

Intrakorneale Ringsegmente beim Keratokonus

Der Keratokonus ist ein Leiden, das durch eine fortschreitende kegelförmige Vorwölbung mit einer nichtentzündlichen progressiven Verdünnung der Hornhaut charakterisiert ist. Die Krankheit beginnt typischerweise mit einer einseitigen Verschlechterung des Sehvermögens, verursacht durch progressive Myopie und Astigmatismus, der frühzeitig irregulär wird und damit mit einer Brille nicht mehr vollständig ausgleichbar ist.

Die Entwicklung beginnt in der Regel in der Pubertät und schreitet danach bis zum dritten oder vierten Lebensjahrzehnt unterschiedlich schnell, oft nur langsam fort [15, 16]. Die Ursache für den Keratokonus ist bis heute noch nicht bekannt. Eine multifaktorielle Genese unter dem Einfluss unterschiedlicher genetischer, immunologischer und mechanischer Faktoren wird vermutet. Parameter wie die Atopie [27], das Augenreiben [15], genetische Faktoren [24], das Down-Syndrom [24], die Schilddrüsendysfunktion [24], die kongenitale Leber-Amaurose [24] und ein Mitralklappenprolaps [26] prädisponieren zum Keratokonus. Etwa 0,5% der Bevölkerung sind betroffen [24], wobei dies aber nach Geschlecht, Region und Untersuchungsmethoden variieren kann.

Die primäre Versorgung der durch den Keratokonus induzierten Fehlsichtigkeit erfolgt mit Brillen- oder formstabilen Kontaktlinsen [6, 9]. In beginnenden Stadien des Keratokonus gibt es unter bestimmten Voraussetzungen (junge Patien-

ten, ausreichende Hornhautdicke) Hinweise auf die Effektivität des Riboflavin-UVA-Crosslinkings [18] im Hinblick auf das Aufhalten der Erkrankungsprogression. Für die Behandlung von Patienten in fortgeschrittenen Stadien mit Kontaktlinsenintoleranz [8, 9, 10, 11] und Hornhautnarben ist die Durchführung einer lamellären oder perforierenden Keratoplastik [14, 21] bisher die operative Intervention der Wahl.

Die langsame Rehabilitation des Visus nach Keratoplastik, die langfristige kortisonhaltige Tropftherapie mit erhöhtem Risiko eines Glaukoms oder einer Kataraktbildung sowie die möglichen intraoperativen und/oder postoperativen Komplikationen (z. B. hoher Astigmatismus, Endothelzahlverlust) haben bei mildem bis moderatem Keratokonus [1] die Suche nach einer minimal-invasiven operativen Methode veranlasst.

Das Spektrum der stadiengerechten Therapie des Keratokonus wurde durch das Einsetzen von intrakornealen Ringsegmenten (auch INTACS genannt; zuerst 1978 von Reynolds [4] beschrieben) erweitert. Die INTACS (Intacs, Addition Technology, Inc.) sind kleine, synthetische Ringsegmente (ICRS) mit einer hexagonalen Form, die aus Polymethylmethacrylat (PMMA) bestehen. Nach einer Tunnelkreation mit dem Femtosekundenlaser werden die Implantate in den kornealen Tunnel an der 6–7 mm optischen Zone zwischen den Kollagenlamellen der Hornhaut präzise platziert (■ **Abb. 1**).

Es handelt sich hierbei um eine refraktive Chirurgietechnik, die primär für

die Korrektur milder bis mäßiger Myopie [9] verwendet und später für die operative Behandlung des Keratokonus und der postoperativen Keratektasie modifiziert wurde. Bei den typischerweise jungen Keratokonuspatienten mit narbenfreier zentraler Hornhaut wird nach der Insertion von INTACS die periphere Hornhaut angrenzend zur Ringimplantationsstelle nach vorne verschoben und der zentrale Teil der Hornhautvorderfläche abgeflacht (Verkürzungseffekt der zentralen Bogenlänge, sog. „arc shortening effect“; [2, 4, 6, 24]). Dieser Effekt führt idealerweise zur Verminderung der Myopie, Reduktion des Astigmatismus [9] und zu einer Visusverbesserung.

In dieser Arbeit stellen wir unsere refraktiven und visuellen postoperativen Ergebnisse nach INTACS-Implantation bei ektatischen Hornhauterkrankungen vor.

Patienten und Methoden

In Homburg/Saar wurden von August 2011 bis Januar 2013 konsekutiv 20 Augen von 16 Patienten mit zentral klarer Hornhaut und Kontaktlinsenintoleranz mit INTACS versorgt. Das durchschnittliche Alter war 35,8±10,6 (Mittelwert ± Standardabweichung) Jahre und das Verhältnis von Frauen zu Männern, 1:3. Die Indikation der Implantation stellte sich bei 16 Augen wegen Keratokonus, bei 3 Augen wegen iatrogenen Keratektasie nach Laser-in-situ-Keratomileusis (LASIK) und bei 1 Auge aufgrund peluzider marginaler Degeneration. Eine standardisierte chirurgische Prozedur

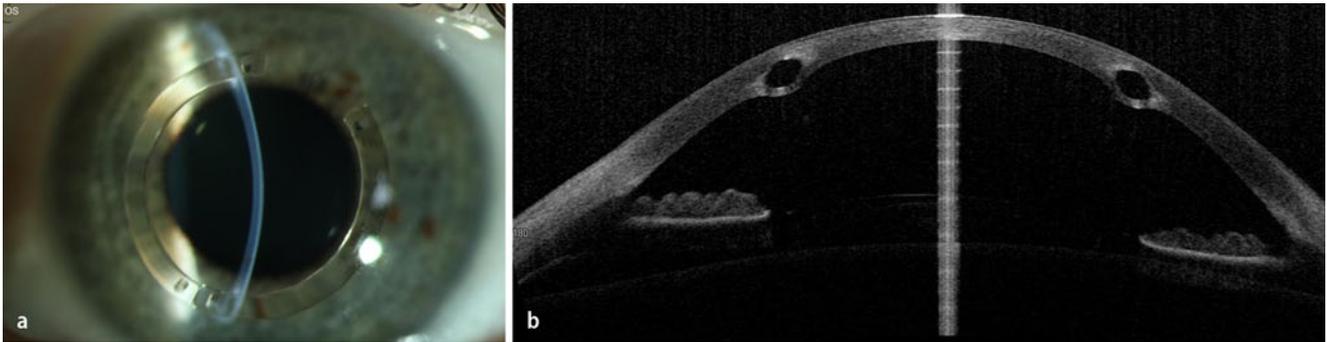


Abb. 1 ▲ **a** Spaltlampenmikroskopische Aufnahme 6 Monaten nach INTACS (intrakorneale Ringsegmente)-Implantation. **b** Das OCT-Aufnahme des Vorderabschnitts (CASIA SS-1000, Tomey, Nagoya, Japan) zeigt eine adäquate intrastromale INTACS-Tiefe

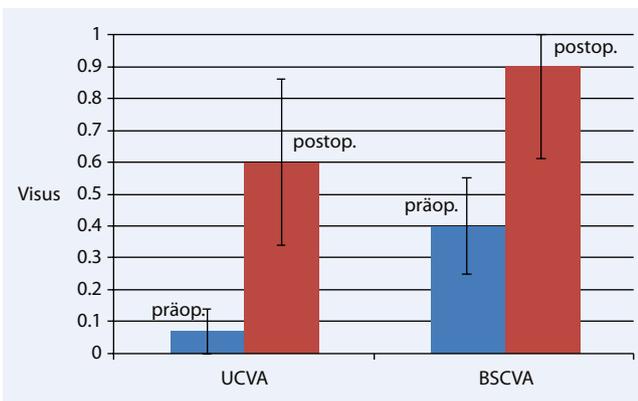


Abb. 2 ◀ Verbesserung des mittleren unkorrigierten Visus (UCVA) und des mittleren bestkorrigierten Visus (BSCVA) mit der Standardabweichung, 6 Monate nach der INTACS (intrakorneale Ringsegmente)-Implantation im Vergleich zum präoperativen Wert



Abb. 3 ▲ Mittelwerte der topografischen Veränderungen als Zeichen der Regularisierung des Keratokonus 6 Monate nach der INTACS (intrakorneale Ringsegmente)-Implantation. K1 K-Werte in der flachen Achse, K2 K-Werte in der steileren Achse, Kmax Maximum keratometrische Werte

wurde bei allen Fällen durchgeführt. Die Implantation von INTACS erfolgte bei allen Augen nach Erzeugung des Tunnels mit dem Femtosekundenlaser (IntraLase™ FS60, Abott Medical Optics, Santa Ana, CA, USA) vom gleichen Operateur (MEH). Die Femtosekundenparameter waren: Tiefe des Tunnels $395,8 \pm 38,5 \mu\text{m}$, Innendurchmesser von 6,0 mm, Außendurchmesser von 7,0 mm, Laserenergie 1,5 mJ. Die Platzierung der Inzision (1,2 mm Breite in der Hornhaut),

die die Implantation von INTACS möglich machte, wurde präoperativ durch die folgenden Parameter entschieden: die Form und die Position des Konus in der Pentacam-Tomographie und die steile Achse der objektiven Refraktion im Zusammenhang mit dem vom INTACS-Hersteller Addition Technology bereitgestellten Nomogramm.

Ein Seibel-Spatel und die INTACS-Spezialpinzette (Intacs forceps, Addition Technology, Inc., Sunnyvale, CA,

USA) wurden für die Positionierung der Ringsegmente in dem mit dem Femtosekundenlaser erzeugten Tunnel verwendet. Die 2 Segmente wurden in den Tunnel geschoben, bis die Ränder nicht mehr sichtbar waren. Statt eines Hornhautfadens wurde bei allen Augen eine Verbandskontaktlinse (AIR OPTIX® Night&Day Aqua, Ciba Vision GmbH, Großwallstadt, Deutschland) aufgesetzt und über 1 Tag belassen.

Prednisolon (Inflanefran forte® 10 mg/ml, Allergan Pharmaceuticals Ltd., Westport, Irland) und Moxifloxacin hydrochloride 0,5% (Vigamox, Alcon Pharma GmbH, Freiburg/Breisgau, Deutschland) wurden pro Tag 6-mal im Wechsel appliziert und die kortisonhaltigen Augentropfen postoperativ stufenweise um 1 Tropfen/Tag/Woche reduziert. Konservierungsfreie Befeuchtungsmittel (Optive UD Augentropfen; Allergan Pharmaceuticals) wurden zusätzlich bei allen Patienten initial stündlich angesetzt.

Durchgeführte Messungen und Zielgrößen

Präoperativ und postoperativ wurden die folgenden Parameter gemessen und im Weiteren analysiert: der unkorrigierte Fernvisus, die objektive und subjektive Refraktion, der bestkorrigierte Fernvisus mit Gläsern, die K-Werte (K1) der flachen Achse, die K-Werte (K2) der steilen Achse, die maximalen K-Werte (Kmax), der zentrale Exzentrizitätsindex (CEI) mittels Pentacam (Oculus Pentacam HR, Typ 70900), die Endothelzelldichte (EndoCD), die biomechanischen Eigenschaften der Hornhaut mittels kornealer Hys-

M. El-Husseiny · T. Tsintarakis · T. Eppig · A. Langenbacher · B. Seitz
Intrakorneale Ringsegmente beim Keratokonus

Zusammenfassung

Hintergrund und Ziele. Die intrakornealen Ringsegmente (INTACS) haben das Spektrum der stadiengerechten Therapie des Keratokonus erweitert. Durch das Einsetzen der Ringsegmente wird die Krümmung der Hornhaut reguliert und die Refraktion modifiziert. Unser Ziel war die Darstellung der präoperativen und früh postoperativen Ergebnisse der Femtosekunden-assistierten INTACS-Implantation beim Keratokonus.

Patienten und Methoden. Von August 2011 bis Januar 2013 wurden im Homburger Keratokonus Center (HKC) konsekutiv 20 Augen von 16 Patienten mit zentral klarer Hornhaut und Kontaktlinsenintoleranz mit INTACS versorgt. Bei 16 Augen wurde ein milder bis mäßiger Keratokonus diagnostiziert, bei 1 Auge eine pelluzide marginale Degeneration und bei 3 Augen eine post LASIK iatrogen-

ne Keratektasie. Ein gleichmäßiger, präziser 360°-Tunnel in 395,8±38,5 µm Tiefe (80% der Hornhautdicke) wurde mit dem Femtosekundenlaser kreiert, um die Implantate an der 6–7 mm optischen Zone zu positionieren.

Ergebnisse. Sechs Monate postoperativ zeigten sich ein Anstieg des mittleren unkorrigierten Visus von 0,07±0,07 auf 0,6±0,26, ein Anstieg des mittleren bestkorrigierten Visus von 0,4±0,15 auf 0,9±0,29, eine Reduktion der Sphäre von –7,6±6,1 dpt auf –1,4±2,8 dpt und des Astigmatismus von –6,0±2,8 dpt auf –4,3±2,0 dpt. Die Hornhautkrümmung wurde flacher mit einer Änderung von Kf (flache Achse) von 47,8±4,7 dpt auf 44,2±5,0 dpt und Ks (steile Achse) von 51,9±5,0 dpt auf 48,4±6,6 dpt. Der zentrale Exzentrizitätsindex der Pentacam als Maß für die Irregularität der Topo-

grafie war bei allen Patienten im Mittel auf rund 50% reduziert. Intra- oder postoperative Komplikationen (inklusive Nonresponder) traten bisher nicht auf.

Schlussfolgerung. Durch die minimal-invasive Operationstechnik mittels Femtosekundenlaser und die potenzielle Reversibilität stellt die INTACS-Implantation eine zusätzliche verlässliche Methode zur Erweiterung des Spektrums der stadiengerechten Therapie des Keratokonus bei Kontaktlinsenintoleranz dar.

Schlüsselwörter

Femtosekundenlaser · Kontaktlinsenintoleranz · Astigmatismus · Minimal-invasive Operationstechnik · INTACS

Intracorneal ring segments in keratoconus

Abstract

Introduction. The spectrum of stage-related therapy of keratoconus has been broadened through surgical implantation of intracorneal ring segments (INTACS) as a possible method of reducing irregular astigmatism, leading to a reduction of corneal grafts especially in young, working-aged patients with keratoconus. The purpose of the present study was to evaluate the preoperative and postoperative results of femtosecond laser-assisted implantation of INTACS in ectatic corneal diseases.

Patients and methods. From August 2011 to January 2013, 20 eyes from 16 patients with a clear cornea in the visual axis suffering from hard contact lens intolerance underwent surgery in the Homburg/Saar Keratokonus Center (HKC) by the same surgeon (MEH). Among these were 16 keratoconus eyes, 1 eye with pellucid marginal degeneration and

3 eyes with post-LASIK iatrogenic keratectasia. The insertion of the INTACS ring segments was achieved by a femtosecond laser-assisted procedure that created a precise 360° tunnel at a depth of 80% of the corneal thickness (395.8±38.5 µm) in the 6–7 mm zone.

Results. At 6 months follow-up mean uncorrected distance visual acuity improved from 0.07±0.07 preoperatively to 0.6±0.26 postoperatively. Mean best-corrected distance visual acuity changed from 0.4±0.15 preoperatively to 0.9±0.29 postoperatively. Mean sphere decreased from –7.6±6.1 dpt to –1.4±2.8 dpt. Astigmatism decreased from –6.0±2.8 dpt preoperatively to –4.3±2.0 dpt postoperatively. There was also a reduction in the mean flat K from 47.8±4.7 dpt preoperatively to 44.2±5.0 dpt postoperatively and in mean steep K from 51.9±5.0 dpt

to 48.4±6.6 dpt. The central eccentricity index in the Pentacam was reduced to around 50%. Neither intraoperative nor postoperative complications (including non-responders) were observed.

Conclusions. The femtosecond laser-assisted INTACS implantation provides a valid alternative to early keratoplasty for keratoconus patients with a clear central cornea and contact lens intolerance. It is a minimally invasive and reliable method for stage-related surgical management of keratoconus.

Keywords

Minimally invasive procedure · INTACS · Femtosecond laser · Astigmatism · Contact lens intolerance

terese (CH) und kornealem Resistenzfaktor (CRF) gemessen mit dem Ocular Response Analyser (ORA).

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS (SPSS Version 19.0, IBM). Die Messwerte wurden präoperativ wie auch 6 Monate nach dem Eingriff deskriptiv mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Median untersucht. Der Dezimalvisus wurde zur Mittelwertberechnung in logMAR umgerechnet und nach der Be-

rechnung zurücktransformiert. Weiter wurden die postoperativen Befunde mit den präoperativen Vergleichswerten mit dem nichtparametrischen Wilcoxon-Test auf Signifikanz hin getestet. p-Werte von <0,05 wurden dabei als statistisch signifikant erachtet.

Ergebnisse

In den 6-Monats-Kontrollen wurden sehr ermutigende Ergebnisse für Patient und Mikrochirurg ermittelt.

Visus

Der Vergleich der präoperativen unkorrigierten Sehschärfe (0,07±0,07; MW ± SD), mit dem postoperativen Vi-

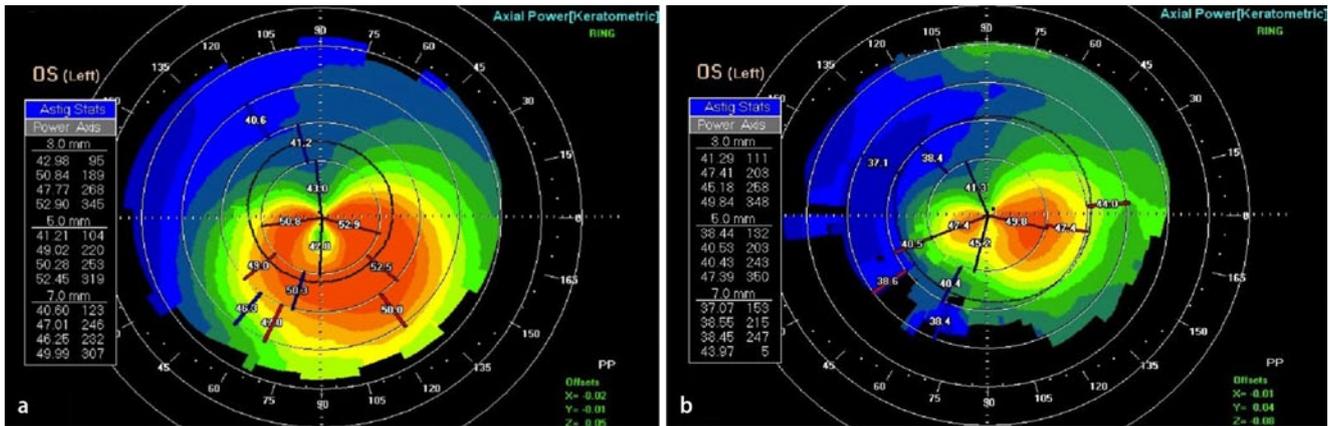


Abb. 4 Die Topografie in der Pentacam des Auges aus Abb. 1 zeigte im Vergleich eine deutliche Reduktion des irregulären Astigmatismus (**a** präoperativ, **b** postoperativ)

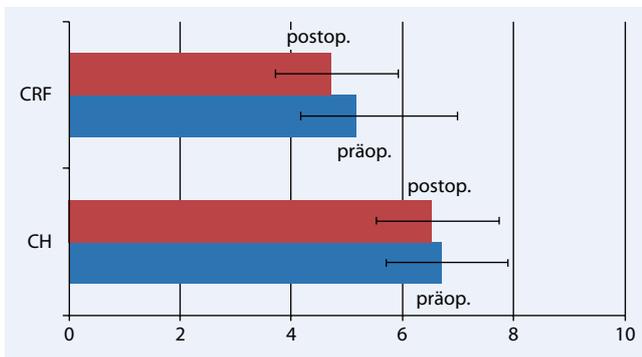


Abb. 5 Veränderungen der Werte der biomechanischen Parameter mit der Standardabweichung im ORA (Ocular Response Analyser), 6 Monaten nach INTACS (intraokorneale Ringsegmente)-Implantation. CH „corneal hysteresis“, CRF „corneal resistance factor“

flachen Achse wurden von $47,8 \pm 4,7$ (zwischen 39,4 und 55,9 dpt) auf $44,2 \pm 5,0$ dpt (zwischen 38,3 und 51,7 dpt) reduziert. Ebenfalls konnten hier auch reduzierte K-Werte in der steilen Achse festgestellt werden: präoperativ $51,9 \pm 5,0$ dpt (zwischen 43,7 und 60,0 dpt), bei der 6-Monats-Kontrolle $48,4 \pm 6,6$ dpt (zwischen 39,2 und 59,0 dpt). Die Abnahme des maximalen K-Wertes war nach 6 Monaten nicht signifikant (von $59,8 \pm 8,6$ dpt auf $57,8 \pm 7,3$ dpt). Der zentrale Exzentrizitätsindex der Pentacam war nach 6 Monaten signifikant geringer mit postoperativ $0,47 \pm 0,33$ dpt im Vergleich zu präoperativ $0,86 \pm 0,09$ dpt ($p=0,026$) präoperativ (Abb. 4).

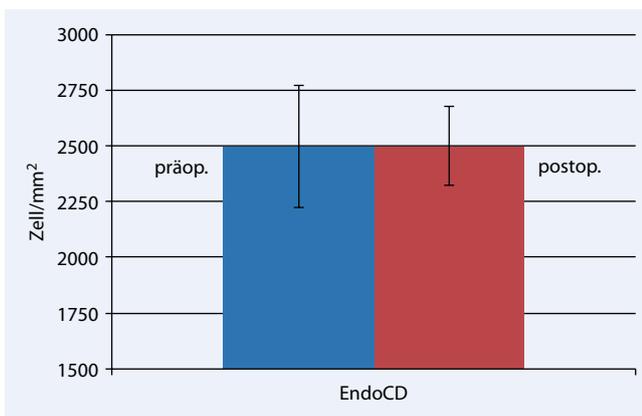


Abb. 6 Die Kontrolle der Endothelzellzahl (EndoCD) 6 Monate nach der INTACS (intraokorneale Ringsegmente)-Implantation zeigte keine Schädigung des Hornhautendothels

Korneale biomechanische Befunde

Es fand sich nach 6 Monaten keine statistisch signifikante Veränderung der CH- und der CRF-Werte in der ORA (Ocular Response Analyser)-Untersuchung (Abb. 5).

sus nach 6 Monaten ($0,60 \pm 0,26$) zeigte eine statistisch signifikante Verbesserung ($p=0,0001$). Auch die postoperative bestkorrigierte Sehschärfe ($0,9 \pm 0,29$) war im Vergleich zum präoperativen bestkorrigierten Visus ($0,4 \pm 0,15$) statistisch signifikant verbessert ($p=0,001$; Abb. 2).

Refraktion

Die postoperativen durchschnittlichen Werte der Sphäre nach 6 Monaten

($-1,4 \pm 2,8$ dpt) verminderten sich signifikant im Vergleich zum präoperativen Befund ($-7,6 \pm 6,1$ dpt; $p=0,026$), wobei der subjektive Zylinder nicht signifikant von $-6,0 \pm 2,8$ auf $-4,3 \pm 2,0$ dpt abnahm.

Topografie

Für die topografischen K-Werte ließ sich eine signifikante Reduktion bei den postoperativen Kontrollen messen (Abb. 3). Die durchschnittlichen K-Werte in der

Komplikationen

Intra- oder postoperative Komplikationen ([1, 7]; inklusive Nonresponder) traten bisher nicht auf. Trotz der Insertion der Ringsegmente in 80% Tiefe der Hornhaut wurde weder eine Perforation während der Operation noch ein inkompletter kornealer Tunnel oder ein zu lockeres Einsetzen der INTACS beobachtet. Die Dichte der Endothelzellen blieb konstant (von präoperativ 2501 ± 273 auf postoperativ 2500 ± 177 Zellen/ mm^2 ; Abb. 6).

Hier steht eine Anzeige.



Mögliche postoperative pathologische Befunde [8, 13, 22, 23] wie eine Neovaskularisation der Hornhaut an der Stelle der Inzision, eine infektiöse Keratitis [12, 19], das Einschmelzen der Hornhaut [3] oder Kanalablagerungen um die INTACS, Verschiebung des Ringsegmentes oder ICRS-Extrusion [17] wurden bei der Femtosekundenlasermethode zu keinem Follow-up-Zeitpunkt (bis maximal zum 18. Monat nach unserer ersten INTACS-Implantation) beobachtet.

Diskussion

Die intrakornealen Ringsegmente stellen eine sinnvolle Alternative beim Management kornealer Ektasien bei Kontaktlinsenintoleranz dar [6, 16]. Die Indikation für die INTACS-Implantation wurde bei Keratokonuspatienten mit Kontaktlinsenintoleranz und einer narbenfreien Hornhaut an der 6–7 mm optischen Zone bei steilem K-Wert unter 65 dpt gestellt.

In Bezug auf die Hornhautdicke der Patienten wurden verschiedene dicke Ringsegmente implantiert. INTACS mit 400 und 450 µm Dicke wurden am meisten eingesetzt, die INTACS SK („severe keratoconus“) mit einer Dicke von 500 µm wurden bei schwerem Keratokonus und bei einer Hornhaut von mindestens 450 µm Dicke in der 6- bis 7-mm-Zone verwendet. Die 2 Ringsegmente wurden stets tief im kornealen Stroma (80% der Hornhautdicke) implantiert mit ausreichender Distanz zum Flap [10, 30] bei iatrogenen Keratektasie nach LASIK. Durch die exakte Platzierung der ICRS in dem Femtosekundenlaser-kreierten präzisen 360°-Tunnel erreichten wir eine schnellere Prozedur und induzierten kaum Ödem und Haze am Tunnel mit minimalem Risiko für Epitheldefekte und minimierter Infektionsgefahr [1, 12].

Im Gegensatz zu älteren Techniken und anderen Sorten von ICRS (Kera-, Ferrararing; [5, 17, 25]), bei denen die Implantation nach mechanischem Kreieren eines Tunnels nur mit speziellen Spateln möglich war, wurde bei allen unseren Patienten ein Femtosekunden-gestützter kornealer Tunnel mit der Hilfe eines Saugringes erzeugt. Auf diese Weise wurde eine unkontrollierbare rotatorische Augenbewegung vermieden und ein gleichmäßiger

Tunnel für die Insertion der Ringsegmente gesichert. In der hier vorgestellten Serie ereigneten sich weder intra- noch postoperative Komplikationen, und es wurde kein Verlust von Hornhautgewebe beobachtet.

Die Kurvaturveränderungen der Hornhaut durch die intrakornealen Ringsegmente sind nach Entfernung der INTACS jederzeit komplett reversibel [8]. Dennoch sind nach Samini et al. [25] mehrere Fallserien und eine längere postoperative Beobachtungszeit erforderlich, um die Wirkung der INTACS-Ringsegmente (intra- und extrazelluläre korneale Veränderungen) auf die Progression des Keratokonus und die Reduktion der peripheren Keratozyten auf die axiale stromale korneale Transparenz besser verstehen zu können.

Die Verbesserung des cc-Visus von 0,12 auf 0,3 6 Monate nach INTACS-Implantation bei Keratokonuspatienten wurde erstmal von Colin et al. [6] im Jahr 2000 beschrieben. Unsere Patienten zeigten ebenfalls eine signifikante Verbesserung der unkorrigierten ($p=0,0001$) und korrigierten Sehschärfe ($p=0,001$) in der 6-Monats-Kontrolle. Die INTACS-Implantation mittels Femtosekundenlaser führt zu einer wesentlichen Reduktion des myopen sphärischen Fehlers aufgrund der zentralen kornealen Abflachung [4, 28] vor allem in fortgeschrittenen Fällen mit begleitender Verminderung des Astigmatismus [29]. Mittels engmaschiger Kontrollen alle 3 Monate konnte insgesamt im Verlauf der letzten 1,5 Jahre keine Progression von Myopie oder Astigmatismus festgestellt werden.

» Bisher konnte keine Progression von Myopie oder Astigmatismus festgestellt werden

Die Progression definieren wir anhand der miteinander verglichenen topografischen K-Werte. Bei mindestens 2 nacheinander folgenden Untersuchungen innerhalb 3 Monaten sollte kein Anstieg der K-Werte von 1 dpt festgestellt werden. Der Visus und die klinischen spaltlampenmikroskopischen Befunde sollen keine Veränderung aufweisen.

Außer dem Keratokonus und der pelluzidalen marginalen Degeneration [20] finden die INTACS auch eine Anwendung in der operativen Behandlung der iatrogenen Keratektasie, die sich als eine seltene, schwere Komplikation nach LASIK beschreiben lässt [5, 30].

Zusätzlich verhindert die INTACS-Implantation nicht die Durchführung komplementärer operativer Techniken wie die aphake oder phake Intraokularlinsenimplantation oder die Crosslinking-Technik [18]. Die Injektion von Riboflavin in dem Femtosekunden-kreierten Tunnel kann nach UVA-Strahlung zu einer weiteren Stabilisierung des Keratokonus führen [14].

Um unsere visuellen Ergebnisse noch weiter zu verbessern, müssen wir innovative Nomogramme entwickeln. Eine solche Herausforderung erfordert Geduld und ein besseres Verständnis aller 3 Typen der Keratektasie (Keratokonus, pelluzidale marginale Degeneration und Post-LASIK-Keratektasie). Nichtsdestoweniger stellt die INTACS-Implantation eine zusätzliche reliable Methode zur Erweiterung des Spektrums der stadiengerechten Therapie des Keratokonus bei Kontaktlinsenintoleranz dar.

Fazit für die Praxis

- Durch Einsetzen der intrakornealen Ringsegmente wird die Krümmung der Hornhaut reguliert und die Refraktion modifiziert.
- Intra- oder postoperative Komplikationen (inklusive Nonresponder) traten bisher nicht auf.
- Durch die minimal-invasive Operationstechnik mittels Femtosekundenlaser und die potenzielle Reversibilität stellt die INTACS-Implantation eine zusätzliche verlässliche Methode zur Erweiterung des Spektrums der stadiengerechten Therapie des Keratokonus bei Kontaktlinsenintoleranz dar.

Korrespondenzadresse

Dr. M. El-Husseiny

Klinik für Augenheilkunde,
Universitätsklinikum des Saarlandes, UKS
Kirrberger Str. 100, 66424 Homburg/Saar
melhusseiny@hotmail.com

Einhaltung der ethischen Richtlinien

Interessenkonflikt. M.E. Husseiny, T. Tsintarakis, T. Eppig, A. Langenbacher und B. Seitz geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

- Alió JL, Artola A, Ruiz-Moreno JM et al (2004) Changes in keratoconic corneas after intracorneal ring segment explantation and reimplantation. *Ophthalmology* 111:747–751
- Alio JL, Pinero DP, Daxer A (2011) Clinical outcomes after complete ring implantation in corneal ectasia using the femtosecond technology. A pilot study. *Ophthalmology* 118:1282–1290
- Bourges JL, Trong TT, Elies P et al (2003) Intrastromal corneal ring segments and corneal anterior stromal necrosis. *J Cataract Refract Surg* 29:1228–1230
- Burris TE, Baker PC, Ayer CT et al (1993) Flattening of central corneal curvature with intrastromal corneal rings of increasing thickness: an eye bank eye study. *J Cataract Refract Surg* 19:182–187
- Carrasquillo KG, Rand J, Talamo JH (2007) Intacs for keratoconus and post-LASIK ectasia: mechanical versus femtosecond laser-assisted channel creation. *Cornea* 26:956–962
- Colin J, Cochener B, Savary G et al (2001) INTACS inserts for treating keratoconus: one year results. *Ophthalmology* 108:1409–1414
- Coskunseven E, Kymionis GD, Tsiklis NS et al (2001) Complications of intrastromal corneal ring segment implantation using a femtosecond laser for channel creation: a survey of 850 eyes with keratoconus. *Acta Ophthalmol* 89:54–57
- Daxer A (2009) CISIS: Reversible chirurgische Behandlung hoher Kurzsichtigkeiten und des Keratoconus. *Spektrum Augenheilkd* 23:39–41
- Daxer A (2008) Corneal intrastromal implantation surgery for the treatment of moderate and high myopia. *J Cataract Refract Surg* 34:194–198
- Ertan A, Colin J (2007) Intracorneal rings for keratoconus and keratectasia. *J Cataract Refract Surg* 33:1303–1314
- Feizi S, Javadi MA, Jamali H et al (2010) Deep anterior lamellar keratoplasty in patients with keratoconus: big bubble technique. *Cornea* 29:177–182
- Galvis V, Tello A, Delgado J et al (2007) Late bacterial keratitis after intracorneal ring segments (Ferrara ring) insertion for keratoconus. *Cornea* 26:1282–1284
- Kamburoglu G, Ertan A, Saraçbasi O (2009) Measurement of depth of Intacs implanted via femtosecond laser using Pentacam. *J Refract Surg* 25:377–382
- Kilis A, Kamburoglu G, Akinci A (2012) Riboflavin injection into the corneal channel for combined collagen crosslinking and intrastromal corneal ring segment implantation. *J Cataract Refract Surg* 38:878–883
- Kracher JH, Feder RS, Belin MW (1984) Keratoconus and related non-inflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 28:293–322
- Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS et al (2007) Long-term follow-up of Intacs in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 143:236–244
- Kwitko S, Severo NS (2004) Ferrara intracorneal ring segments for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 30:812–820
- Maier P, Reinhard T (2013) Riboflavin UVA cross-linking for keratoconus. *Ophthalmologie* (in diesem Heft)
- McAlister JC, Ardjomand N, Ilari L et al (2006) Keratitis after intracorneal ring segment insertion for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 32:676–678
- Mularoni A, Torreggiani A, Biase A di et al (2005) Conservative treatment of early and moderate pellucid marginal degeneration: a new refractive approach with intracorneal rings. *Ophthalmology* 112:660–666
- Oezertuerk Y, Sari ES, Kubaloglu A et al (2012) Comparison of deep anterior lamellar keratoplasty and intrastromal corneal ring segment implantation in advanced keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 38:324–332
- Pinero DP, Alio JL (2010) Intracorneal ring segments in ectatic corneal disease – a review. *Clin Experiment Ophthalmol* 38(2):154–167
- Piñero DP, Alio JL, Morbelli H et al (2009) Refractive and corneal aberrometric changes after intracorneal ring implantation in corneas with pellucid marginal degeneration. *Ophthalmology* 116:1656–1664
- Rabinowitz YS (2006) INTACS for keratoconus. *Int Ophthalmol Clin* 46:91–103
- Samimi S, Leger F, Touboul D, Colin J (2007) Histopathological findings after intracorneal ring segment implantation in keratoconic human corneas. *J Cataract Refract Surg* 33:247–253
- Sharif KW, Casey TA, Coltart J (1992) Prevalence of mitral valve prolapse in keratoconus patients. *J R Soc Med* 85:446–448
- Swann PG, Waldron HE (1986) Keratoconus: the clinical spectrum. *J Am Optom Assoc* 57:204–209
- Tomidokoro A, Oshika T, Amano S et al (2000) Changes in anterior and posterior corneal curvatures in keratoconus. *Ophthalmology* 107:1328–1332
- Touboul D, Pinsard L, Mesplier N et al (2012) Correction of irregular astigmatism with intracorneal ring segments. *J Fr Ophtalmol* 35:212–219
- Tunc Z, Helvacioğlu F, Sencan S (2011) Evaluation of intrastromal corneal ring segments for treatment of post-LASIK ectasia patients with a mechanical implantation technique. *Indian J Ophthalmol* 59:437–443



Kommentieren Sie diesen Beitrag auf springermedizin.de

► Geben Sie hierzu den Beitragstitel in die Suche ein und nutzen Sie anschließend die Kommentarfunktion am Beitragsende.