

Komplikationen der Laser-in-situ-Keratomileusis

(Complications of refractive corneal surgery using the LASIK technique)

G. I. W. Duncker^{1,2}, M. Amm^{1,2}, Th. Hammer¹
(Direktor: Prof. Dr. G. I. W. Duncker)

Zusammenfassung: Komplikationen nach einer Laser-in-situ-Keratomileusis (LASIK) können intraoperativ und postoperativ früh oder spät auftreten. Intraoperative Komplikationen sind häufig Mikrokeratom-assoziiert oder beruhen auf vorbestehenden oberflächlichen Hornhautdystrophien. Beim Auftreten von Schnittfehlern muß der Flap zunächst reponiert werden. Frühestens nach 3 Monaten kann der Eingriff dann wiederholt werden.

Die häufigste Ursache für das Auftreten von Schnittfehlern ist der intraoperative Vakuumverlust des Saugrings. Manuell vorgetriebene Mikrokeratome sollten heute nicht mehr benutzt werden, da die Schnittqualität deutlich schlechter ist. Die Laserablation soll exakt im Zentrum der Hornhaut erfolgen, möglichst entsprechend der optischen Achse des Auges. Epitheldefekte treten vorwiegend bei nicht erkannten Basalmembrandystrophien auf, was auch gehäuft zu Epithelimplantationen in das Interface führt.

Als frühe postoperative Komplikation ist bei 10 % der Patienten eine meist blande, diffuse lamelläre Keratitis zu beobachten, die in der Regel gut auf lokale Steroide anspricht. Nur ausgeprägte Stadien mit Visuseinschränkung (Stadium 3 und 4) erfordern das Anheben des Flaps mit Spülung des Interface. Weitere Komplikationen sind Flapfalten, -infektion und eine Keratektasie sowie Halos.

Z. prakt. Augenheilkd. 26: 189-197 (2005)

Summary: Complications after LASIK surgery can occur intraoperatively, early postoperatively and late postoperatively. Intraoperative complications are often related to the microkeratome used or preexisting superficial corneal dystrophies. In case of an irregular cut or an only partially resected flap it is mandatory to reposition the flap and postpone the laser ablation for minimum three months. Loss of suction is the main reason for a poor microkeratome cut. The surgeon should strictly adhere to the instructions of the microkeratome manufacturer.

Epithelial defects happen mainly in patients with undiagnosed corneal epithelial basement membrane dystrophy (EBMD). Following LASIK in EBMD patients epithelial ingrowth occurs more often.

The cutting quality of manually driven microkeratomes is significantly poorer than using automatically driven microkeratomes. Therefore automatically driven microkeratomes should be preferred. The laser ablation should be right in the centre of the cornea according to the line of sight. High speed eye trackers are mandatory to avoid decentration of the laser ablation.

Early postoperatively the sands of sahara syndrome may occur in up to 10 % of the LASIK treatments. This non-infectious inflammation responds to local corticosteroids very well. Only in stage 3 and 4 lifting of the flap and rinsing of the interface might be necessary. This paper deals also with the management of flap striae, flap infections, epithelial ingrowth, post-LASIK keratectasia and halos.

Z. prakt. Augenheilkd. 26: 189-197 (2005)

¹Augen-Laser-Zentrum, Halle GmbH
An-Institut zur Entwicklung und Evaluierung refraktiv-chirurgischer Instrumentarien und Operationsverfahren,

²Universitäts-Augenklinik, Halle

LASIK-Chirurgie: Retinale Komplikationen treten nicht vermehrt auf

Die Inzidenz von LASIK-Komplikationen wird heute zwischen 0,68 % [11] und 2,1 % angegeben [10]. Die meisten LASIK-Komplikationen lassen sich durchaus gezielt behandeln und haben größtenteils auf das endgültige visuelle Ergebnis nur einen geringen Einfluß [1]. Insbesondere zu Beginn der LASIK-Ära wurde verschiedentlich auf eine möglicherweise höhere Ablatorate auf Grund der kurzzeitigen Erhöhung des intraokularen Druckes und der Kompression der Glaskörperbasis durch den Mikrokeratomschnitt hingewiesen.

Große Feldstudien konnten jedoch überzeugend nachweisen, daß die Ablatioinzidenz nach LASIK in etwa dem Risiko nichtoperierter Augen entspricht und wahrscheinlich sogar gering darunter angesiedelt werden muß, da die LASIK-Patienten präoperativ in aller Regel eine exakte Fundusdiagnostik erhalten [2]. Dadurch wird eine prophylaktische Behandlung von Ablativorstufen möglich, die bei einer unbehandelten und nicht-ausdiagnostizierten Kontrollgruppe eher die Ausnahme ist.

Bei J. F. Arevalo et al. traten in ihrer Studie bei den nachuntersuchten 29916 gelaserten Augen insgesamt 14 rhegmatogene Ablationes auf, die jedoch in keinem unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang zur LASIK standen, zusätzlich zeigten sich 4 Netzhautforamina bei anliegender Netzhaut und eine juxtafoveale CNV (die Inzidenz vitreoretinaler pathologischer Veränderungen betrug 0,06%) [2].

Insgesamt gibt es bis heute keine eindeutigen Belege dafür, daß pathologische Netzhautveränderungen Komplikationen der LASIK-Chirurgie darstellen.

Komplikationen nach LASIK: Intraoperativ sowie früh und spät postoperativ

Bei den LASIK-Komplikationen werden intra-, frühpost- und spätpostoperative Komplikationen unterschieden.

Die intraoperativen Komplikationen werden wesentlich von der Schnittqualität der einzelnen Mikrokeratome beeinflusst. Bestimmte Schneidkopfkonfigurationen (z. B. die frühen Hansatome-Konstruktionen, evtl. auch das Carriazo-Barraquer-Mikrokeratom) scheinen gehäuft mit der Aus-

bildung von Epitheldefekten einherzugehen. Intraoperative Flapkomplikationen, wie vorzeitiger Mikrokeratom-Stopp mit zentralem Hinge oder irreguläre Schnitte lassen sich mit modernen, vollautomatischen Mikrokeratomen auf unter 0,5 % drücken [7].

Das Risiko einer bakteriellen Keratitis nach LASIK wird mit weniger als 1 ‰ angegeben [4]. Dennoch wurden auch bilaterale mikrobielle Infektionen nach LASIK berichtet. Deshalb sollten auch aus forensischen Gründen grundsätzlich die Mikrokeratom-Einmalklingen nur für ein einziges Auge eingesetzt werden. Bei Patienten mit einer Störung der Immunabwehr ist das bilaterale Infektionsrisiko erhöht [6, 12]. Bei nicht anders zu beherrschenden Infektionen können Flap-Amputationen erforderlich werden [8]. Der Flap muß in solchen Fällen vollständig entfernt werden; bei Durchwanderungs-Keratitis kann eine Keratoplastik erforderlich werden.

Präoperatives Screening zur Vermeidung von LASIK-Komplikationen ausschlaggebend

Die kritische präoperative Untersuchung von refraktiven Patienten hilft, mögliche Komplikationen im Vorfeld zu erkennen und das Komplikationsrisiko dadurch zu mini-

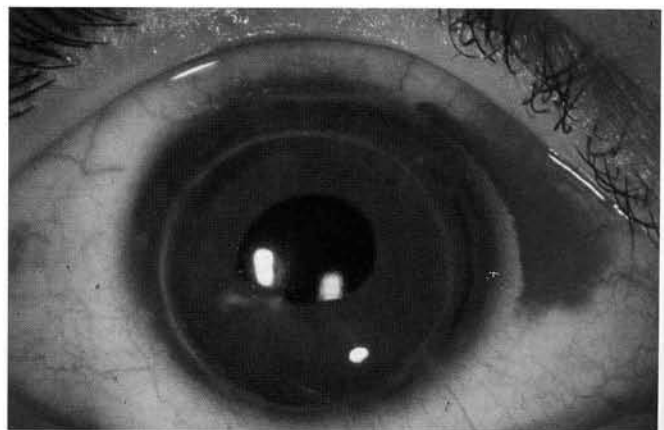


Abbildung 1: Keratom-Saugring-induziertes Hyposphagma im nasal oberen Quadranten am ersten Tag nach LASIK wegen eines myopen Astigmatismus nach Autorotationskeratoplastik. Deutlich zu sehen ist die limbusnahe sogbedingte Unterblutung.

mieren [5]. Grundsätzlich sollten Hornhäute, die zentral dünner als 500 μm sind, nicht mit einer LASIK behandelt werden. Eine Kalkulation der stromalen Restdicke sollte erfolgen, um eine späte korneale Ektasie zu vermeiden: Hierbei sollte die Varianz in der Schnittdicke des Flaps bei dem individuell benutzten Mikrokeratom mit einkalkuliert werden.

Die Hornhauttopographie hilft, Keratokonus-verdächtige Patienten zu erkennen, bei denen eine LASIK kontraindiziert ist. Wird die Behandlung auf Myopien von maximal -8 bis -10 dpt und Hyperopien sowie Astigmatismen von nicht mehr als 3 dpt beschränkt, entspricht die postoperative Refraktion in der Regel dem angestrebten Wert und bleibt stabil. Voraussetzung ist, daß die präoperative Refraktion des Patienten von vornherein seit mindestens 1 Jahr - besser 2 Jahren - stabil war.

Korneale Dystrophien, insbesondere Basalmembrandystrophien wie die Map-dot-Fingerprint-Dystrophie werden mit Oberflächenablationsverfahren behandelt, d. h. nach Epithelentfernung wird eine reguläre Photorefraktive Keratektomie (PRK) durchgeführt, da die LASIK bei diesen Fällen nahezu zwangsläufig zu großflächigen Epithelabderungen führt.

Ob Autoimmunerkrankungen wie beispielsweise der Lupus erythematoses tatsächlich zu einer erhöhten Kom-

plikationsrate der LASIK führen, wird gegenwärtig noch kontrovers diskutiert. Patienten, die zu proteolytischen Korneaeinschmelzungen neigen, wie etwa Patienten mit chronischer Polyarthrit, sind ganz sicher keine geeigneten Kandidaten für eine lamelläre refraktive Hornhautchirurgie.

Blepharitiden müssen behandelt sein, bevor eine LASIK durchgeführt wird. Grundsätzlich sollten auch Patienten mit einer mesopischen Pupillenweite von mehr als 8 mm von einer LASIK, aber auch von anderen refraktiven Eingriffen einschließlich der Implantation phaker Intraokularlinsen ausgeschlossen werden, weil diese Patienten in hohem Maße Gefahr laufen, unter Nachtfahrtauglichkeit und postoperativer monokularer Diplopie gerade unter Dämmerungsbedingungen zu leiden.

Die Berücksichtigung der keratometrischen Bestimmung der Hornhautradien und der keratometrischen Grenzwerte des Keratomherstellers hilft, intraoperative Komplikationen wie einen Knopflochschnitt („button-hole“; Abbildung 2) oder das Schneiden einer freien Hornhautlamelle („free cap“; Abbildung 3) zu vermeiden.

Eine Knopflochschnitt entsteht bei meist zu steilen Hornhäuten durch Einbuckelung der Hornhautapex während der Mikrokeratompassage. Ein free cap kommt bevorzugt bei zu flachen Hornhäuten vor.

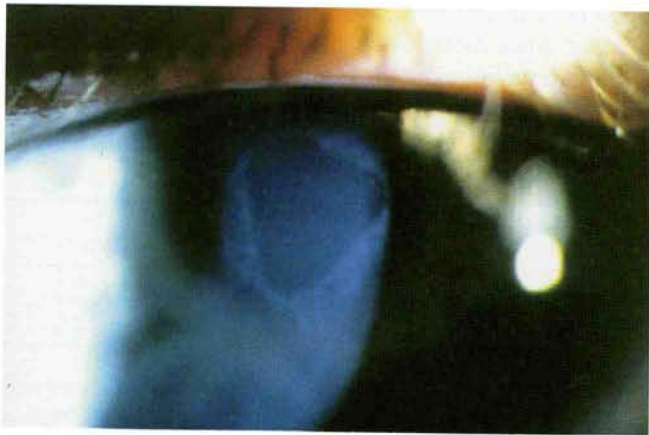


Abbildung 2: Befund am 2. Tag nach Knopfloch-Schnitt (button hole). Deutlich zu erkennen die zentrale Insel intakter Hornhaut.

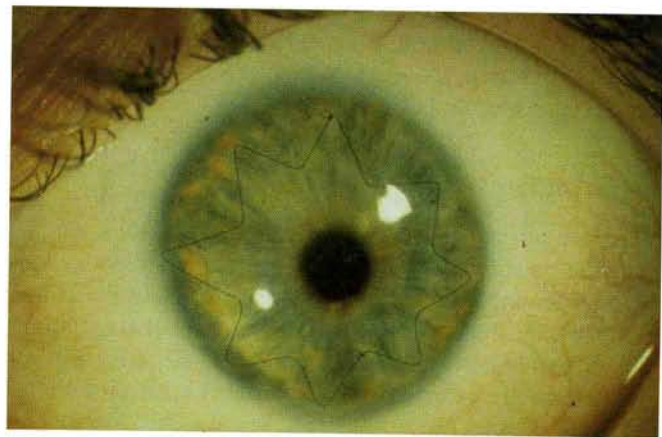


Abbildung 3: Befund eine Woche nach Schneiden eines „free cap“ bei Cornea plana und Mikrophthalmus. Die freie Hornhautlamelle wurde mit einer fortlaufenden Nylonnaht gesichert.

Intraoperative Komplikationen: Knopflochschnitt und free cap

Knopflochschnitt bei zu steiler Hornhaut

Intraoperative Komplikationen beruhen in der Entwicklungsphase der LASIK häufig auf technisch-instrumentellen Unzulänglichkeiten der eingesetzten Mikrokeratome, was dann zu Schnittfehlern führte, die bevorzugt bei Vakuumverlust auftraten.

Aber auch mit den modernen, vollautomatischen Mikrokeratomen treten Schnittkomplikationen bevorzugt dann auf, wenn die keratometrischen Limits der Mikrokeratome überschritten werden. Die Gefahr beispielsweise, ein Knopfloch zu schneiden, besteht immer dann, wenn die Hornhäute zu steil sind, d. h. die keratometrischen Werte über 48 dpt liegen. Als Folge der Einbuckelung des Apex corneae kommt es zu einem „button-hole“ (Abbildung 2). Durch den Anstieg des Widerstandes der Keratom Klinge beim Schneiden zum Apex der Hornhaut hin neigen vor allem rotierende Mikrokeratome zu einem Knopflochschnitt. In diesem Fall sollte keine Laserablation durchgeführt werden. Es wird vielmehr empfohlen, das Epithel von der zentral erhaltenen, intakten Hornhaut-Insel zu entfernen und den Flap zu repositionieren.

Durch vorhergehende Applanation der Hornhaut können dagegen vorwiegend lineare Mikrokeratome unter konstanten Druckverhältnissen schneiden.

Allerdings sind auch diese nicht komplikationslos: Auch lineare Mikrokeratome können beispielsweise zu einem „free cap“ führen, wenn es zu einem Sogverlust während des Schnittes kommt.

Bei zu flacher Hornhaut „free cap“

Wird bei zu flacher Hornhaut ein free cap geschnitten, so kann dieses entweder in üblicher Weise readaptiert werden – d. h. wie eine Kontaktlinse auf den Hornhautdefekt und das stromale Bett aufgelegt werden –, wobei sorgfältig 2 bis 3 Minuten gewartet werden sollte, bis die Adhäsion der freien Lamelle gesichert ist. Ergänzend kann eine therapeutische Kontaktlinse angepaßt werden. Als Alternative bietet sich an, den Lentikel durch eine fortlaufende Naht für 1-2 Wochen zu sichern (Abbildung 3). Free caps entstehen bevorzugt, wenn die Hornhaut flacher als 38 dpt ist. Mit dieser Komplikation muß vor allem auch bei vor-

operierten Augen dann gerechnet werden, wenn auf Grund von Bindehautverwachsungen und Tenonvernarbungen eine stabile Ansaugung des Bulbus erschwert ist.

Sistieren des Mikrokeratoms

Die Wahrscheinlichkeit eines intraoperativen Sistierens des Mikrokeratoms sollte durch einen vorhergehenden Mikrokeratomtest minimiert werden. Sollte das Keratom dennoch einmal hängen bleiben, kann durch ein erneutes „Durchstarten“ des Fußschalters und unter Belassung des Soges der Schnitt wie geplant zu Ende geführt werden, ohne daß eine Schnittstufe entsteht. Ist dies nicht möglich, sollte der Sog gelöst werden und der Mikrokeratomkopf vorsichtig vom Auge abgehoben werden. Befindet sich dann der sogenannte „hinge“ (die tüflügelartige Verbindung des Flaps mit der Hornhaut) noch im Bereich der geplanten Ablationszone oder gar nahe der optischen Achse, sollte die Hornhautlamelle erst wieder verheilen und nach 3 Monaten erneut eine LASIK durchgeführt werden. Letztlich bleibt das refraktive Ergebnis langfristig in den allermeisten Fällen hiervon unbeeinflusst.

Wichtig! In jedem Fall soll bei jeder Art von Schnittfehlern die eigentliche Laseroperation um mindestens 3 Monate verschoben werden. Dann kann erneut geschnitten werden, wobei bei dem Wiederholungsschnitt möglichst ein tieferer Schnitt gewählt werden sollte (dickeres plate), um das frühere, häufig irreguläre Wundbett zu vermeiden. In Zukunft werden solche Re-Behandlungen nach vorausgegangenem Schnittfehler eines mechanischen Mikrokeratoms bevorzugt berührungsfrei mit dem Femtosekundenlaser durchgeführt werden können, was für den Patienten gerade bei Wiederholungsschnitten zu einer größeren Sicherheit bei der Keratomie führt.

Intraoperative Komplikationen: Massive Dezentrierung der Ablation

Eine der ernstesten intraoperativen Komplikationen stellt eine massive Dezentrierung der Ablation dar (Abbildung 4). Dies kann durch fehlerhafte Justierung des Eyetrackers oder auch einen von vornherein defekten Eyetracker provoziert werden, aber auch durch paralaktische Verschiebungen der Ablation, infolge von Kopfverrollungen und

Bewegungen des Patientenkopfes während der Behandlung sind Dezentrierungen möglich. Hierbei wird zwar transpupillar, die Ablation eingestellt, aber aufgrund von Bulbusverrollungen werden exzentrische Hornhautpartien gelasert. Dies kann durch die exakte Positionierung des Patientenkopfes und durch mehrmalige Kontrolle der korrekten Zentrierung während des Ablationsvorganges vermieden werden. Ist es einmal zu einer massiven Dezentrierung, wie sie die Topographie in Abbildung 4 zeigt, gekommen, ist eine laserchirurgische Korrektur (exzentrische Ablation der Gegenseite) nur in ausgewählten Fällen noch möglich, häufig bleibt nur die Versorgung mit einer Kontaktlinse als Möglichkeit einer optischen Rehabilitation.

Der Saugring kann durch Ruptur konjunktivaler Gefäße zu einem Hyposphagma führen, das allein kosmetischer Natur ist und keiner weiteren Behandlung bedarf (Abbildung 1). Durch den Hornhautschnitt kann es jedoch gerade bei Kontaktlinsenträgern auch zu limbalen Blutungen bis in das Interface hinein kommen. Hier sollte notfalls mit Saugtupfern gewährleistet werden, daß die Blutung aus limbalen Gefäßen nicht mit der kornealen Laserablation interferiert, was dann zu einer Unterkorrektur führt. Blutungsreste sollten am Ende der LASIK aus dem Interface herausgespült werden.

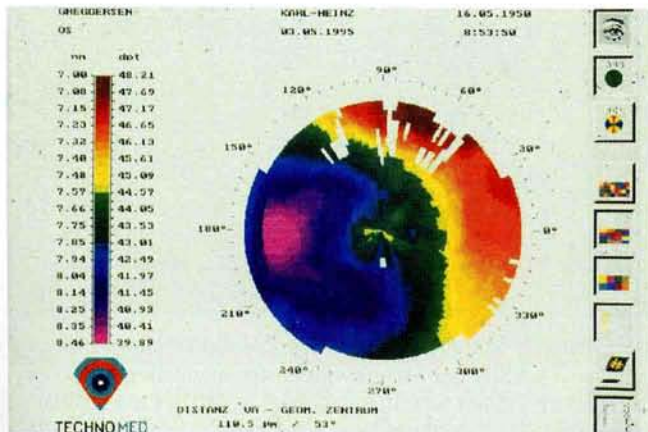


Abbildung 4: Ausgeprägter Befund einer Dezentrierung ein halbes Jahr nach LASIK bei Myopie. Die myope Ablation (blau) ist deutlich aus der optischen Mitte verschoben.

Frühe postoperative Komplikationen: Keratitis, Interface-Reaktion und Falten

Diffuse lamelläre Keratitis:

Bis zu 10 % der Patienten betroffen

Die wichtigste frühe postoperative Komplikation ist die diffuse lamelläre Keratitis. Die auch als „sands of sahara-Syndrom“ (SOS-Syndrom) bekannte Komplikation, tritt in der Regel 12 bis 24 Stunden nach der LASIK auf. Sie ist eine unspezifische immunologische Reaktion und geht praktisch nie mit Schmerzen einher. Es werden 4 Stadien der diffusen lamellären Keratitis unterschieden:

- ◆ Stadium I: puderzuckerartige Verdichtung im Interface mit nichtkonfluierenden sandartigen Infiltraten.
- ◆ Stadium II: sanddünenartig konfluierende Infiltrate; der Patient nimmt subjektiv eine nebelartige Sehverschlechterung wahr.
- ◆ Stadium III: schneeballartige Konglomerate (Abbildung 6).
- ◆ Stadium IV: zu den Interface-Konglomeraten tritt zusätzlich eine Chemosis sowie eine Lidschwellung hinzu.

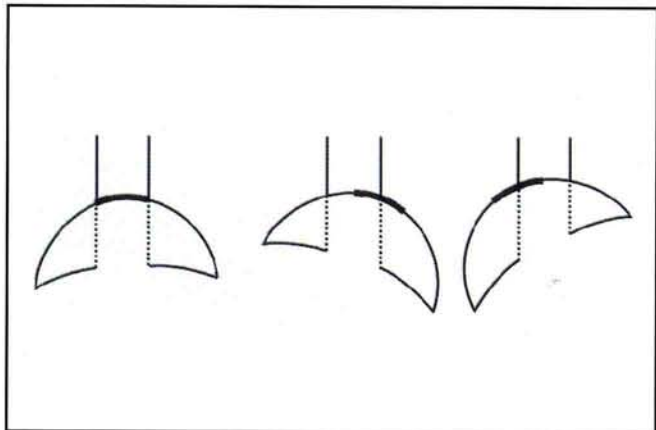


Abbildung 5: Eine genaue Zentrierung ist nur bei perpendikulärer Ausrichtung von Bulbus und Gesichtsschädel möglich; die Abbildung zeigt die paralaktische Verzerrung des Strahlenganges bei Verrollung des Kopfes.

Spaltlampenmikroskopisch lassen sich die Stadien der diffusen lamellären Keratitis sicher diagnostizieren. Eine konfokale mikroskopische Beurteilung ist auch möglich [3].

Stadium I und II können durch stündliches Tropfen eines Kortisonpräparates beherrscht werden. Es hat sich bewährt, bereits intraoperativ zusätzlich zu einem konservierungsmittelfreien Antibiotikum ein Steroidpräparat zu tropfen. Hierdurch konnte die Inzidenz der diffusen lamellären Keratitis – in einigen Studien liegt diese bei bis zu 10 % der Patienten vor – drastisch reduziert werden.

Stadium III und IV erfordern die Lentikelanhebung und das Spülen des Interfaces mit BSS (balanced salt solution) und Steroiden. Intraoperative Epithelläsionen und postoperative Epitheldefekte scheinen in besonderer Weise zu einer diffusen lamellären Keratitis zu prädisponieren. Eine unbehandelte diffuse lamelläre Keratitis, die bis zum Stadium IV fortschreitet, kann zu stromalen Einschmelzungen und sekundären Hyperopisierungen mit irregulärem Astigmatismus führen. Rückstände im Autoklaven wie Bakterientoxine und Lipopolysaccharide können zu einer epidemieartigen Zunahme der diffusen lamellären Kerati-

tis führen und die Verwendung von Einmalkeratomern erforderlich machen.

Eine Interface-Reaktion, d.h. eine Trübung im Schnittbereich, wird häufig nach Verrutschen des Flaps gesehen. Ein solches sogenanntes „flap displacement“ tritt gewöhnlich in den ersten 24 Stunden nach LASIK auf (Abbildung 6). Ein Grund für das Verrutschen kann darin liegen, daß dem LASIK-Flap nicht genügend Zeit zur Adhäsion gewährt wird. Zur sicheren Wiederanheftung der türflügelartigen Hornhautlamelle am Ende der LASIK-Operation warten wir gewöhnlich 3 Minuten zu und kontrollieren den Patienten eine halbe Stunde nach der LASIK hinsichtlich des korrekten Sitzes des Flaps an der Spaltlampe. Ein akzidentelles Verrutschen des Flaps führt neben einer diffusen lamellären Keratitis nicht selten auch zu einer Epithelimplantation (Abbildung 7, 8).

Bildung von Falten: Frühes Eingreifen notwendig

Zu den frühpostoperativen Komplikationen zählt die Ausbildung von Falten (Striae). Sie wurde mit Inkongruenzen

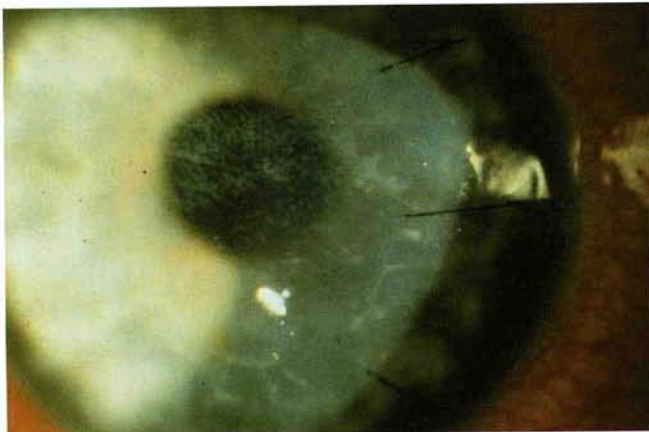


Abbildung 6: Interface-Keratitis (DLK III) drei Tage nach LASIK bei Myopie mit anschließender Flap-Dislokation bei einer Handball-Spielerin: Deutlich sind die konfluierenden Interface-Infiltrate zu erkennen, der Flap wurde mit Einzelknopfnähten für 10 Tage gesichert.



Abbildung 7: Schraubenförmige Epithelimplantation ein halbes Jahr nach LASIK bei Myopie mit einem manuellen Mikrokeratom und irregulärer Schnittpolbildung. Abfall des unkorrigierten Visus auf 0,3, Ausbildung eines irregulären Astigmatismus. Die weißen Hornhauttrübungen sind in die Wunde eingeschleppte Epithelien.

zwischen der Rückseite des Flaps und dem ablatierten Hornhautbett erklärt. Folgerichtig sollte die Inzidenz von Striae mit zunehmender Höhe der Laserkorrektur zunehmen. Wenngleich eine Faltenbildung im Flap nicht notwendigerweise eine Visusverschlechterung hervorruft, sollte zumindest immer dann eine Revision des Flaps vorgenommen werden, wenn die Falten konvergieren und zu einer Visusbeeinträchtigung führen.

Das erfolgreichste Manöver ist hierbei, den Flap frühzeitig wieder anzuheben und die Falten auszustreichen und gegebenenfalls auch den Flap zu deepithelialisieren, um fixierte Falten wieder zu lösen. Die Devise ist hierbei: „Je früher, um so besser“. Je länger die Falten bestehen, um so schwieriger wird es, sie zu eliminieren.

Jeder deutliche Abfall im bestkorrigierten Visus eine Woche nach LASIK sollte dazu Anlaß geben, peinlich genau den Flap auf das Vorliegen von Falten zu untersuchen. Häufig zeigen sich Faltenbildungen besonders gut, wenn man den Flap im regredienten Licht betrachtet. Die erneute Flap-Intervention sollte innerhalb der ersten Woche nach der LASIK erfolgen. Gegebenenfalls kann mit hypotonen

Lösungen versucht werden, den Flap zu quellen und die Falten zusätzlich zu verstreichen.

Trockenes Auge: Mit der Regeneration der Nerven lassen die Symptome nach

Sowohl früh postoperativ, als vor allem auch spät postoperativ, kann sich allein auf Grund der Unterbrechung der oberflächlichen Hornhautnerven ein trockenes Auge und eine neurotrophe Epitheliopathie ausbilden. Hier ist vordringlich eine Benetzungstherapie mit nichtkonservierten künstlichen Tränen erforderlich, gegebenenfalls auch die Applikation visköser Gele bis hin zu Hyaluronsäurepräparaten.

In wenigen Fällen muß eine solche Therapie bis zu einem halben Jahr nach LASIK durchgehalten werden.

Auch punctum plugs sind bei Patienten hilfreich, die nach LASIK Oberflächenprobleme entwickeln. In aller Regel lassen die Symptome spätestens 6 bis 8 Monate nach LASIK nach, wenn die kornealen Nerven an der Schnittkante des Flaps regeneriert sind.

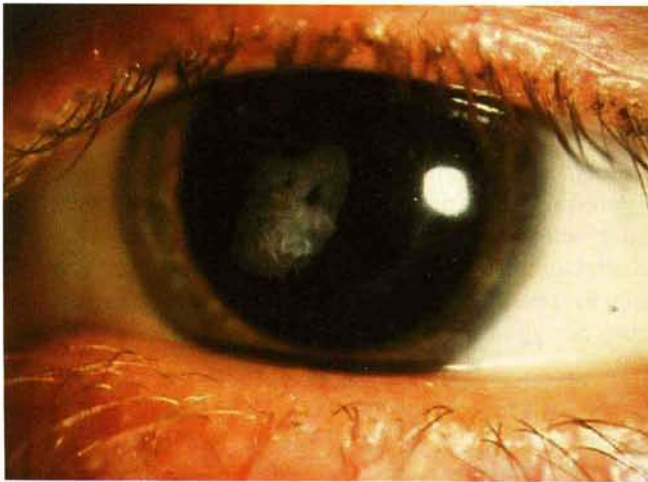


Abbildung 8: Einlagerung eines zentralen Epithel-Plaques, Befund 1 Jahr nach beidseitiger LASIK. Der Patient hatte keine zwischenzeitlichen ophthalmologischen Kontrollen wahrgenommen.

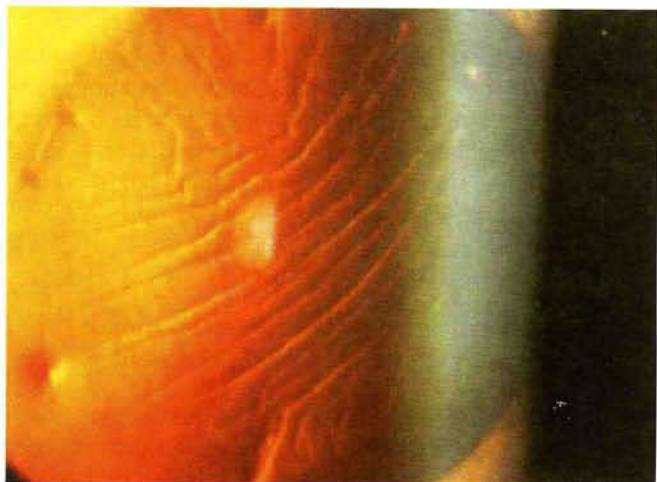


Abbildung 9: Flap-Striae 14 Tage nach myoper LASIK: Deutlich zu sehen die Konvergenz der Faltenbildungen.

Spätpostoperative Komplikation – Epitheleinwachsung:

Weißliche, grießähnliche Einlagerungen im Interface

Epitheleinwachsungen: Durch Absauglidsperrer und eine saubere OP-Technik zu vermeiden

Eine der wichtigsten spätpostoperativen Komplikationen ist die Epitheleinwachsung, die nicht selten im Gefolge intraoperativer Epitheldefekte auftritt. Epitheleinwachsungen sind sicher 6 Wochen nach LASIK an den weißlichen, tupfer- bis plaqueartigen, grießähnlichen Einlagerungen im Interface zu erkennen (Abbildung 8, 9).

Es besteht häufig zusätzlich ein Fremdkörpergefühl. Es kommt zu irregulärem Astigmatismus, Bildverzerrung, Doppelkonturen und im Extremfall sogar zur Flapptolyse. Bei zentraler Lage der Epithelien ist immer eine manuelle Entfernung erforderlich, d.h. der Flap muß nach Lösen der Adhärenzen im Bowman-Bereich wieder angehoben werden und die Epithelien von der Rückseite des Flaps und vom stromalen Bett des Interfaces mit dem Hockey-Messer ausgeschabt werden. Auch das Säubern des Interfaces mit einer niedrigdosierten phototherapeutische Keratektomie (PTK) wurde beschrieben. Kleine periphere Epithelzellnester in der Nähe des Flaprandes brauchen nicht revidiert zu werden.

R. D. Stulting et al. haben bei 1013 LASIK-Eingriffen immerhin bei 14,7 % der Patienten Epithelimplantationen gesehen, ein Prozentsatz, der aus heutiger Sicht doch extrem hoch zu sein scheint: Absauglidsperrer und eine saubere OP-Technik mit sorgfältiger Druckspülung des Interfaces lassen diese in weit überwiegendem Maße chirurgisch induzierte Komplikation sicher vermeiden [10].

Progressive Versteilung der Hornhaut: Stromale Restdicke von 250 µm sollte eingehalten werden

Selten kann es als späte postoperative Komplikation zu einer progressiven Versteilung der Hornhaut nach myoper LASIK kommen mit der Folge einer kornealen Ektasie [9]. Um diese späte Komplikation zu vermeiden, ist es entscheidend, „forme fruste keratoconi“ – beginnende Keratokoni, die sistieren und nicht fortschreiten – oder überhaupt

beginnende Konusbildungen der Hornhaut auszuschließen und grundsätzlich keine Hornhäute zu operieren, die zentral dünner als 500 µm sind. Eine stromale Restdicke von 250 µm und mindestens der Hälfte der Hornhautdicke insgesamt sollten eingehalten werden. Dies ist insbesondere bei Nachbehandlungen (Re-treatment) wichtig.

Die Behandlung einer progressiven kornealen Ektasie nach LASIK sollte in Stufen erfolgen:

- ◆ Zu Beginn sollte ein Ausgleich durch harte Kontaktlinsen und ggf. der Versuch einer Nahtfixierung (double-running) erfolgen. Auch das Aufnähen eines Epikeratophakie-Lentikels kann versucht werden.
- ◆ Eine Kollagenvernetzung mit Riboflavin kann versucht werden.
- ◆ Bei weiterhin progressiv verlaufenden Fällen kann eine tiefe anteriore lamelläre Keratoplastik erforderlich sein.
- ◆ Eine perforierende Keratoplastik sollte nur dann durchgeführt werden, wenn es nicht gelingt, mit der tiefen lamellären Technik einen Visusanstieg und eine Stabilisierung der Hornhaut zu erzielen.

Über- und Unterkorrektur: Korrektur nach 3-6 Monaten möglich

Weitere Spätkomplikationen der LASIK sind die Über- und Unterkorrektur. Sie können durch eine erneute Laserablation nach Anheben des Flaps in der Regel 3 bis 6 Monate nach dem Ersteingriff, nachdem sich die Refraktion wieder stabilisiert hat, korrigiert werden. Eine Regression der refraktiven Korrektur ist vor allem im hyperopen Bereich, aber auch bei Hornhautastigmatismen häufig, wenn Korrekturen von mehr als 4 bis 5 dpt durchgeführt wurden. Ein Re-treatment ist in diesen Fällen in der Regel dann auch nur von begrenztem Erfolg.

Bei rein sphärischen myopen LASIK-Korrekturen von bis zu -10, besser -8 dpt, tritt in der Regel auch in der spätpostoperativen Phase kaum eine Regression des refraktiven Effektes ein, was einmal mehr bei Myopien oberhalb von -6 Dioptrien die Überlegenheit dieser Methode gegenüber oberflächenabladienden Verfahren unterstreicht.

Literatur

1. *Ambrósio, R., Wilson, S. E.*: Complications of laser in situ keratomileusis: etiology, prevention, and treatment. *J. Refract. Surg.* 17: 350 – 379 (2001)
2. *Arevalo, J. F. et al.*: Incidence of vitreoretinal pathologic conditions within 24 months after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 107: 258 – 262 (2000)
3. *Bühren, J., Baumeister, M., Kohnen, T.*: Diffuse lamellar Keratitis (DLK) after laser in situ keratomileusis imaged by confocal microscopy. *Ophthalmology* 108: 1075 – 1081 (2001)
4. *Buratto, L., Brint, S.*: LASIK, surgical techniques and complications. S. 264, SLACK, Thorofare 1998
5. *Duncker, G. I. W., Amm, M., Hammer, T.*: Komplikationen nach LASIK und deren Behandlung. In: Aktuelle Laseranwendungen in der refraktiven Chirurgie. (Hrsg.: Auffarth, G.). Uni-Med Verlag, Bremen 2004
6. *Hovanesian, J. A., Faktorovich, E. G., Hoffbauer, J. D., Shah, S. S., Maloney, R. K.*: Bilateral bacterial keratitis after laser in situ keratomileusis in a patient with human immunodeficiency virus infection. *Arch. Ophthalmol.* 117: 968 – 970 (1999)
7. *Jacobs, J. M., Taravella, M. J.*: Incidence of intraoperative flap complications in laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg.* 28: 23 – 28 (2002)
8. *Kohnen, T., Schopfer, D., Bühren, J., Hunfeld, K. P.*: Flap amputation in mycobacterium chelonae keratitis after laser in situ keratomileusis. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.* 220: 634 – 637 (2003)
9. *Seiler, T., Quirke, A. W.*: Iatrogenic keratectasia after LASIK in a case of forme fruste keratoconus. *J. Cataract Refract. Surg.* 24: 1007 – 1009 (1998)
10. *Stulting, R. D. et al.*: Complications of laser in situ keratomileusis for the correction of myopia. *Ophthalmology* 106: 13 – 20 (1999)
11. *Tham, V. M., Malloney, R. K.*: Microkeratome complications of laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 107: 920 – 924 (2000)
12. *Watanabe, H., Sato, S., Maeda, N., Inoue, Y., Shimomura, Y., Tano, Y.*: Bilateral corneal infection as a complication of laser in situ keratomileusis. *Arch. Ophthalmol.* 115: 1593 – 1594 (1997)

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. G. I. W. Duncker
 Univ.- Augenklinik
 06097 Halle/Saale, Ernst-Grube-Straße 40
 E-Mail: gernet.duncker@medizin.uni-halle.de

