1):185.
106. Mao T, Fang F. Biomimetic Functional Surfaces towards Bactericidal Soft Contact Lenses. *Micromachines*. 2020 Sep;11(9):835.
107. Vajdic C, Holden BA, Sweeney DF, Cornish RM. The Frequency of Ocular Symptoms during Spectacle and Daily Soft and Rigid Contact Lens Wear: *Optom Vis Sci*. 1999 Oct;76(10):705–11.
108. Dart JKG, Radford CF, Minassian D, Verma S, Stapleton F. Risk Factors for Microbial Keratitis with Contemporary Contact Lenses. *Ophthalmology*. 2008 Oct;115(10):1647-1654.e3.
109. Vincent SJ. The use of contact lenses in low vision rehabilitation: optical and therapeutic applications. *Clin Exp Optom*. 2017 Sep 1;100(5):513–21.
110. Thite N, Desiato A, Shinde L, Wolffsohn JS, Naroo SA, Santodomingo-Rubido J, et al. Opportunities and threats to contact lens practice: A global survey perspective. *Contact Lens Anterior Eye*. 2021 Dec 1;44(6):101496.