

Pregledni članek/Review article

KOREKCIJA REFRAKCIJSKIH NAPAK

CORRECTION OF REFRACTIVE ERRORS

Vladimir Pfeifer, Ivana Gardašević

Očesna klinika, Klinični center, Zaloška 29 a, 1525 Ljubljana

Prispelo 2005-02-21, sprejeto 2005-05-15; ZDRAV VESTN 2005; 74: 663-7

Ključne besede: radiarna keratotomija; arkuatna keratotomija; avtomatska lamelarna keratoplastika; laser in situ keratomileusis; fotorefraktivna keratektomija; laserska subepitelialna keratektomija; epi-LASIK; intraokularne leče

Izvleček – Izhodišča. Očala in kontaktne leče sta še vedno najpogostejša, najvarnejša in najcenejša načina korekcije refrakcijskih napak. Bolnike, ki želijo biti manj odvisni od očal ali kontaktnih leč oziroma jih ne morejo uporabljati, lahko pomagamo s keratorefraktivno kirurgijo, ki je sorazmerno nova metoda za korekcijo refrakcijskih napak. Radiarna keratotomija (RK), pri kateri naredimo radiarne incizije roženice, je bila v preteklosti najpogosteje izvajana metoda za popravo kratkovidnosti.

Zaključki. Laser Excimer je v refraktivni kirurgiji zagotovil nove možnosti preoblikovanja roženice in pomeni velik korak naprej. Z lasersko energijo lahko delujemo na stromalno površino roženice pri PRK ali v globljo roženično stromo v sklopu lamelarne kirurgije. Pri metodi LASIK naredimo lapan z mikrokeratomom, pri metodi LASEK pa s pomočjo etanola. Pri metodi epi-LASIK ultratanek lapan naredimo mehansko.

Uvod

Skoraj tri četrtine odraslih, starejših od 42 let, ima refrakcijsko napako večjo od 0,5 diop. Tako dedni kot dejavniki okolja vplivajo na nastanek refrakcijskih napak. Dolge aksialne dolžine očesa so bile ugotovljene med bližnjimi sorodniki in pri potomcih kratkovidnih bolnikov. Genetsko hipotezo podpira tudi dejstvo, da je bila pri enojajčnih dvojčkih ugotovljena večja pogostost kratkovidnosti kot pri dvojajčnih. Delo na bližino, višja izobrazba, večji dohodki, manj športnih dejavnosti in urbanizacija so vplivi okolja, ki vplivajo na nastanek kratkovidnosti, čeprav njihov natančen mehanizem še ni docela raziskan. Rezultati raziskav, ki so se ukvarjale s problematiko kratkovidnosti, so pokazali, da gre za poligenski model nastanka kratkovidnosti, ki z leti ostaja nespremenjen, medtem ko se je vpliv okolja v zadnjem stoletju povečal in s tem pomembno prispeval k nastanku in tudi napredovanju kratkovidnosti (1-5).

Refrakcijska napaka je motnja, ki se pojavi, ko vzporedni žarki svetlobe, ki vstopajo v neakomodirajoče oko, niso zbrani na mrežnici. Refrakcija je odvisna od moči lomljenja žarkov v vidnem sistemu in od dolžine optične osi. Tako ločimo različne vrste očesne refrakcije: emetropijo, ki pomeni normalen vid, in ametropijo, ki pomeni refrakcijske anomalije, znotraj teh pa ločimo miopijo ali kratkovidnost, hipermetropijo ali daljnovidnost ter astigmatizem.

Key words: radial keratotomy; arcuate keratotomy; automated lamellar keratoplasty; laser in situ keratomileusis; photorefractive keratectomy; laser assisted subepithelial keratectomy; epi-LASIK; intraocular lenses

Abstract – Background. Spectacles and contact lenses are the most frequently used, the safest and the cheapest way to correct refractive errors. The development of keratorefractive surgery has brought new opportunities for correction of refractive errors in patients who have the need to be less dependent of spectacles or contact lenses. Until recently, RK was the most commonly performed refractive procedure for nearsighted patients.

Conclusions. The introduction of excimer laser in refractive surgery has given the new opportunities of remodelling the cornea. The laser energy can be delivered on the stromal surface like in PRK or deeper on the corneal stroma by means of lamellar surgery. In LASIK flap is created with microkeratome in LASEK with ethanol and in epi-LASIK the ultra thin flap is created mechanically.

Pri emetropiji se svetlobni žarki, ki prihajajo iz neskončnosti vzporedno z očesno osjo, v očesnem aparatu lomijo tako, da konvergirajo in se združujejo v žarišču – v središču rumene pege. Najbolj oddaljena točka jasnega vida (daljšiče) tako leži v neskončnosti. Pri miopiji ali kratkovidnosti daljšiče leži na določeni razdalji pred očesom, ki je odvisna od stopnje kratkovidnosti. Samo tisti žarki, ki vpadajo iz daljšiča pred kratkovidnim očesom divergentno na roženico in se lomijo v očesnem aparatu, se zberejo v rumeni pegi. Žarki svetlobe, ki padajo vzporedno na roženico, se združijo pred mrežnico. Ostra slika nastane torej v steklovini. Od tam žarki potujejo divergentno do mrežnice, na kateri nastaja slika predmeta v obliki razpršilnih krogov in je zato nejasna (6, 7). Pri hipermetropiji ali daljnovidnosti se daljšiče nahaja na strani slike predmeta, torej za mrežnico. Žarki, ki vzporedno padajo na roženico, se lomijo tako, da se združijo za mrežnico, kjer bi se napravila jasna slika. Tako pa mrežnica prestreže žarke pred združitvijo. Na njej nastaja nejasna slika v obliki razpršilnih krogov (6, 7). Astigmatizem je najbolj zapletena refrakcijska očesna napaka, pri kateri se svetlobni žarki, ki vzporedno padajo na roženico, nikoli ne zberejo v enem žarišču na mrežnici, ampak v dveh, ki nista točkasti, temveč sta dve črti, ki sta pravokotni ena na drugo (7). Ločimo več vrst astigmatizmov, kar pa presega okvir tega prispevka.

Diagnostika

Glavni dve komponenti preiskave vidne funkcije sta meritve vidne ostrine in refrakcijske napake. Vidno ostrino za daljavo določimo v zatemnjenem prostoru, pri čemer preiskovanec gleda v osvetljeno tabelo z razliko v kontrastu med znaki in ozadjem. Ostrina vida za daljavo je določena za vsako oko posebej. Ostrino vida za bližino ugotovljamo tako, da bolnik bere dobro osvetljeno besedilo na razdalji za bližinsko delo. Refrakcijo lahko ugotovljamo z objektivno metodo: z retinoskopijo ali avtorefraktorjem, ali subjektivno metodo, ki se je najpogosteje poslužujemo pri dobro sodelujočih preiskovanih, kjer uporabljamo standardne optotipe na razdalji šestih metrov (8).

Zdravljenje

Potreba po korigiranju refrakcijskih napak je odvisna od bolnikovih težav in potreb. Bolniki z nizkimi refraktivnimi napakami včasih niti ne potrebujejo korekcije.

Očala so najenostavnejši in najvarnejši način korigiranja refrakcijskih napak. Bolniki z asimptomatsko kratkovidnostjo praviloma ne potrebujejo očal, razen pri opravljenih, ki zahtevajo dober vid, kot je na primer vožnja avtomobila. Pogosto želijo bolniki višjo korekcijo, kot je potrebno, ker z njo vidijo bolj jasno in razločno, vendar pa posledično pričnejo akomodirati, kar privede do astenopičnih težav v smislu glavobolov, pekočega občutka v očeh, blefarokonjunktivitisov, zamegljenega vida. Odrasli z astigmatizmom včasih ne sprejmejo polne cilindrične korekcije pri predpisu prvih očalih oziroma pri spremembi dioptrije ali osi glede na stara očala. Navadno pride do fiziološke prilagoditve očalom v štirinajstih dneh, v nasprotnem primeru je potrebno znižati dioptrijo, pa čeprav na račun zmanjšanja vidne ostrine. Pri otrocih so te težave zelo redke (8).

Kontaktne leče so pri visokih ametropijah boljše od očal. Bolniki opisujejo večjo kakovost slike ter boljše vidno polje kot pri očalih. **Indikacije** za nošenje kontaktnih leč so: keratokonus, kertoglobus, monookularna in binokularna afakija, anizometropija, večja od 3 diop., hujša ametropija, albinizem, iregularni astigmatizem, aniridija, šarenični kolobom, kot zaščitno sredstvo pri levkomih, začetnih simblefaronih (8). **Kontra-indikacije** za nošenje kontaktnih leč so: keratokonjunktivitis sicca, blefarokonjunktivitis, akne rosacea, nevtrofilni keratitis in drugi roženični zapleti, vnetje sprednjega segmenta očesa, prisotnost filtracijske blazinice, slabe higienske navade, delo v prašnem okolju ali okolju, kjer so delavci izpostavljeni agresivnim kemikalijam (8). Najbolj nevarni **zapleti** pri nošenju leč so ulcerativni keratitis, ki so lahko povzročeni z bakterijami pa tudi z bolj redkimi mikroorganizmi, kot je *Acanthamoeba* ali glivice (8-10). Drugi zapleti so še papilarni konjunktivitis, spremembe roženičnega epitela, neovaskularizacija roženice, nemikrobni roženični infiltrati, spremembe roženičnega endotela (8).

Refraktivna kirurgija

Pojem »refraktivna kirurgija« opisuje različne posege, ki modificirajo refrakcijsko napako očesa. Ker večina teh posegov temelji na operacijah roženice, jo imenujemo tudi keratorefraktivna kirurgija. Za refraktivno kirurgijo se odločamo takrat, ko želi biti bolnik manj odvisen od očal in kontaktnih leč ali jih ne more uporabljati. Rezultat keratorefraktivne kirurgije ni vedno popolnoma predvidljiv, zato morajo bolniki včasih nositi očala ali kontaktne leče tudi po posegu, da se doseže popolna korekcija refrakcijske napake (8).

Keratorefraktivno kirurgijo delimo glede na učinek (11):

1. Incizije, s katerimi lahko izravnamo krivino roženice. Lahko so radiarne ali tangencialne. Tehnike so: *radiarna keratotomija* (RK), *transverzna keratotomija* (TK), in *arkuatna keratotomija* (AK). Slednja se uporablja za korekcijo astigmatizma.
2. Z lamelnimi tehnikami lahko dodajamo ali odstranjujemo tkivo roženice: *keratomileusis*, *epikeratoplastika* ali *epikeratofakija*, *avtomatska lamelarna keratoplastika* (ALK) ter *laser in situ keratomileusis* (LASIK).
3. Z dodajanjem aloplastičnega materiala vplivamo na biomehaniko roženice. Material dodajamo bodisi na površino roženice bodisi v roženično stromo: *epikeratoplastika*, *intrastromalni kornealni obroči* (ICR) (12-14).
4. Laserski učinek zajemajo: *fotorefraktivna keratektomija* (PRK), *laser in situ keratomileusis* (LASIK), *laserska subepitelialna keratektomija* (LASEK) in epi-LASIK.
5. Krčenje kolagena: sprememba roženičnih biomehaničnih lastnosti se doseže s segrevanjem roženice na kritičnih 55-60 °C, kar privede do krčenja kolagena in spremembe oblike roženice. Tehniko imenujemo *laserska toplotna termokeratoplastika* (LTK) (12, 15). Izvajamo jo lahko z laserjem YAG ali pa z globoko stromalno termokoagulacijo z vročim iglo.

Razdelitev keratorefraktivne kirurgije glede na refrakcijsko napako, ki jo želimo s temi metodami popraviti:

Kratkovidnost

Operacije, ki se izvajajo pri nizki do zmerni kratkovidnosti:

RK. Roženične incizije so bile prvič uporabljene za korekcijo refrakcijske napake že leta 1890. Metodo je posodobil in predstavil Fyodorov leta 1970. Pri tej tehniki napravimo 4-8 globokih (80-90% debeline roženice) radiarnih roženičnih incizij, ki se nahajajo zunaj centralnega optičnega področja z namenom, da izravnamo osrednjo roženično krivino (8, 11). Indikacija je nizka do zmerna kratkovidnost, kontraindikacije pa: nestabilna refrakcija, nepravilnosti roženice (keratokonus, edem, vaskularizacija, stanjšanje, intersticijski ali nevtrofilni keratitis), iregularni astigmatizem, nenadzorovani blefaritis, nenadzorovane bolezni vezivnega tkiva. Optični zapleti so: premajhna ali prevelika korekcija, dnevna nihanja refrakcije (16), ki so lahko celo trajna. Vidne aberacije: bleščanje, halo učinek oz. mavrični okvir okoli izvorov svetlobe, regularni ali iregularni astigmatizem, zmanjšana kontrastna občutljivost, anizometropija, nestabilna refrakcijska napaka, progresivna daljnovidnost (17), prezgodnja potreba po očalih za bližino. Medicinski zapleti: ptoza, ponavljajoče se erozije roženice, zmanjšana občutljivost roženice, vaskularizacija vzdolž roženičnih incizij, mikrobni keratitis vzdolž incizij (18), katarakta, rupture na mestu incizij po travmi. Slabosti v primerjavi s PRK: žal po nekaterih študijah celo do 40% bolnikov navaja preskok v daljnovidnost v nekaj letih (8, 16, 17), večja nevarnost rupture roženice v primeru poškodbe (19-21). Pri novejših RK tehnikah, mini RK (z manj in s krajšimi incizijami), naj bi manjkrat prišlo do preskokov v daljnovidnost (8).

PRK je kirurška tehnika, ki uporablja laser excimer za spreminjanje oblike roženice tako, da odstrani tanek sloj roženične strome. Odkar je bil predstavljen LASIK, se metoda veliko redkeje izvaja. Pri tej metodi ne naredimo lapna. Sprva pazljivo in popolnoma odstranimo epitel s področja vidne osi bodisi mehansko z veslico ali z avtomatsko krtačo bodisi z laserjem. Nato z laserjem spremenimo sprednjo krivino roženice. Indikacija je kratkovidnost do 7 diop., tanke roženice, ponavljajoče se erozije, bolniki, ki so izpostavljeni poškodbam (22). Rezultati pri miopijah, večjih od 8 diop., so bolj nepredvidljivi s pogostim padcem najboljše korigirane vidne ostrine (23). Kontraindikacije: nestabilna refrakcija, nepravilnosti roženi-

ce, iregularni astigmatizem, blefaritis, boleznj vezivnega tkiva, starost manj kot 18 let. Optični zapleti: so podobni tistim pri RK. Medicinski zapleti: trajen meglen vid (22), bleščanje (24), brazgotinjenje v področju optične osi, roženični infiltrati, ulkusi, perforacije, zapleti, ki jih povzročajo kortikosteroidi (povišan očesni tlak, glavkom, katarakta), reaktivacija virusa Herpes simplex, infekcijski keratitis (25). Prednosti: v primerjavi z RK tu ni nevarnosti rupture roženice na mestu incizije, vendar pa lahko pride do brazgotinjenja v stromi. V primerjavi z metodo LASIK, ki se danes veliko pogosteje uporablja, pa ima PRK tudi prednosti: ni zapletov v povezavi z lapnom, cenejša metoda, manjša destabilizacija roženice, je boljše metoda pri tankih roženicah, erozijah in nevarnosti poškodb, saj se pri tej metodi ohrani več roženičnega tkiva (23). Slabosti v primerjavi z LASIK: poseg je bolj boleč, počasnejše izboljševanje vida, megljen vid, bleščanje, manj predvidljivi rezultati, halo učinek (26–30).

ALK je postopek, pri katerem z mikrokeratomom napravimo dva lamelarna roženična reza. S prvim rezom dobimo lapen, debel 130–160 μm , ki se na enem koncu drži roženice. Lapen nato dvignemo. Z drugim rezom naredimo tanko lamelo strome, ki jo odstranimo. Debelina lamele je odvisna od višine kratkovidnosti, ki jo želimo korigirati. Lapen nato položimo nazaj na roženico. Ta se nato sam, brez roženičnih šivov, prilepí na roženico. Indikacija: kratkovidnost od $-4,50$ diop. do $-22,75$ diop. Zapleti: iregularni astigmatizem, perforacija v sprednji prekat, motnjave ali okužbe, vraščanje epitela (11, 31, 32). Prednosti in slabosti: v primerjavi s PRK prihaja pri tej metodi redkeje do preskoka v daljnovidnost (33). To metodo vse bolj nadomešča LASIK in vstavev intraokularnih leč.

Epikeratoplastika ali epikeratofakija. Delček poprej obdelane donorske roženice prišijemo na deepitelizirano prejemnikovo roženico. Manjša keratomomija, ki jo napravimo na periferiji roženice, pa je mesto tvorbe brazgotin med prejemnikovo in darovalčevo roženico. Epitelij prejemnika nato migrira preko transplantirane roženice. Indikacije: afakija pri otrocih s travmatsko ali prirojeno katarakto, pooperativna afakija pri odraslih, miopija, večja od 6 diop., keratokonus brez roženičnih motnjav (11). Zapleti: megljen vid, bleščanje, iregularni astigmatizem, padec najboljše korigirane vidne ostrine, sprememba roženične topografije, težave s centriranjem presadka. Pomanjkljivosti: rezultati so močno odvisni od usposobljenosti in izkušenj kirurga. Metoda se uporablja zelo redko, predvsem zaradi prednosti, ki jih nudijo intraokularne leče, razvoja tehnik fiksacije sekundarnih intraokularnih leč, ter novih kontaktnih leč pri keratokonusih (11).

Keratomilevisis. Odstrani se del roženice debeline 300 μm , ki se ga nato preoblikuje in prišije nazaj na roženico. S to metodo lahko korigiramo do 28 diop. Indikacije: miopija, večja od 6 diop. pri bolnikih, ki slabo prenašajo očala in kontaktne leče, anizometropija. Kontraindikacije: suho oko, nestabilna kratkovidnost, glavkom, boleznj roženice, nevarnost odstopa mrežnice. Zapleti: iregularni astigmatizem, izguba prišitega dela roženice, roženične motnjave, zapoznela epitelizacija, perforacija roženice, izguba endotelijskih celic. Metoda se uporablja zelo redko zaradi prednosti metode LASIK z bolj predvidljivimi rezultati (11).

LASIK je trenutno najpogosteje izvajana keratorefraktivna postopek. Pallikaris je metodo prvič predstavil leta 1990, prvi klinični rezultati so bili predstavljeni leta 1994. S keratomom naredimo lapen debeline 130–160 μm , ki se na enem koncu še drži roženice. Nato s pomočjo laserja odstranimo del strome in lapen položimo nazaj na stromo (34). Indikacija: kratkovidnost, večja od 3 do 8 Dsph. Zapleti: vraščanje epitela, sindrom suhega očesa, ektazija, motnjave, povešan intraokularni tlak, zgubanje, premik, nekroza in izguba lapna, difuzni lamelarni keratitis, infekcijski keratitis (35–40). Prednosti v pri-

merjavi s PRK: manj boleč, hitrejše celjenje, hitro izboljšanje vidne ostrine, redkejši nastanek motnega vida. Pomanjkljivosti: možni zapleti pri tej metodi so hujši kot pri PRK: nevarnost perforacije in endoftalmitisa, zapleti povezani z lapnom, kirurško bolj zahteven in dražji poseg (26–30, 39).

LASEK. Pri tej metodi je lapen sestavljen samo iz epitela za razliko od LASIKa, kjer se energija laserja excimer dovaja do sredine strome. Ultratanek lapen naredimo tako, da dodajamo 20-odstotni etanol ter ga pustimo delovati 25 sekund, posledično lapen nabrekne (41–44). Dvignemo ga ter dovajamo lasersko energijo. Na koncu postopka lapen vrnemo nazaj na stromo. Indikacije: tehnika se uporablja predvsem pri bolnikih z nizko stopnjo kratkovidnosti ali s tankimi roženicami, pomanjkanjem solznega filma ali pri veliki nevarnosti očesne poškodbe (41, 42). Zapleti so: raztrganje, izguba lapna, kemični konjunktivitis, megljen vid. Prednost tega postopka v primerjavi s PRK je ta, da je tu manj brazgotinjenja roženice, vid se po operaciji hitreje povrne, bolniki opisujejo manj bolečin ter manj zamegljen vid, manj hipestezijske roženice in redkejše pojavljanje sindroma suhega očesa (45–47). V primerjavi z metodo LASIK so tu zapleti, povezani z lapnom, redkejši (48, 49).

EPI-LASIK je najnovejša metoda korekcije refrakcijskih napak. Zaradi zgodnje postoperativne vzpostavitve dobre ostrine vida, minimalne bolečine ter dobrih in stabilnih refraktivnih rezultatov je metoda LASIK postala ena izmed najpogosteje uporabljenih refraktivnih tehnik. Slaba stran te metode so biomehanične spremembe, ki so povezane s samo tvorbo lapna (50), zato je bila kasneje predstavljena tehnika LASEK. Vendar pa ima tudi ta metoda slabe lastnosti, kot je škodljivi učinek alkohola na bazalno membrano, zato je bila nedavno predstavljena nova metoda za odstranjevanje epitela, pri kateri se ta odstranjuje mehansko in ne s pomočjo različnih kemikalij (50, 51). Metoda se imenuje epipolis – LASIK ali epil-LASIK. Mehanično ločevanje namreč ne poteka znotraj, temveč pod bazalno membrano in tako ne pride do njenih poškodb, kajti bazalna membrana ima pomembno funkcijo pri ohranjanju intaktnega roženičnega epitela. Metoda je še nova, zato so podatki o njenih prednostih in pomanjkljivostih omejeni.

Daljnovidnost

Čeprav so se prvi poskusi kirurškega popravljanja daljnovidnosti pojavili že pred približno stotimi leti, se je šele pred nekaj leti uspešnost kirurškega zdravljenja daljnovidnosti začela približevati uspehom, doseženim pri zdravljenju kratkovidnosti. Vzrok temu so najverjetneje številni zapleti kratkovidnosti in pa dejstvo, da je roženico veliko lažje sploščiti kot narediti bolj strmo (52). Zato je v tem prispevku naveden zgolj kratek pregled tehnik, ki se uporabljajo za popravljanje daljnovidnosti.

PRK. Z laserjem excimer odstranimo paracentralni del roženice in s tem dosežemo, da postane centralni del bolj strm.

Epikeratoplastika se prav tako lahko uporablja za korigiranje enostranske afakije pri odraslih in otrocih, kjer s kontaktnimi lečami nismo dosegli želenega učinka, intraokularna leča pa je bila kontraindicirana.

Keratofakija. Je posebna oblika keratomileusisa, kjer del donorske roženice vstavimo med lamele prejemnikove roženice, da se s tem poveča zunanja krivina roženice. Metoda nima najbolj predvidljivih rezultatov in bolnikova končna korekcija navadno odstopa za 3 diop.

ALK. Pri korekciji daljnovidnosti s to metodo pravzaprav napravimo nadzorovano ektazijo. S tem postane zunanja krivina roženice bolj strma. Korigiramo lahko največ 6 diop. (53).

LASIK. Napravimo roženični lapen ter uvedemo lasersko energijo tako, da zdravimo periferni del roženice in s tem dosežemo, da centralni postane bolj strm. Pomanjkljivost je zelo velik lapen, ki ga je potrebno napraviti. Zgodnji rezultati nekaterih raziskav so pokazali, da je to varna in učinkovita metoda korekcije daljnovidnosti (54).

LTK. Z laserjem YAG uvedemo energijo in segrejemo roženično stromo na paracentralnem delu roženice ter s tem dosežemo krčenje kolagena in centralno bolj strmo roženico. Metoda ima malo zapletov, med njimi so najpogostejši prekomerna korekcija, regresija učinka in propad endoteljskih celic kot posledica termalnega učinka nanje (55).

Presbiopija. Presbiopijo je možno zdraviti z bifokalnimi sferičnimi in asferičnimi intraokularnimi lečami, metoda se imenuje PRELEX (presbiopic lens exchange), ter s pomočjo intrastromalnih leč in skleralne ekspanzije.

Astigmatizem

Arkuatna in transverzna keratotomija sta metodi, ki ju najpogosteje uporabljamo za korekcijo astigmatizma. Pri tej metodi napravimo arkuatne ali transverzne incizije. Posledično nastane večja strmina v nasprotnem meridianu, kar privede do spremembe cilindra, medtem ko ima na sfero manjši učinek (56–58).

Fakične intraokularne leče. Vse vrste refraktivnih napak očesa je možno korigirati s fakičnimi intraokularnimi lečami (PIOL). Take leče so sferične in torične. Najpogosteje uporabljane fakične intraokularne leče so ICL (implantibilna kontaktna leča) in leča Artisan, ki se pritrudi na šarenico.

Zaključki

Očala in kontaktne leče sta še vedno najpogostejša, najcenejša, predvsem pa najvarnejša načina korekcije refrakcijskih napak. Hiter razvoj refraktivne kirurgije v zadnjih desetletjih, predvsem pa prihod laserja excimer, ponuja nove možnosti za natančnejše korekcije refrakcijskih napak.

Literatura

- Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Jones LA, Zadnik K. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002; 43: 3633–40.
- Loman J, Quinn GE, Kamoun L, Ying GS, Maguire MG, Hudesman D, Stone RA. Darkness and near work: myopia and its progression in third-year law students. *Ophthalmology* 2002; 5: 1032–8.
- Rose K, Smith W, Morgan I, Mitchell P. The increasing prevalence of myopia: Implications for Australia. *Clin Experimental Ophthalmol* 2001; 29: 116–20.
- Kinge B, Midelfart A, Jacobsen G, Rystad J. The influence of near work on development of myopia among university students. A three-year longitudinal study among engineering students in Norway. *Acta Ophthalmol Scand* 2001; 78: 26–9.
- Wu MM, Edwards MH. The effect of having myopic parents: an analysis of myopia in three generations. *Optom Vis Sci* 1999; 76: 387–92.
- Christoph WS, Gerhard KL. Optics and refractive errors. In: Gerhard KL. *Ophthalmology. A short text book*. New York: Thieme; 2000. p. 429–44.
- Raić N. Oftalmološka optika, refrakcija i refrakcijske anomalije. In: Čupak K, Bradamatne Ž, Čelić M, Dorn V, Dugački V, eds. *Oftalmologija*. Zagreb: Jugoslovenska Medicinska naklada; 1985. p. 147–64.
- The American Academy of Ophthalmology (AAO). Refractive errors panel. Preferred practice patterns San Francisco (CA); 1997: 1–26.
- Nilsson SE, Montan PG. The annualized incidence of contact lens induced keratitis in Sweden and its relation to lens type and wear schedule: results of 3-month prospective study. *CLAO J* 1994; 20: 210–1.
- Nilsson SE, Montan PG. The hospitalized cases of contact lens induced keratitis in Sweden and their relation to lens type and wear schedule: results of a three-year retrospective study. *CLAO J* 1994; 20: 97–101.
- American Academy of Ophthalmology. Basic clinical science course. Optics refraction and contact lenses. *Am Acad Ophthalmol* 1994; 2: 437–79.

- Bower KS, Weichel ED, Kim TJ. Overview of refractive surgery. *Am Fam Physician* 2001; 64: 1193–4.
- Schanzlin DJ, Asbell PA, Burriss TE, Durrie DS. The intrastromal corneal ring segments. Phase II results for the correction of myopia. *Ophthalmology* 1997; 104: 1067–78.
- Assil KK, Barret AM, Fouraker BD, Schanzlin DJ. One-year results of the intrastromal corneal ring in nonfunctional human eyes. *Intrasomal Corneal Ring Study Group. Arch Ophthalmol* 1995; 113: 159–67.
- Koop N, Wirbelauter C, Tungler A, Geerling G, Bastian GO, Brinkman R. Thermal damage to the corneal endothelium in diode laser thermokeratoplasty. *Ophthalmologie* 1999; 96: 392–7.
- McDonnell PJ, Nizam A, Lynn MJ, Waring GO 3rd. Morning to evening change in refraction, corneal curvature, and visual acuity 11 years after radial keratotomy in the prospective evaluation of radial keratotomy study. The PERK Study Group. *Ophthalmology* 1996; 103: 233–9.
- Waein GO 3rd, Lyn MJ, McDonnell PJ. Results of a prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. *Arch Ophthalmol* 1999; 117: 1298–308.
- Jain S, Azar DT. Eye infections after refractive keratotomy. *J Refract Surg* 1996; 12: 148–55.
- Binder PS, Waring GO III, Arrowsmith PN, Wang C. Histopathology of traumatic corneal rupture after radial keratotomy. *Arch Ophthalmol* 1988; 106: 1585–90.
- Goldberg MA, Valluri S, Pepose JS. Air bag – related corneal rupture after radial keratotomy. *Am J Ophthalmol* 1995; 120: 800–2.
- Vinger PF, Meiler WF, Oestrecher JH, Easterbook M. Ruptured globes following radial and hexagonal keratotomy surgery. *Arch Ophthalmol* 1995; 114: 129–34.
- Ambrosio R Jr, Wilson S. LASIK vs. LASEK vs. PRK: advantages and indications. *Semin Ophthalmol* 1995; 18: 2–10.
- Goes FJ. Photorefractive keratectomy for myopia of -8,00 to -24,00 diopters. *J Refract Surg* 1996; 12: 91–7.
- Corbett MC, Prydal JI, Verma S, Oliver KM, Pande M, Marshall J. *In vivo* investigation of the structures responsible for corneal haze after photorefractive keratectomy and their effect on visual function. *Ophthalmology* 1996; 103: 1366–80.
- Donnenfeld ED, O'Brian TP, Solomon R, Perry HD, Speaker MG, Wittmann J. Infectious keratitis after photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* 2003; 110: 743–7.
- El Danasoury MA, el Maghraby A, Klyce SD, Mehrez K. Comparison of photorefractive keratectomy with excimer laser in situ keratomileusis in correcting low myopia (from -2,00 to -5,50 diopters). A randomized study. *Ophthalmology* 1999; 106: 411–20.
- Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, Howind HC, El Danasoury MA. Comparison of corneal wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 1999; 127: 1–7.
- Lee JB, Kim JS, Choe C, Seong GJ, Kim EK. Comparison of two procedures: photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis for low to moderate myopia. *Jpn J Ophthalmol* 2001; 45: 487–91.
- Tole DM, McCarty DJ, Couper T, Taylor HR. Comparison of laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for the correction of myopia of -6,00 diopters or less. *J Refract Surg* 2001; 17: 46–54.
- Hersh PS, Steinert RF, Brint SF. Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis. Comparison of optical side effect. Summit PRK-LASIK study group. *Ophthalmology* 2000; 107: 925–33.
- Crews KR, Mifflin MD, Olson RJ. Complications of automated lamellar keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1994; 112: 1514–5.
- Lyle WA, Jin GJ. Initial results of automated lamellar keratoplasty for correction of myopia: one year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22: 31–43.
- Biser SA, Donnenfeld ED, Doshi SJ, Ruskin MS, Perry HD. Lamellar keratectomy using an automated microkeratone. *Eye Contact Lens* 2004; 30: 69–73.
- Manche EE, Carr JD, Haw WW, Hersh PS. Excimer laser refractive surgery. *West J Med* 1998; 169: 30–8.
- Ambrosio R Jr, Wilson SE. Complications of laser in situ keratomileusis: etiology, prevention, and treatment. *J Refract Surg* 2001; 17: 350–79.
- Gimbel HV, Penno EF, van Westenbrugge JA, Ferensowicz M, Furlong MT. Incidence and management of intraoperative and early postoperative complications in 1000 consecutive laser in situ keratomileusis cases. *Ophthalmology* 1998; 105: 1839–47.
- Solomon KD, Holzer MP, Sandoval HP, Vargas LG, Werner L, Vroman DT, et al. Refractive surgery survey 2001. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 346–55.
- Piccoli PM, Gomes AA, Piccoli FV. Corneal ectasia detected 32 months after LASIK for correction of myopia and asymmetric astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1222–5.
- Cesar ASG, Smith RJ, Maloney RK, Ambrosio R, Periman L, Netto MV, Wilson S. Postoperative complications. In: Cesar SG. *LASIK-LASEK: New horizons in quality of vision El Dorado*: Clayton; 2003. p. 129–36.
- Aldave AJ, Hollander DA, Abbott RL. Late-onset traumatic flap dislocation and diffuse lamellar inflammation after laser in situ keratomileusis. *Cornea* 2002; 21: 604–7.
- Azar DT, Ang RT, Lee JB, Kato T, Chen CC, Jain S, et al. Laser subepithelial keratomileusis. *Curr Opin Ophthalmology* 2001; 12: 323–8.
- Azar DT, Ang RT, Lee JB, Kato T, Chen CC, Jain S, et al. Laser subepithelial keratomileusis: electron microscopy and visual outcomes of flap photorefractive keratectomy. *Curr Opin Ophthalmol* 2001; 12: 323–8.

43. Espana EM, Grueterich M, Mateo A, Romano AC, Yee SB, Tseng SC. Cleavage of corneal basement membrane components by ethanol exposure in laser-assisted subepithelial keratectomy. *J Refract Surg* 2003; 29: 1192-7.
44. Gabler B, Winkler von Mohrenfelds C, Dreiss AK, Marshall J, Lohmann CP. Vitality of epithelial cells after alcohol exposure during laser-assisted subepithelial keratectomy flap preparation. *Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1884-6.
45. Autrata R, Rehurek J. Laser-assisted subepithelial keratectomy for myopia: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 661-8.
46. Lee JB, Seong GJ, Lee JH, Seo KY, Lee YG, Kim EK. Comparison of laser epithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy for low to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27: 565-70.
47. Kornilovsky IM. Clinical results after subepithelial photorefractive keratectomy (LASEK). *J Refract Surg* 2001; 17: 222-3.
48. Camellin M, Cesar SG, Carones F. LASEK. In: Cesar SG. LASIK-LASEK: New horizons in quality of vision. Clayton: El Dorado; 2003. p. 267-73.
49. Scerrati E. Laser in situ keratomileusis vs. laser epithelial keratomileusis (LASIK vs. LASEK). *J Refract Surg* 2001; 17: 219-21.
50. Pallikaris IG, Naoumidi II, Kalyvianaki MI, Katsanevaki VJ. Epi-LASIK: comparative histological evaluation of mechanical and alcohol-assisted epithelial separation. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1496-501.
51. Pallikaris IG, Katsanevaki VJ, Naoumidi II, Kalyvianaki MI. Epi-LASIK. A new method for correction of the refractive errors. In: Galeana CS. LASIK-LASEK: The new horizons in quality of vision. 1st ed. El Dorado: Clayton; 2003. p. 297-8.
52. Sher NA. Hyperopic refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2001; 12: 304-8.
53. Harden DR, Schneider TL, Parker PJ, Lindstrom RL. Correction of hyperopia using automated lamellar keratoplasty (ALK). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995; 36: 852.
54. Varley GA, Huang D, Rapuano CJ, Schallhorn S, Boxer Wachler BS, Sugar A. Lasik for hyperopia, hyperopic astigmatism, and mild astigmatism: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2004; 111: 1604-17.
55. Durrie DS, Schumer DJ, Cavanaugh TB. Holmium: YAG laser thermokeratoplasty for hyperopia. *J Refract Corneal Surg* 1994; 10: 277-80.
56. Deg JK, Binder PS. Wound healing after astigmatic keratotomy in human eyes. *Ophthalmology* 1987; 94: 1290-8.
57. Thornton SP. Astigmatic keratotomy: A review of basic concepts with case reports. *J Cataract Refract Surg* 1990; 16: 439-35.
58. Price FW, Grene RB, Marks RG, et al. Astigmatism reduction clinical trial: a multicenter prospective evaluation of the predictability of arcuate keratotomy. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 277-82.