

Strokovni prispevek/Professional article

# INTRASTROMALNI ROŽENIČNI OBROČKI (ICRS, OBROČEK KERAVISION, INTACS™): DVELETNO KLINIČNO SPREMLJANJE\*

INTRASTROMAL CORNEAL RING SEGMENTS (ICRS, KERAVISION RING, INTACS™):  
CLINICAL RESULTS AFTER 2 YEARS

*Josef Ruckhofer, Josef Stoiber, Egon Alzner, Günther Grabner*

Landeskliniken für Augenheilkunde und Optometrie, Landeskliniken Salzburg, Müllner Hauptstr. 48, Salzburg, Avstrija

Prispelo 2001-12-05, sprejeto 2001-12-10; ZDRAV VESTN 2002; 71: Supl. II: 45-9

**Ključne besede:** *intrastrumalni roženični obročki; ICRS; KeraVision obroček; Intacs™; kratkovidnost; stabilnost-reverzibilnost-prilagodljivost*

**Izvleček** – Izhodišča. *Intrastrumalni roženični obročki ICRS (Intacs™, KeraVision, Inc. Fremont, Ca, ZDA) se uporabljajo za korekcijo nizke do srednje kratkovidnosti na Očesni kliniki Salzburg od leta 1996. Namen študije je bila ocena stabilnosti, reverzibilnosti in prilagodljivosti te nove metode.*

**Bolniki in metode.** *Poročilo se nanaša na rezultate 54 posegov – 30 oči z najkrajšim sledenjem 2 leti, na potencirano reverzibilnost (3 eksplantacije, od tega je bila za tem pri dveh opravljena fotorefraktivna keratektomija – PRK) in prilagodljivost (3 zamenjave).*

**Rezultati.** *Nobeno oko ni izgubilo več kot eno vrstico najboljše korigirane vidne ostrine (pri 14 od 30 oči se je ta celo izboljšala). 73% (22/30) oči je imelo vidno ostrino 1,0 ali več, 47% (14/30) oči pa 1,25 ali več. Po 2 letih je imelo 47% (14/30) oči željeno korekcijo znotraj  $\pm 0,5$  dioptrije (Dsph). Ni bilo značilnih med- ali poperativnih zapletov. Po odstranitvi ICRS se je refrakcija povrnila na predoperativne vrednosti znotraj  $\pm 0,75$  Dsph (MRSE) in  $\pm 0,50$  Dsph (povprečna keratometrija). Bolnikom po menjavi ICRS se je vidna ostrina izboljšala na 0,8–1,0, pridobili so 2 do 4 vrstice.*

**Zaključki.** *Po 2-letnem sledenju se zdi, da nudijo ICRS stabilno korekcijo za nizko in srednjo kratkovidnost. Poseg je do velike mere reverzibilen, potencialno prilagodljiv in ima minimalno tveganje. Eksplantaciji lahko sledi PRK z dobro vidno ostrino.*

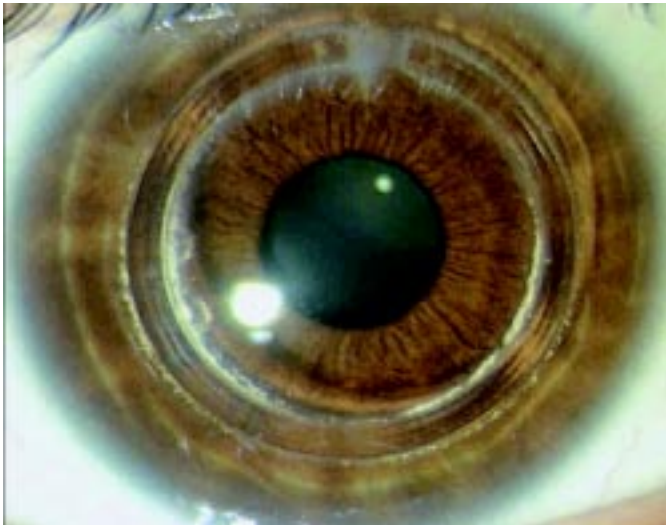
**Key words:** *intrastrumal corneal ring segments; ICRS; KeraVision ring; Intacs™; myopia; stability-reversibility-adjustability*

**Abstract** – Background. *Since 1996 Intrastrumal Corneal Ring Segments (Intacs™, KeraVision, Inc. Fremont, Ca, USA) have been used for the correction of mild to moderate myopia at the Salzburg Eye Clinic. Aim of this study was to evaluate the stability, reversibility and adjustability for this new method.*

**Patients and methods.** *Our experience and final results of 54 surgeries – 30 eyes with a minimum follow-up of 2 years – as well as the potential reversibility (3 explantations, 2 of them followed by PRK) and adjustability (3 exchanges) are reported in detail.*

**Results.** *None of the eyes lost more than one line in BSCVA (in 14 of 30 eyes the BSCVA improved). 73% (22/30) eyes reached an UCVA of 1.0 or better, 47% (14/30) eyes of 1.25 or better. After 2 years 47% (14/30) eyes were within  $\pm 0.5$  Dsph of the attempted correction. We observed no significant intra- or postoperative complications. After ICRS removal the refractive data returned within  $\pm 0.75$  Dsph (MRSE) and  $\pm 0.5$  Dsph (mean keratometry) of preoperative values, respectively. Patients with an ICRS exchange obtained an improved visual acuity between 0.8 and 1.0, gaining between 2 to 4 lines.*

**Conclusions.** *With the follow-up period of 2 years the ICRS seem to provide a very stable correction of low to moderate myopia. The procedure is reversible to a large extent, potentially adjustable (within certain limits) and carries a minimal risk only. After explantation PRK can be performed with good visual results.*



Sl. 1. Biomikroskopska slika ICRS, 340°.

Fig. 1. ICRS, 340° biomicroscopically.



Sl. 2. ICRS z ovalnim prečnim rezom.

Fig. 2. ICRS with oval transversal cut.

## Uvod

Na Očesni kliniki Salzburg (Landesaugenlinik Salzburg) se od junija 1996 s strogimi indikacijami korigirajo nizke in srednje kratkovidnosti z intrastromalnimi obročki ICRS (Intacs™, KeraVision, Inc. Fremont, Ca, ZDA) (1-3).

Imajo obročke petih moči od 0,25 mm do 0,45 mm s prehodi po 0,05 mm in območjem korekcije -1,3 do -4,5 Dsph. Predoperativni astigmatizem ne sme doseči 1 dioptrije (Dcyl). ICRS so obročasti vsadki iz PMMA, ki se vgradijo v globoko roženično stromo. S tem se na periferiji roženice pridobi volumen, optični center roženice se splošči, kar omogoči znižanje kratkovidnosti do -4,5 Dsph.

Namen študije je bila ocena stabilnosti, reverzibilnosti in prilagodljivosti te nove metode po daljšem obdobju.

## Bolniki in metode

Določena je bila nekorrigirana vidna ostrina na daljavo, najboljša vidna ostrina na daljavo, korigirana z očali, očitna refrakcija in cikloplegična refrakcija (po 2-kratnem kapanju 1-odstotnih kapljic ciklopentolata v presledku 10 minut, meritev z avtomatskim refraktometrom 40 minut po prvem kapanju). Refrakcijske spremembe so bile izračunane z vektorsko analizo (4). Keratometrija je bila napravljena z avtomatskim refraktometrom Topcon KR 7630P, Topcon, Nizozemska, videotopografija pa z novejšo napravo Keratron Optikon 2630, Italija, vedno s »true curvature« modusom. Do pisanja tega prispevka je bilo na Očesni kliniki Salzburg opravljenih več kot 60 implantacij ICRS, članek pa predstavlja 30 posegov s sledenjem vsaj 2 leti. Zajetih je 17 bolnikov (7 moških, 10 žensk, starih 22-43 let, povprečno 31 let), od tega je bilo 13 bolnikov operiranih obojestransko (presledek operacije med enim in drugim očesom je bil 3 mesece).

Po bolnikovih željah je poseg potekal v splošni anesteziji (22-krat) ali pa v lokalni anesteziji v kombinaciji s sedacijo (8-krat). Zapora rane je bila napravljena z dvema 11-0 nylonskima šivoma, le v dveh primerih s tremi. Pri prvih 25 operiranih očeh so bili šivi odstranjeni po 4 tednih, kasneje pa glede na pooperativni astigmatizem.

Medoperativna pahimetrija (DGH 2630, DGH Technology Inc., Exton, Pennsylvania, ZDA) je bila na mestu incizije povprečno 701  $\mu$ m (SD:  $\pm$  36,5; min: 632  $\mu$ m; max.: 767  $\mu$ m), izračunana globina incizije je bila povprečno 474  $\mu$ m (SD:  $\pm$  21,9; min:

430  $\mu$ m, max.: 510  $\mu$ m), kar ustreza načrtovani globini implantacije 68 % debeline roženice, ki mora biti natančno izmerjena zaradi individualne variacije. Srednji sferični ekvivalent pred posegom je bil za očitno refrakcijo (MR) -3,34 Dsph (SD:  $\pm$  0,73; min: -2,0 Dsph, max: -4,75 Dsph). Srednja vrednost astigmatizma je bila + 0,31 Dcyl (SD:  $\pm$  0,28; min: 0,0 Dcyl, max.: + 1,0 Dcyl). Natančnejše vrednosti MR pred operacijo in 2 leti po operaciji ob implantaciji različnih ICRS prikazuje tabela 1. ICRS je bil pri 3 očeh eksplantiran, pri drugih 3 pa zamenjan.

Tehnika operacije: natančneje opisana (2, 3). Roženica je v globokih stromalnih slojih intermediarne cone grajena lamelarno, kar omogoča vzporedno s površino krožno, tehnično možno enostavno dissekcijo. V tunel se vgrade zaprti obroči (z radialnim rezom za implantacijo) ali pa krajši segmenti obroča (sl. 1, sl. 2).

## Rezultati

### Varnost

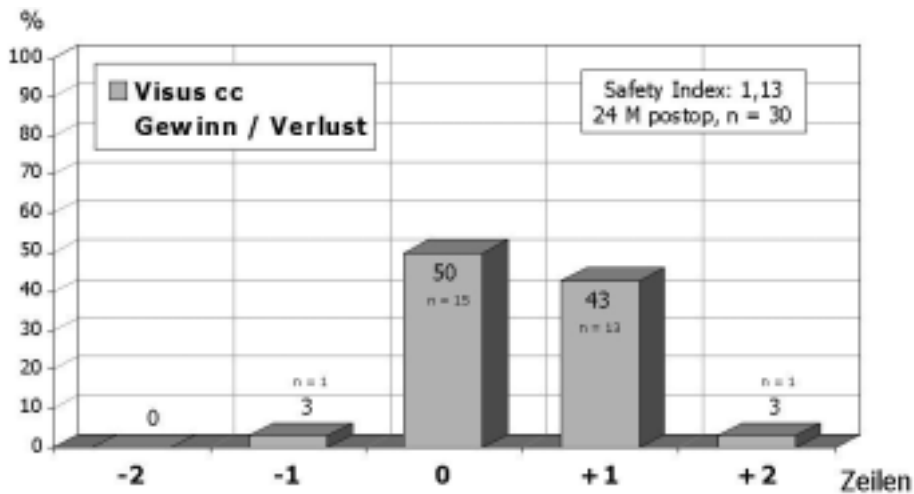
Po dveh letih ni nobeno od 30 operiranih oči imelo slabše vidne ostrine za več kot eno vrstico z najboljšo korekcijo z očali. 13-krat je bila vidna ostrina za 1 vrstico boljša, enkrat celo za dve. Indeks varnosti (razmerje med srednjo najboljšo korigirano vidno ostrino na daljavo po posegu glede na stanje pred posegom) je tako znašal 1,13.

### Uspešnost

Po 24 mesecih je 73% (22/30) operiranih oči imelo nekorrigirano vidno ostrino na daljavo 1,0 ali več, 47% (14/30) celo 1,25 ali več. Le eno oko je doseglo nekorrigirano vidno ostrino le 0,4 (hipokorekcija - sferni ekvivalent MR -1,37 Dsph). Indeks uspešnosti (razmerje med srednjo pooperativno nekorrigirano vidno ostrino in srednjo najboljšo predoperativno vidno ostrino, korigirano z očali) je bil po 2 letih 0,79. Potek nekorrigirane in korigirane pooperativne vidne ostrine je prikazan na slikah 3, 4, 5.

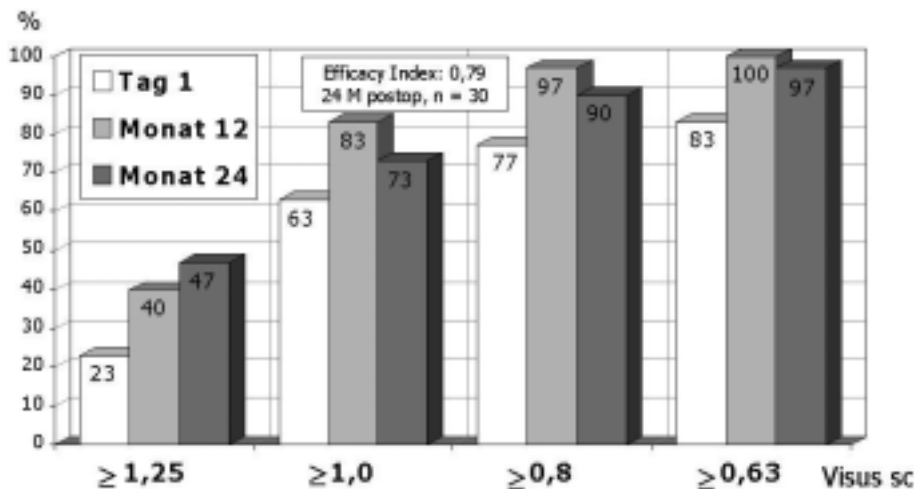
### Napovednost

Po 2 letih je imelo 47% (14/30) oči zeleno refrakcijo  $\pm$  0,5 Dsph. Lestvica funkcije vida (Visual function score - FVS je nekorrigirana vidna ostrina na daljavo 2 leti po posegu v povezavi s



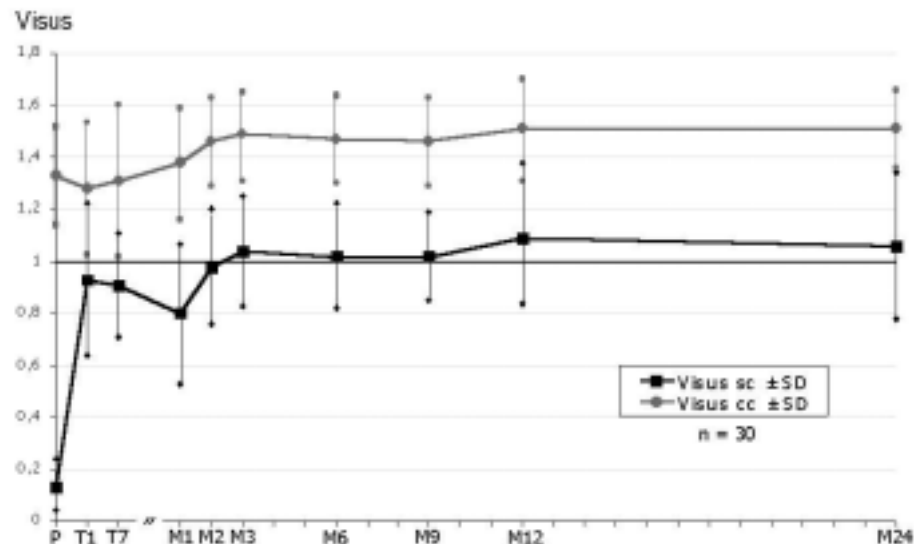
Sl. 3. Najbolje korigirana vidna ostrina za daljavo (pridobitev/izguba) vrstic 24 mesecev po posegu v primerjavi s stanjem pred posegom (n = 30).

Fig. 3. Best corrected visual acuity (gain/loss) 24 months postoperatively in comparison to preoperative visual acuity (n = 30).



Sl. 4. Nekorigirana vidna ostrina 1. dan, 12 mesecev in 24 mes. po posegu (n = 30).

Fig. 4. Uncorrected visual acuity day 1, 12 and 24 months postoperatively.



sferičnim ekvivalentom cikloplegične refrakcije) je prikazana na sliki 3. Skoraj dve tretjini (18/30) operiranih oči je imelo odličen FVS, 11/30 oči dober FVS (vidna ostrina 0,5-0,6), le v enem primeru pa le srednjega (vidna ostrina 0,4). Srednji, kirurško sproženi astigmatizem vseh ICRS je bil po 2 letih 0,38 Dcyl z osjo 92° (vektorska analiza). Pri nobenem očesu ni prišlo do iregularnega astigmatizma (tab. 1). Pri 9 od 30 bolnikov (30%) je prišlo do stika dela obročka na mestu, kjer bi bil urni kazalec na mestu pri 6. uri. Vzrok je bil kirurški stik obeh delov kanalov po prepariranju v in proti smeri urnega kazalca, kar je bilo zabeleženo pri 62%. Pri primerjavi te skupine z drugo, kjer so segmenti ICRS obdržali razdaljo 5-30° (n = 21) in pri operativno induciranem astigmatizmu, ni bilo razlike (0,39 Dcyl/101° skupina s stikom obročka in 0,39 Dcyl/88° skupina brez stika obročka).

**Stabilnost**

Sprememba sferičnega ekvivalenta MR v primerjavi s časom pooperativnega obdobja 12 do 24 mesecev je bila pri 29/30 (97%) oči znotraj ± 0,5 Dsph, pri 24/30 (80%) oči celo znotraj ± 0,25 Dsph. Le v enem primeru je prišlo do spremembe 0,75 Dsph (od -0,375 Dsph na +0,375 Dsph). Za to obdobje znaša srednja sprememba MR po vektorski analizi -0,04 Dsph + 0,05 Dcyl/21°.

**Zapleti**

V tej seriji bolnikov ni bilo klinično pomembnih med-ali pooperativnih zapletov. Opisane erozije (največ 2 x 2 mm) okoli šivov 1-2 dni so običajne. Večkrat se prve štiri tedne opazi epitelna infiltracija v stromalni tunel (pri 1 očesu za skoraj 60°), kar pa pri nadaljnjih mesečnih kontrolah ni bilo več videti. Kot posebnost velja omeniti, da pri teh bolnikih v tem roženičnem predelu ni bilo depozitov, v ostalih predelih kanala pa so bili klinično vidni. Ti mikrodepoziti nejasne geneze so bili sicer vidni v kanalu nazalno in/ali temporalno pri vseh očeh prve mesece. Na vidno ostrino niso vplivali, podobne spremembe so opisane tudi pri drugih roženičnih boleznih, refrakcijskih posegih (5-12). Depoziti in vezivni mostički od sprednje v zadnjo stromo v pozicijskih odprtinah

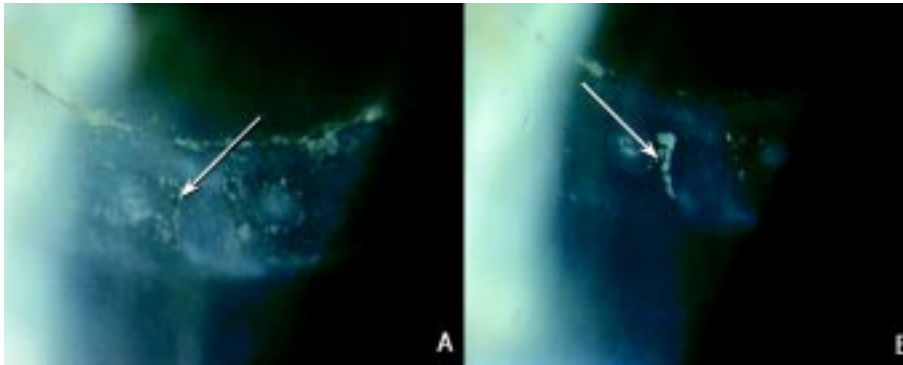
Sl. 5. Vidna ostrina brez in z najboljšo korekcijo (srednja vrednost ± SD) pri bolnikih z najmanj 24 meseci sledenja (n = 30).

Fig. 5. Uncorrected and best corrected visual acuity (mean ± SD) in patients with minimum 24 months of follow-up (n = 30).

Tab. 1. Srednje vrednosti predoperativne očitne refrakcije (MR), MR 24 mesecev po posegu in sprememba MR (vektorska analiza) z uporabo različnih obročkov ICRS.

Tab. 1. Medial preoperative refractive error (MR), MR after 24 months postoperatively and the change of MR (dMR) (vector analysis) with the use of different ICRS power.

ICRS - moč ICRS-power	n	MR predop. MR preop.	MR 24 mes. poop. MR 24 mths postop.	dMR DMR
0,30+0,35 mm	7	-2,25 Dsph+0,11Dcyl/78°	-0,49 Dsph+0,41Dcyl/75°	2,00 Dsph+0,31Dcyl/74°
0,40 mm	13	-3,17 Dsph+0,08Dcyl/10°	-0,82 Dsph+0,44Dcyl/102°	2,28 Dsph+0,52Dcyl/101°
0,45 mm	10	-4,38 Dsph+0,34Dcyl/83°	-0,99 Dsph+0,70Dcyl/83°	3,40 Dsph+0,35Dcyl/84°
Skupaj oči All eyes	30	-3,40 Dsph+0,11Dcyl/77°	-0,78 Dsph+0,88Dcyl/88°	2,62 Dsph+0,38Dcyl/92°



Sl. 6. Eksplantacija. A – regresija depozitov 10 dni in B – 3 mesece po odstranitvi ICRS.

Fig. 6. Explantation of ICRS. A – regression of deposits 10 days and B – 3 months after ICRS explantation.

so tudi pogosti. Možna razlaga po več mesecih je težka. Zaradi tega razloga zadnja poslana serija obročkov Intacs™ z dovoljenjem FDA ni imela spodnjih pozicijskih odprtih. Epitelijske ciste v predelu incizije so pogoste kljub skrbni adaptaciji Bowmanove membrane s posameznimi šivi, vendar večinoma ne napredujejo.

Prosta optična cona (horizontalni premer merjen ob koncu operacije) je bila povprečno 6,57 mm (min.: 6,0 mm, max.: 7,0 mm).

Pri natančnem spraševanju bolnikov o subjektivnih vidnih pojavih so ti večkrat navedli, da ostane obrobni del obročka dalj časa opazen, zlasti pri široki zenici zvečer in ponoči. Po nekaj mesecih so se te težave zmanjšale, v enem primeru pa je bilo zaradi tega potrebno obroček zamenjati.

### Eksplantacija

ICRS so morali biti odstranjeni pri 3 bolnikih (6, 7 in 16 mesecev po posegu) povprečno po 9,7 meseca. Vzroki za to so bili v enem primeru zaradi hipokorekcije (-1,5 Dsph, visus 0,4), v drugem nezadovoljstvo bolnika (bleščanje in razpršitev svetlobe v temi, bolnik je bil poklicno vezan na nočno vožnjo, podnevi je bila njegova nekorrigirana vidna ostrina 1,0), pri tretjem pa kirurško povzročeni astigmatizem (očitni +1,27 Dcyl/75°, keratometrično pa +1,12 Dcyl/71°, visus 0,6 brez korekcije). Vsi obročki so bili zlahka odstranjeni v lokalni kapljični anesteziji. Izgubila se je najbolje korigirana vidna ostrina z očali, refrakcija se je pomaknila blizu prvotni (MR znotraj ± 0,75 Dsph, povprečna keratometrija znotraj ± 0,5 Dcyl). Dvakrat je bila 6 oziroma 4 mesece po odstranitvi obročka napravljena fotorefrakcijska keratektomija PRK (hitri keratom, ablaacijska cona 6 mm). S celjenjem ni bilo težav v nobenem primeru. Obakrat je bila dosežena nekorrigirana vidna ostrina 1,0. Depoziti so po treh mesecih izginili, nežna obročasta brazgotina po kolabiranem kanalu obročka je bila po nekaj mesecih vidna le biomikroskopsko (sl. 6).

### Zamenjava obročka

ICRS so bili zamenjani pri treh bolnikih, od 2 do 7 mesecev, povprečno po 3,7 meseca po posegu. Ob zadnjem pregledu po zamenjavi obročka je bila obakrat nekorrigirana vidna ostrina 0,8–1,0, kar je za to skupino pomenilo izboljšanje za 2 do 4 vrstice. Pričakovani učinek pa je bil viden šele po 3–6 mesecih po zamenjavi obročka. Pri enem primeru je po 6 mesecih po operaciji prišlo do inducirane astigmatizma +1,57 Dcyl/72° MR z nekorrigirano vidno ostrino 0,6. Po zamenjavi 0,40 mm ICRS z enako močnim 340° (polni ICRS z ohranitvijo 20° v predelu incizije) je prišlo do redukcije MR na -1,05 Dsph +1,34 Dcyl/160°, po vektorski analizi, tako da se je nekorrigirana vidna ostrina popravila na 1,0. Enkrat je bil obroček zamenjan zaradi hipokorekcije (preoperativna MR -3,25 Dsph +0,50 Dcyl/103°, pooperativno pa MR -0,75 Dsph +1,0 Dcyl/110°, nekorrigirana vidna ostrina pa 0,6), enkrat pa zaradi vaskularizacije v predelu incizije 2 meseca po implantaciji iz prej obstoječega panusa. V tem primeru je bil zamenjan ICRS 0,40 mm debeline z ločno dolžino 165° z ICRS 0,45 mm in 150°. Žile so izginile dva meseca po zamenjavi.

### Razpravljanje

Nova tehnika implantacije PMMA obročkov v globljo periferno roženično stromo za korekcijo nizke do srednje kratkovidnosti je po letih razvijanja (13–19) in iste skupine ciljnih bolnikov pravi tekmeč PRK in LASIK. Njene prednosti so, da ostane optična cona nedotaknjena, roženična struktura pa nebitveno oslabiljena. Sedaj je tudi edina metoda, pri kateri se pozitivna asferičnost roženice ohrani (20), kar pripomore k dosegu presenetljivo dobre nekorrigirane vidne ostrine tudi takrat, ko se ciljna korektura popolnoma ne doseže. Poleg tega je ta metoda glede na refraktivni učinek potencialno reverzibilna in znotraj določenih meja tudi prilagodljiva. Sprememba refrakcijskega učinka z zamenjavo obročka je bila uspešna kasneje kot pričakovano. Z večjo skupino bolnikov bo potrebno dokazati, ali bi zgodnejša zamenjava obročka (po 4–6 tednih) dala podobne rezultate.

Eksplantacije in zamenjave obročka v 5% se ujema z ameriško študijo II/III fazo (21). Rezultati tudi kažejo, da je tudi po odstranitvi obročka možno brezhibno izvesti PRK brez zapletov s celjenjem. Po srednje dolgem obdobju – 2 leti je tudi jasno, da je refraktivni učinek po implantaciji ICRS stabilen. Učinkovitost te metode, zlasti pri debelih obročkih (0,40 in 0,45 mm), kaže pri tej skupini bolnikov na variabilnost ciljne korekcije. Kako na to vpliva naklonski kot v predelu implantacije ICRS (naklonski kot ICRS je 34°), bodo pokazale nadaljnje raziskave.

Nekorigirana vidna ostrina na daljavo pri teh bolnikih po 2 letih (73% je videlo 1,0 ali več) je primerljiva z rezultati faze II/III raziskave iz ZDA, po kateri je imelo tako dobro vidno ostrino 76% (271/385) s tem, da so v njihovih primerih korigirali le kratkovidnost od -1,0 do -3,0 Dsph z obročki 0,25 do 0,35 mm (21). Höh in sodelavci poročajo o 82-odstotnem uspehu (25/29) pri bolnikih, ki so po 1 letu brez korekcije videli 1,0 ali bolje (povprečni sferični ekvivalent pred posegom -3,34 Dsph, obročki 0,25 do 0,45 mm (1).

Prve tri mesece po implantaciji so še nihanja vidne ostrine, sledi pa stabilnost.

Vidne težave ponoči so prisotne predvsem pri bolnikih s širokimi zenicami. Zato se svetuje predoperativno merjenje zenice s pupilometrom, npr. Colvard, Oasis Medical, Kalifornija, ZDA. Tako naj bi bolnikom s širino zenice  $\geq 6,5$  mm pri skotopičnih pogojih svetovali (zlasti posebni poklici) glede primernosti implantacije.

Pri vseh očeh te raziskave so bili prvih 3–6 mesecev po posegu vidni depoziti v kanalu obročka. Pogostnost in intenzivnost teh odlaganj se s časom in debelostjo obročka zmanjšuje. Izvor in sestava teh depozitov sta še neznana. Poroča se tudi o dnevnih nihanjih refrakcije po implantaciji ICRS (14). Zvečer naj bi bila kratkovidnost višja, vendar z večjo stabilnostjo kot pri neoperiranem kontralateralnem očesu.

## Razvoj

Z novimi in drobnejšimi instrumenti (dissektorska vodilna lopatica, dissektorji v smeri in proti urnemu kazalcu) bo omogočeno boljše prepariranje kanala. Začetna incizijska dolžina bo tudi lahko skrajšana na 1,2 mm z dissektorji 0,9 mm. Tako bo potreben tudi 1 šiv manj. Tudi priprava začetnega vstopnega kanala bo za tkivo prijaznejša z dvojno propelersko kljukico.

Izpopolnjeni obročki s spremembo debeline (0,50 mm) bodo lahko razširili področje korekcije, njihovo stanjšanje (0,21 mm) in podaljšanje na  $165^\circ$  – vendar brez haptike (vodi k motnjam celjenja) bo učinkovitejše. Sprememba heksagonalne na ovalni rez z ohranjenim naklonskim kotom na roženico bo lahko zmanjšala bleščanje pri široki zenici in morda tudi depozite. Tudi sprememba snovi obročka (mehkejša, injekcijska) bi lahko vodila k širšim območjem korekcije.

Prvi brazilski rezultati nakazujejo upanje, da tudi krajši obročki do določene meje lahko popravijo miopni astigmatizem do določene meje, enako kot incizija v osi astigmatizma. Implantacija ICRS s T-incizijo tudi lahko korigira astigmatizem (1). Kratek čas se ICRS uporablja tudi po hipokorekciji LASIK ali PRK, kjer zaradi tankega centralnega dela roženice obstoji nevarnost keratektazije pri ponovnem takem posegu. Zanimivo pri tem je, da sicer po hipokorekciji LASIK nastanek negativne asferičnosti roženice vodi ponovno do pozitivne asferičnosti (22). Daljše sledenje bo pojasnilo, ali je potrebno za taka stanja razviti nove normograme ali pa veljajo tudi za korekcije tankih roženic po LASIKU enaka korekcijska območja.

Prav tako bo daljši opazovalni čas pripomogel ugotoviti, ali je mogoče korigirati blažje oblike keratokonusa z ICRS (temporalna incizija, implantacija obročka zgoraj in spodaj) in v kolikšni meri bo tako možno zmanjšati potrebo po keratoplastiki ali se ji celo izogniti. Prva kratkoročna opazovanja kažejo, da pri potrebnih keratoplastiki predoperativna eksplantacija ICRS omogoči zaceljenje kanala v stromi roženice, kar omogoči izbiro večjega transplantata roženice.

Druge skupine poročajo o implantaciji ICRS brez uporabe vakuumskega sesalnega obročka (23). Možna je tudi uporaba t. i. »periopičnih« implantatov, kjer se v roženico implantira 4 tanke obroče po  $90^\circ$  blizu optične osi, kar omogoča korekcijo višje kratkovidnosti (24, 25).

Z implantacijo obročka ICRS Intacs je bila uspešno in stabilno korigirana nižja do srednja miopija predstavljene skupine bol-

nikov v času dveh let. Velike prednosti te metode so reverzibilnost in prilagodljivost refrakcijskega učinka, varnost, ohranjena pozitivna asferičnost in prosta optična cona roženice.

## Literatura

- Höh H, Rehfeldt K, Gorges W. Der intrakorneale Ring zur Myopie-Korrektur – die erste reversible Alternative in der refraktiven Chirurgie. *Contactologia* 1999; 21: 172–91.
- Ruckhofer J, Alzner E, Grabner G. Der intrastromale korneale Ring (KeraVision Ring, ICR, ICRS) – Eine neue, reversible Methode zur Korrektur der niedrigen Myopie. Entwicklung, kritischer Vergleich mit RK, PRK, eigene refraktive Ergebnisse und Nebenwirkungen der ersten 25 Eingriffe. *Spektrum Augenheilkd* 1997; 11: 247–54.
- Ruckhofer J, Alzner E, Grabner G. Der intrastromale korneale Ring Segmente (ICRS, KeraVision Ring). Einjahresergebnisse der ersten 25 Eingriffe. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1998; 213: 147–53.
- Thibos LN, Wheeler W, Horner D. Power vectors: An application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optom Vis Sci* 1997; 74: 367–75.
- Assil KK, Quantock AJ, Barrett AM, Schanzlin DJ. Corneal iron lines associated with the intrastromal corneal ring. *Am J Ophthalmol* 1993; 116: 350–6.
- Fink AM, Gore C, Rosen ES. Corneal changes associated with intrastromal corneal ring segments. *Arch Ophthalmol* 1999; 117: 282–2.
- Grabner G. Eine neue, zentrale, epitheliale Eisenablagerung nach Epikeratophakie zur Korrektur höhergradiger Myopie. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1987; 190: 424–7.
- Koenig SB, McDonald MB, Yamaguchi T, Friedlander M, Ishii Y. Corneal iron lines after refractive keratoplasty. *Arch Ophthalmol* 1983; 101: 1862–5.
- Krueger RR, Tersl I, Seiler T. Corneal iron line associated with steep central islands after photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 1997; 13: 401–3.
- Probst LE, Almasswary MA, Bell J. Pseudo-Fleischer ring after hyperopic laser in situ mileusis. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 868–70.
- Seiler T, Holschbach A. Central corneal iron deposit after photorefractive keratectomy. *Ger J Ophthalmol* 1993; 2: 143–5.
- Twa MD, Karpecki PM, King BJ, Linn SH, Durrie DS, Schanzlin DJ. One-year results for the phase III investigation of the KeraVision Intacs. *J Am Optom Assoc* 1999; 70: 515–24.
- Burris TE. Intrastromal corneal ring technology: results and indications. *Curr Opin Ophthalmol* 1998; 9: 9–14.
- Holmes-Higgin DK, Burris TE, Asbell PA, Durrie DS, Schanzlin DJ. Topographic predicted corneal acuity with intrastromal corneal ring segments. *J Refract Surg* 1999; 15: 324–30.
- Krueger RR, Burris TE. Intrastromal corneal ring technology. *Int Ophthalmol Clin* 1996; 4: 89–106.
- Nosé W, Neves RA, Burris TE, Schanzlin DJ, Belfort R Jr. Intrastromal corneal ring: 12-month sighted myopic eyes. *J Refract Surg* 1996; 12: 1–28.
- Nosé W, Neves RA, Schanzlin DJ, Belfort R Jr. Intrastromal corneal ring – one year results of first implants in humans: a preliminary nonfunctional eye study. *Refract Corneal Surg* 1993; 9: 452–8.
- Quantock AJ, Kincaid MC, Schanzlin DJ. Stromal healing following explantation of an ICR (Intrastromal Corneal Ring) from a nonfunctional eye. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 208–9.
- Tran DB, Zadok D, Carpenter M, Korn TS, Twa M, Schanzlin DJ. Intraocular pressure measurement in patients with intrastromal corneal ring segments. *J Refract Surg* 1999; 15: 441–3.
- Holmes-Higgin DK, Baker PC, Burris TE, Silvestrini TA. Characterization of the aspheric corneal surface with intrastromal corneal ring segments. *J Refract Surg* 1999; 15: 520–8.
- Asbell PA, Ucakhan OO, Durrie DS, Lindstrom RL. Adjustability of refractive effect for corneal ring segments. *J Refract Surg* 1999; 15: 627–31.
- Grabner G, Ruckhofer J, Tratter C, Alzner E. Der intrastromale korneale Ring (KeraVision Ring, ICR, ICRS). Eine moderne Methode zur Korrektur der geringen Myopie. *Wien Med Wschr* 1997; 147: 309–21.
- Nagy Z, Krasznai G, Modis L Jr, Sefcsik I, Furka I, Miko I. Intrastromal corneal ring, a new refractive surgical technique to decrease myopia. Experimental and clinical results. *Acta Chir Hung* 1997; 36: 248–50.
- Bisantis C, Bisantis F. Intrastromal segmental periopic implants for high myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995; 36: S 998 (4571).
- Midena E, Bisantis C, Bisantis F, Valenti F, Provenzano F, Mancini A. Visual performance and visual side effects after insertion after corneal intrastromal periopic implants. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998; 39: S 74 (338).