

S. Taneri¹ · D. T. Azar²

¹ Department of Ophthalmology, Massachusetts Eye and Ear Infirmary, Harvard Medical School, Boston

² Zentrum für Refraktive Chirurgie Münster, Hohenzollernklinik, Münster

Ablation auf der Unterseite eines LASIK-Flaps

Neues Instrument und Verfahren zum kontinuierlichen Eye-Tracking

Die Laser-in-situ-Keratomileusis (LASIK) ist derzeit die bei refraktiven Chirurgen und Patienten gleichermaßen populärste Methode zur Korrektur von geringen und mittleren Ametropien. Die LASIK verdankt ihren Erfolg der schnellen Visuserholung, der Präzision der Ergebnisse und einer hohen Sicherheit. Die meisten Komplikationen können in der Regel ohne Verlust an bestkorrigierter Sehschärfe (BKSS) beherrscht werden [11, 14, 17]. Lediglich die seltenen Infektionen im frühen postoperativen Zeitraum und die ebenfalls seltene keratokonusartige Vorwölbung der Hornhaut im Langzeitverlauf könnte zur Hornhauttransplantation führen [1, 4, 5, 7, 12, 20]. Prinzipiell wird die Hornhaut bei der LASIK zusätzlich zur Ablation auch durch die Anlage einer oberflächlichen Lamelle (Flap) tektonisch geschwächt. Darum sind Keratektasien nach LASIK eine gefürchtete Komplikation, während sie bei oberflächlichen stromalen Ablationen (PRK, LASEK, Epi-LASIK) praktisch keine Rolle spielen [3, 15, 16, 18]. Unklar ist, wie dick das hintere stromale Bett nach LASIK sein muss, um die Vorwölbung der Hornhaut zu vermeiden. International werden 250 µm und von konservativeren Experten die Hälfte der ursprünglichen zentralen Hornhautdicke als Minimum angesehen. Demgegenüber steht eine kleine Anzahl von Fallberichten, wo eine Keratektasie auftrat, obwohl mindestens 300 µm Stroma unberührt blieben [12, 13].

Eine erneute Ablation des stromalen Bettes nach primärer Laser-in-situ-Keratomileusis (Re-LASIK) konnte als zusätzlicher Risikofaktor für die Entwicklung einer iatrogenen Keratektasie identifiziert werden [13]. Eine weitere Ausdünnung des Flaps hingegen lässt keine zusätzliche tektonische Schwächung der Hornhaut erwarten, da man davon ausgehen muss, dass der Flap nicht zur Stabilität beiträgt. Eine Re-LASIK auf der Unterseite des Flaps ist also einer zweiten Ablation des stromalen Bettes vorzuziehen und schon beschrieben [10, 12, 17, 20]. Problematisch war aber bislang, dass dies nicht mit einer Kontrolle der korrekten Platzierung der Laserspots durch einen Eye-Tracker möglich war, was eine fehlplatzierte bzw. dezentrierte Abtragung begünstigt. Darum haben wir ein Instrument (Geuder, Heidelberg, Deutschland, SO 1882) entwickelt, das eine Re-LASIK mit Eye-Tracker-Kontrolle auf der Unterseite des Flaps ermöglicht.

Patienten und Methoden

Diese retrospektive nicht vergleichende Fallserie umfasst Patienten, die zwischen September 2004 und August 2005 im Zentrum für Refraktive Chirurgie Münster eine Reablation auf der Unterseite eines LASIK-Flaps hatten. Die Daten wurden der Patientenakte entnommen.

Eine Re-LASIK wurde auf der Unterseite des LASIK-Flaps durchgeführt, wenn

rechnerisch eine minimale Flapdicke von 90 µm nach Ablation nicht unterschritten würde, um Faltenbildung und eine Verletzung der Bowman-Schicht oder Buttonholes zu vermeiden.

12 Nachbehandlungen auf der Flapunterseite wurden bei 10 Patienten (8 einseitig, 2 beidseitig) durchgeführt. Die Nachbeobachtungsdauer betrug mindestens 1 Monat. Das mittlere Alter der 7 weiblichen und 3 männlichen Patienten betrug 29 Jahre (Spannbreite: 18–45 Jahre). 5 rechte und 7 linke Augen wurden behandelt. Ein Auge wurde später noch einmal am posterioren Stroma gelasert, um eine verbliebene Ametropie auszugleichen.

Präoperative Daten vor der Re-LASIK

Die subjektive Refraktion betrug im Mittel sphärisch $-0,19 \pm 1,04$ dpt (Spannbreite $-1,5$ – $+1,5$ dpt), zylindrisch $-0,6 \pm 0,45$ dpt ($-1,25$ – 0). Die BKSS betrug mindestens 1,0, die unkorrigierte Sehschärfe betrug bei einem Auge 0,2 und lag bei den anderen 11 Augen zwischen 0,5 und 0,8.

In allen Augen wurde präoperativ die Hornhautpachymetrie mittels Orbscan I/z (Version 3.14, Bausch & Lomb, Rochester, New York, USA) und Ultraschallpachymetrie (DGH 500, DGH Technology, Exton, PA, USA) bestimmt. Der jeweils kleinere Wert wurde für die weiteren Betrachtungen zugrunde gelegt, um im Zweifel vorzugsweise von einer dünneren

Hornhaut auszugehen und damit mehr Reserven zu haben. Die mittlere zentrale Pachymetrie im Orbscan IIz vor der Re-Lasik betrug $488 \pm 53 \mu\text{m}$ ($418\text{--}594 \mu\text{m}$).

Re-LASIK-Parameter

Die Re-LASIK erfolgte bei 4 Augen mit dem Ziel von $-0,25 \text{ dpt}$ für die Ferne, bei den anderen 8 mit Emmetropie als Zielrefraktion. Um Gewebeabtrag zu sparen, wurde ein Auge mit verbliebenem hyperopem Astigmatismus mit Pluszylinderablation behandelt. Die sphärische Korrektur betrug im Mittel $-0,56 \pm 0,64 \text{ dpt}$ ($-1,5\text{--}0,5 \text{ dpt}$). Die zylindrische Korrektur war im Mittel $-0,17 \pm 0,73 \text{ dpt}$ ($-1,25\text{--}+1,25 \text{ dpt}$). Der maximale Abtrag betrug laut der Vorhersage der Lasersoftware $24,7 \pm 3,9 \mu\text{m}$ ($20\text{--}32 \mu\text{m}$). Die posteriore Stromadicke unter dem LASIK-Flap wurde berechnet, indem die bei der primären LASIK mittels Ultraschallsubtraktionspachymetrie bestimmte Flapdicke und die dem Behandlungsprotokoll des Lasers entnommene maximale Ablationstiefe von der zentralen Hornhautdicke subtrahiert wurden. Bei keinem Auge wäre eine Reststromadicke von $250 \mu\text{m}$ bei einer posterioren stromalen Ablation anstelle der tatsächlich durchgeführten Ablation auf der Flapunterseite unterschritten worden.

Re-LASIK-Technik

Der gleiche Operateur führte alle Behandlungen durch. Alle Patienten erhielten eine halbe Stunde vor der Behandlung 1 Tablette Lexotanil 6 (Bromazepam 6 mg) zur Sedierung und Floxal EDO AT (Ofloxacin 0,3%) zur Infektionsprophylaxe in das zu operierende Auge. Das Auge wurde mit Conjucaïn EDO AT (Oxybutyprocain 0,4%) anästhetisiert. Dann wurde der Flaprand an der Spaltlampe markiert. Eine Wischdesinfektion der Lider wurde mit Povidon-Jod-Lösung (Betaisodona, Mundipharma, Limburg, Deutschland) durchgeführt.

Die Standard-Re-LASIK nach Relift des Flaps wurde wie folgt modifiziert:

- Bei Ablationen mit einer Zylinderkorrektur von mehr als $0,5 \text{ dpt}$ wurde vor dem sterilen Abdecken des Operationsfelds die Horizontallinie durch

die Pupillenmitte mit einem Pendelmarkier (33763, Geuder, Heidelberg, Deutschland) auf dem Hornhautepithel markiert (■ **Abb. 1**). Diese Markierung diente bei aufgeklapptem Flap zur Orientierung, damit die Ablation über dem gewünschten Meridian korrekt ausgerichtet werden konnte. Die Eingangspupillenmitte selbst wurde mit einem Sinskey-Haken und Gentian-Violett markiert (■ **Abb. 2**).

- Der Flap wurde auf den neu entwickelten Flaphalter geklappt, auf dessen Plattform eine ringförmige schwarze Markierung angebracht war (■ **Abb. 3, 4**). Der Flap haftet dabei durch Adhäsion am Halter und folgt dadurch dessen Bewegungen, kann aber in der Horizontalen verschoben werden, um ihn wie gewünscht zu positionieren. Die Zähnchen des Flaphalters dienen der Fixation und Führung des Bulbus.
- Der Eye-Tracker eines Bausch & Lomb Technolas 217z Lasers wurde auf die Pupillenmittlenmarkierung ausgerichtet; daher war es nicht nötig, die Pupillenmarkierung genau in der Mitte der ringförmigen Markierung zu platzieren.
- Die Ablation wurde durchgeführt unter Berücksichtigung der Achsspiegelung nach folgender Formel [19]:

Achse auf der Flapunterseite = Hingeachse $\times 2 - 180^\circ$ - Achse auf dem stromalem Bett

Wobei ein horizontal verlaufender superiorer Hinge mit 180° gleichgesetzt wurde und sich die Formel dadurch vereinfachte zu:

Achse auf der Flapunterseite = 180° - Achse auf dem stromalem Bett

Nach der Ablation wurde das Interface mit Ringer-Lösung gespült und der Flap repositioniert. Anschließend wurde bei 3 Augen eine Verbandslinse (PureVision, Bausch & Lomb) eingesetzt, weil die epithelialen Flapränder irregulär waren. Die Verbandslinsen wurden am nächsten Tag wieder entfernt.

Ergebnisse

Statt der spontanen willkürlichen und unwillkürlichen Augenbewegungen des Pa-



Abb. 1 ▲ Markierung der Horizontallinie auf der Hornhaut mit Hilfe eines Pendelmarkeurs unmittelbar vor der Re-LASIK



Abb. 2 ▲ Die Eingangspupillenmitte wird mittels Sinskey-Hook mit Gentian-Violett markiert. Die Horizontalachse wurde noch einmal markiert

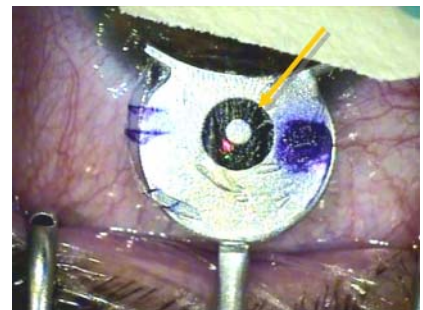


Abb. 3 ▲ Der Flap wird aufgeklappt und auf den Flaphalter gelegt. Der Pfeil zeigt auf die Pupillenmittlenmarkierung

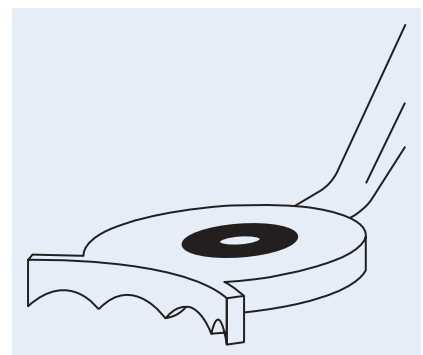


Abb. 4 ▲ Schematische Zeichnung des Flaphalters mit ringförmiger Pupillenmarkierung auf der Plattform und Zähnchen zur Fixation des Bulbus. (Mit freundlicher Genehmigung der Geuder AG)

tienten bei einer Ablation in üblicher Manier galt es, die Handbewegungen des Operateurs zu kompensieren, der mit Hilfe der Zähnchen des Flaphalters den Bulbus in einer nach unten geneigten Position fixierte. Der Flap haftete dabei durch Adhäsion am Flaphalter. Eine kontinuierliche Verfolgung der Markierung auf dem Flaphalter durch den Eye-Tracker war möglich. Es war vorteilhaft, die natürliche Pupille bei der Ablation mit einem Tupfer abzudecken, um Irritationen des Eye-Trackers zu vermeiden. Alle Ablationen konnten ohne Dezentrierung durchgeführt werden.

Sicherheit. Nach 1 Monat war kein Zeilenverlust von mehr als 1 Zeile mehr zu verzeichnen. Ein Auge gewann 1 Zeile.

Wirksamkeit. Ein Auge hatte nach 1 Monat einen unkorrigierten Visus von 0,4 mit einem Refraktionsdefizit von +0,5 $-1,25/170^\circ$ und wurde nach weiteren 2 Monaten wegen dieser Überkorrektur erneut behandelt. Danach betrug der unkorrigierte Visus 1,0. Ein weiteres Auge hatte eine UKSS von 0,9 nach 1 Monat, die anderen von mindestens 1,0.

Nachbehandlung. Innerhalb des ersten Jahres wurden 2 Augen erneut nachbehandelt. Die Re-Re-LASIK erfolgte im posterioren Stroma aufgrund einer initialen Überkorrektur (1 Auge) bzw. nach Regression nach 9 Monaten.

Komplikationen. Bei einem Auge kam es zu einer auf den Flaprand begrenzten und selbstlimitierenden Epithelwucherung in das Interface. Es traten keine Flapkomplikationen wie Striae, Falten oder Haze-Bildung infolge einer Alteration der Bowman-Schicht auf. Es wurden keine Visus bedrohenden Komplikationen einschließlich Infektionen, störenden Dezentrierungen, Stromaeinschmelzungen, persistierenden Epitheldefekten, Narbenbildung und Keratektasie beobachtet.

Diskussion

In den letzten Jahren hat sich die LASIK immer häufiger gegen andere Verfahren zur Refraktionskorrektur durchgesetzt. Als Erfolgsgeheimnis können die schnel-

le und schmerzlose visuelle Rehabilitation angesehen werden. Nachteilig ist das damit verbundene Keratektasierisiko, besonders bei Patienten mit dünner Hornhaut oder relativ großer Ablation. Es besteht weitgehend Konsens darüber, dass die Dicke des posterioren stromalen Bettes nach Ablation 250–300 μm nicht unterschreiten sollte, um eine ausreichende tektonische Stabilität zu gewährleisten. Leider können wir die biomechanischen Eigenschaften der Hornhaut derzeit in der klinischen Routine nicht bestimmen und daher die individuelle Mindestdicke nicht vorhersagen. Unbestritten ist, dass die jeweilige Hornhaut umso stabiler ist, je mehr posteriores Stroma unberührt geblieben ist, da man davon ausgehen muss, dass der Flap nicht mehr zur tektonischen Stabilität beiträgt. Darum liegt der Gedanke nahe, eine Nachlaserung auf dem anterioren Stroma des LASIK-Flaps als PRK oder LASEK durchzuführen, um das stromale Bett nicht weiter zu verdünnen. Diese Vorgehensweise ist relativ unabhängig von der Augentiefe und der Lidspaltenweite. Des Weiteren bleibt die natürliche Hornhautkrümmung bei der Behandlung erhalten und auch wellenfrontgestützte Ablationen sind so möglich. Als entscheidenden Nachteil gegenüber einer Re-LASIK muss man jedoch die längere Rekonvaleszenzzeit berücksichtigen. Gerade bei einer Ablation auf dem Flap kommt es nicht selten zu einer klinisch relevanten Trübungsbildung („haze“), die über Monate zu Blendung und reduzierter Sehschärfe führen kann [11, 17]. Daher ist eine weitere alternative Option zur Nachlaserung des stromalen Bettes nach LASIK wünschenswert, insbesondere wenn die Flap- und Stromadicke nach der ersten Behandlung nicht bekannt sind.

Gegenwärtig versuchen die meisten refraktiven Chirurgen eine Flapdicke von 90–150 μm zu erzielen, von denen ungefähr 55 μm auf das Epithel entfallen. Der übrige stromale Anteil gibt dem Flap seine mechanische Festigkeit und sollte nicht zu dünn sein, um Faltenbildungen und irreguläre Astigmatismen zu vermeiden. Sollte nach Ablation der Flapunterseite die Bowman-Schicht alteriert werden, ist mit einer Faltenbildung und einem konsekutivem Verlust an bestkorrigierter Sehschärfe zu rechnen, wie Burrato et al. schon 1992

beschrieben haben [2]. Darum haben wir eine erwartete Flapdicke von 90 μm nach Ablation nicht unterschritten.

Erfolgreiche Ablationen auf der Unterseite eines LASIK-Flaps wurden als isolierte primäre Behandlung [19] oder in Kombination mit einer stromalen Ablation beschrieben [6, 8, 10, 19]. Maldonado hat über die Nachbehandlung von $-0,75$ bis $-3,35$ dpt Restmyopie mit bis zu $-1,5$ dpt verbliebenem Astigmatismus bei 25 und später bei weiteren 17 Augen berichtet, bei denen die stromale Restdicke nach Reablation 250 μm unterschritten hätte [9, 10]. Bei keinem dieser Augen trat eine Keratektasie auf.

Bisher nicht in der „peer-reviewed literature“ erwähnt ist die Ablation auf der Unterseite eines LASIK-Flaps unter kontinuierlicher Eye-Tracker-Kontrolle. Diese ist jedoch beim Einsatz moderner Flying-Spot-Laser mit einer Pulsrate von 50 Hz oder mehr unbedingt wünschenswert, um eine korrekte Platzierung der Laserenergie zu erreichen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass mit Hilfe des neuartigen Flaphalters unter kontinuierlicher Eye-Tracker-Kontrolle auf der Unterseite eines LASIK-Flaps behandelt werden konnte, ohne Dezentrierungen zu verursachen. Auch astigmatische Ablationen konnten nach Spiegelung der Behandlungssachse erfolgreich angegangen werden. Dadurch kann das zusätzliche Keratektasierisiko vermieden werden, das von einer weiteren Ausdünnung des stromalen Bettes nach Standard-Re-LASIK ausgeht. Augen, die bisher nicht nachbehandelt werden konnten, weil die Restdicke von mindestens 250 μm unterschritten werden würde, können auf diese Weise korrigiert werden. Sollte der Flap unbeabsichtigt schon bei der primären LASIK zu dick geschnitten worden sein, ist eine Ablation auf der Flapunterseite denkbar. Weitere Studien sind nötig, um möglicherweise durch schnellere Austrocknung des Flaps im Vergleich zum stromalen Bett bedingt veränderte Ablationsraten durch Anpassung des Nomogramms zu kompensieren. Außerdem könnte die momentan als ebene Fläche gestaltete Auflagefläche in eine der Hornhautkrümmung angenäherte konkave oder konvexe Form modifiziert werden, um den Flap völlig faltenfrei ablegen

S. Taneri · D. T. Azar

Ablation auf der Unterseite eines LASIK-Flaps. Neues Instrument und Verfahren zum kontinuierlichen Eye-Tracking

Zusammenfassung

Hintergrund. Je dünner das posteriore stromale Bett nach Laser-in-situ-Keratomiileusis (LASIK) ist, desto größer ist die Gefahr einer iatrogenen Keratektasie. Bei einer Ablation der Unterseite des LASIK-Flaps konnte bisher kein Eye-Tracker eingesetzt werden, was dezentrierte Abtragungen begünstigt. Ein Verfahren wurde entwickelt, um mit Hilfe eines neuartigen Instruments eine Laserablation mit Eye-Tracker-Kontrolle auf der Unterseite des Flaps durchführen zu können. Erste klinische Ergebnisse werden berichtet.

Patienten und Methoden. Eine Re-Laser-in-situ-Keratomiileusis (LASIK) wurde auf der Unterseite des LASIK-Flaps durchgeführt, wenn rechnerisch eine minimale Flapdicke von 90 µm nach Ablation nicht unterschritten wird. Die Standard-Re-LASIK wurde wie folgt modifiziert: 1. Die Horizontallinie durch die Pupillenmitte und die Eingangspupillen-

mitte selbst wurden mit Gentian-Violett auf dem Hornhautepithel markiert. 2. Der Flap mit superiorem Hinge wurde auf den neu entwickelten Flaphalter geklappt, auf dessen Plattform eine ringförmige schwarze Markierung angebracht war. 3. Der Eye-Tracker eines Bausch & Lomb Technolas 217z Lasers wurde auf die durch den Flap durchscheinende Pupillenmitte markierung ausgerichtet. 4. Die Ablation wurde unter Berücksichtigung der Achsspiegelung nach folgender Formel durchgeführt: Achse auf der Flapunterseite = 180° – Achse auf dem stromalem Bett. 5. Der Flap wurde repositioniert.

Ergebnisse. Eine kontinuierliche Verfolgung der Markierung auf dem Flaphalter durch den Eye-Tracker war in allen 12 mit dieser Technik behandelten Augen möglich. Es war vorteilhaft, die natürliche Pupille bei der Ablation mit einem Tupper abzudecken, um Irritati-

onen des Eye-Trackers zu vermeiden. Alle Ablationen konnten ohne Dezentrierung durchgeführt werden. Ein Verlust an bestkorrigierter Sehschärfe trat nicht auf. Eine Anpassung des Nomogramms wurde nicht durchgeführt. **Schlussfolgerung.** Mit Hilfe des neuartigen Flaphalters konnte unter kontinuierlicher Eye-Tracker-Kontrolle auf der Unterseite eines LASIK-Flaps behandelt werden, ohne Dezentrierungen zu verursachen. Dadurch kann das zusätzliche Keratektasierisiko vermieden werden, das von einer weiteren Ausdünnung des stromalen Bettes nach Standard-Re-LASIK ausgeht.

Schlüsselwörter

LASIK · Re-LASIK · Laserablation · Flapunterseite · Instrument

Ablation on the undersurface of a LASIK flap. Instrument and method for continuous eye tracking

Abstract

Background. The risk of iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis (LASIK) increases with thinner posterior stromal beds. Ablations on the undersurface of a LASIK flap could only be performed without the guidance of an eye tracker, which may lead to decentration. A new method for laser ablation with flying spot lasers on the undersurface of a LASIK flap was developed that enables the use of an active eye tracker by utilizing a novel instrument. The first clinical results are reported.

Patients and methods. Patients wishing an enhancement procedure were eligible for a modified repeat LASIK procedure if the flaps cut in the initial procedure were thick enough to perform the intended additional ablation on the undersurface leaving at least 90 µm of flap thickness behind.

(1) The horizontal axis and the center of the entrance pupil were marked on the epithelial side of the flap using gentian violet dye. (2) The flap was reflected on a newly designed flap holder which had a donut-shaped black marking. (3) The eye tracker was centered on the mark visible in transparency on the flap. (4) Ablation with a flying spot Bausch & Lomb Technolas 217z laser was performed on the undersurface of the flap with a superior hinge taking into account that in astigmatic ablations the cylinder axis had to be mirrored according to the formula: axis on the undersurface = 180° – axis on the stromal bed. (5) The flap was repositioned.

Results. Detection of the marking on the modified flap holder and continuous tracking instead of the real pupil was possible in all of the 12 eyes treated with this technique. It

may be necessary to cover the real pupil during ablation in order not to confuse the eye tracker. Ablation could be performed without decentration or loss of best spectacle-corrected visual acuity. Refractive results in minor corrections were good without nomogram adjustment.

Conclusions. Using this novel flap holder with a marking that is tracked instead of the real pupil, centered ablations with a flying spot laser on the undersurface of a LASIK flap are feasible. Thus, the additional risk of iatrogenic keratectasia associated with stromal enhancement ablations is avoided.

Keywords

LASIK · Repeat LASIK · Laser ablation · Flap undersurface · Instrument

zu können. Dadurch könnten möglicherweise auch induzierte sphärische Aberrationen durch den Kosinuseffekt nach der Erstbehandlung kompensiert werden. Ein Nachteil unserer Methode ist, dass zwar auch ein asphärisches, nicht aber ein individualisiertes Ablationsmuster, also beispielsweise ein aberrationsgestütztes, angewendet werden kann, so lange die Laserhersteller die Pulsfolge nicht spiegeln. Ferner ist mehr Kooperation seitens des Patienten und eine ausreichend weite Lidspalte erforderlich. Außerdem können die mit dem Technolas 217z vorgestellten Ergebnisse nicht auf andere Laser verallgemeinert werden, da diese mit anderen Eye-Tracker-Systemen ausgestattet sind. Vermutlich muss die Form und Farbe der Pupillenmarkierung auf dem Instrument auf verschiedene Lasermodelle angepasst werden.

Fazit für die Praxis

Mit Hilfe des neuartigen Flapalters konnte unter kontinuierlicher Eye-Tracker-Kontrolle auf der Unterseite eines LASIK-Flaps abladiert werden, ohne Dezentrierungen zu verursachen.

Dadurch kann das zusätzliche Keratektasierisiko vermieden werden, das von einer weiteren Ausdünnung des stromalen Bettes nach Standard-Re-LASIK ausgeht. Augen, die bisher nicht nachbehandelt werden konnten, weil eine angemessene Restdicke des posterioren Stromas unterschritten würde, können auf diese Weise korrigiert werden.

Sollte der Flap unbeabsichtigt schon bei der primären LASIK zu dick geschnitten worden sein, ist eine Ablation auf der Flapunterseite denkbar.

Weitere Studien sind nötig, um möglicherweise durch schnellere Austrocknung des Flaps im Vergleich zum stromalen Bett bedingt veränderte Ablationsraten durch Anpassung des Nomogramms zu kompensieren.

Korrespondierender Autor

Dr. S. Taneri



Zentrum für Refraktive Chirurgie Münster, Hohenzollernklinik Hohenzollernring 57, 48145 Münster
taneri@refraktives-zentrum.de

Interessenkonflikt. Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Literatur

- Argento C, Cosentino MJ, Tytiun A (2001) Corneal ectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 27: 1440–1448
- Buratto L, Ferrari M, Rama P (1992) Excimer laser intrastromal keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 113: 291–295
- Feit R, Taneri S, Azar DT et al. (2003) Lasek results. *Ophthalmol Clin North Am* 16: 127–135
- Jabbur NS, Stark WJ, Green WR (2001) Corneal ectasia after laser-assisted in situ keratomileusis. *Arch Ophthalmol* 119: 1714–1716
- Joo CK, Kim TG (2000) Corneal ectasia detected after laser in situ keratomileusis for correction of less than –12 diopters of myopia. *J Cataract Refract Surg* 26: 292–295
- Joo MJ, Kim YN, Hong HC (2005) Simultaneous laser in situ keratomileusis on the stromal bed and undersurface of the flap in eyes with high myopia and thin corneas. *J Cataract Refract Surg* 31: 1921–1927
- McLeod SD, Kislak TA, Caro NC (2000) Iatrogenic keratoconus: Corneal ectasia following laser in situ keratomileusis for myopia. *Arch Ophthalmol* 118: 282–284
- Li LW, Mei WQ, Jun FX (2005) Combined flap undersurface and bed lasik for high myopia. *J Refract Surg* 21 [Suppl 5]: 606–609
- Maldonado MJ (2002) Undersurface ablation of the flap for laser in situ keratomileusis retreatment. *Ophthalmology* 109: 1453–1464
- Maldonado MJ (2005) Laser-assisted in situ keratomileusis posterior ablation platform. *Arch Ophthalmol* 123: 988–990
- Melki SA, Azar DT (2001) Lasik complications: Etiology, management, and prevention. *Surv Ophthalmol* 46: 95–116
- Pallikaris IG, Kymionis GD, Astyrakakis NI (2001) Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 27: 1796–1802
- Randleman JB, Russell B, Ward MA (2003) Risk factors and prognosis for corneal ectasia after lasik. *Ophthalmology* 110: 267–275
- Spigelman AV (2001) Complications of lasik. *J Refract Surg* 17: 475
- Taneri S, Azar DT (2005) Einjahresergebnisse nach LASEK. Retrospektive Analyse mit Hilfe der Refraktionsmatrix bei der Korrektur von mittlerer Myopie und myopem Astigmatismus. *Ophthalmologie* 102: 235–240
- Taneri S, Feit R, Azar DT (2004) Safety, efficacy, and stability indices of lasek correction in moderate myopia and astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 30: 2130–2137
- Taneri S, Koch JM, Melki SA et al. (2005) Mitomycin-c assisted photorefractive keratectomy in the treatment of buttonholed laser in situ keratomileusis flaps associated with epithelial ingrowth. *J Cataract Refract Surg* 31: 2026–2030
- Taneri S, Zieske JD, Azar DT (2004) Evolution, techniques, clinical outcomes, and pathophysiology of lasek: Review of the literature. *Surv Ophthalmol* 49: 576–602
- Versace P, Watson SL (2005) Cornea-sparing laser in situ keratomileusis: Ablation on the flap. *J Cataract Refract Surg* 31: 88–96
- Vinciguerra P, Camesasca FI (2001) Prevention of corneal ectasia in laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 17 [2 Suppl]: 187–189