

DR. MED. JOHANNES G. HUBER
Facharzt für Augenheilkunde
Hauptstr. 68 77704 Oberkirch
Fax (07802) 50503 Telefon (07802) 5959
Sprechzeiten: Mo.-Fr. 8-12 Uhr, Mo u. Mi 14-17 Uhr, Do 15-18 Uhr

P R K

**PHOTOREFRAKTIVE
KERATEKTOMIE
MITTELS DES
EXCIMER - LASERS**

Inhaltsverzeichnis:

Photorefraktive Keratektomie mittels des Excimer-Lasers	3
Geschichte des Excimer-Lasers	5
Physikalische Grundlagen des Excimer-Lasers (PRK).....	6
Photorefraktive Keratektomie mittels des Excimer-Lasers (PRK).....	6
Alternative refraktiv chirurgische Methoden:.....	8
Die Altersweitsichtigkeit (Presbyopie)	10
Risiken und Komplikationen	10
Kontraindikationen zur PRK.....	16

Photorefraktive Keratektomie mittels des Excimer-Lasers

PRK

Die "Photorefraktive Keratektomie" ist ein operatives Verfahren mittels des Excimer-Lasers die Hornhaut (Cornea) so zu verändern, dass eine bestimmte refraktive Korrektur (Veränderung der Brechwertverhältnisse) entsteht. Mit dem Argon-Fluorid-Excimer-Laser besteht seit nunmehr 10 Jahren eine völlig neue Möglichkeit der refraktiven Chirurgie. Eine der älteren Methoden zur Beeinflussung der Brechwertverhältnisse war die radiäre Keratotomie, bei der verschiedene tiefe radiale Schnitte in die Hornhaut mit einem Diamantmesser geführt wurden und damit durch eine gezielte Quellung der Hornhautrandbereiche eine Veränderung der Brechwertverhältnisse erzielt werden sollte. Eine weitere Methode war die Epikeratophakie bei der Spenderhornhäute so bearbeitet wurden, dass sie nach dem Aufbringen auf die Empfängerhornhaut eine entsprechende Korrektur der Refraktionswerte auslösten. Daneben gibt es seit neuerem die Möglichkeit eines intracornealen Rings, bei dem in das Hornhautgewebe 2 c-förmige Schleifen eingezogen werden um die Brechwertverhältnisse entsprechend zu ändern. Auch gibt es Sonderformen der PRK, die bei höheren Kurzsichtigkeiten Anwendung finden (Laser in situ Keratomileusis, LASIK). Die "Photorefraktive Keratektomie" (PRK) bearbeitet die Hornhaut mittels des Excimer-Lasers ohne dass sie eingeschnitten werden muss. Der Excimer-Laser benutzt eine Photoablation von hoch energiereichen Impulsen ultravioletten Lichts um das Gewebe der Hornhaut mit einer extrem hohen Präzision abzutragen. Der Excimer-Laser ist ein computergesteuerter 193 Nanometer Argon-Fluorid-Laser, welcher die Oberfläche der Hornhaut ausdünnen kann. Er arbeitet in einem molekularen Bereich ohne eine thermische Veränderung des umgebenden Gewebes der Hornhaut beobachten zu lassen. Diese spezielle Eigenschaft des Excimer-Lasers führt dazu, dass man ihn als "Kaltlaser" bezeichnet. Im Zentrum der Hornhaut mit einem Durchmesser von 6-7 mm treffen Photonen auf die Hornhaut um sie zu ablatieren (flach zu machen). 0,25 Mykrometer von Gewebe werden bei jedem Impuls entfernt (1 Mykrometer entspricht einem tausendstel Millimeter). Eine Zelle der Hornhaut (10 Mykrometer) muss also 40mal einen solchen Impuls erhalten um vollständig entfernt zu werden. Die Anzahl der Laserabtragungen hängt von der zu korrigierenden Kurzsichtigkeit ab. Üblicherweise werden 3-15% des Hornhautgewebes durch diese Behandlung entfernt. Dies entspricht einer Korrektur von -1,00 bis -7,00 Dioptrien.

(Um nochmals das Verhältnis der Größenordnungen darzustellen: Eine menschliche Zelle hat ungefähr einen Durchmesser von 10 Mykrometer in der Höhe, ein menschliches Haar hat etwa einen Durchmesser von 50 Mykrometer und die Dicke der Hornhaut misst üblicherweise über 500 Mykrometer)

Die refraktive Korrektur wird in Schritten durchgeführt. Der Excimer-Laser benutzt dazu eine mechanische Iris oder Öffnung um den Laser zu kontrollieren. Nach jedem Laserscan wird der Durchmesser dieser mechanischen Iris etwas kleiner um die Wölbung der Hornhaut in

Stufenschritten mehr und mehr abzuflachen. Es wird die Brechkraft der getragenen Korrektur auf die Vorderfläche der Hornhaut mittels des Excimer-Lasers übertragen

In den allermeisten Fällen lässt sich nach mehreren Monaten der refraktiv-chirurgische Effekt am Auge nicht mehr erkennen. Selbst erfahrene Augenärzte beobachten keine Besonderheiten

Bevor die Excimer-Laser-Photoablation am Auge durchgeführt werden kann, muss der Chirurg das Epithel (die oberste Zellschicht der Hornhaut) mit einem Hockeymesser entfernen. Nachdem die Photoablation ("Photorefraktive Keratektomie") an der Hornhaut durchgeführt wurde, muss das Epithel wieder zuheilen. Dies geschieht in 2-3 Tagen. Solange muss ein Salbenverband getragen werden. Unmittelbar nachdem der Excimer-Laser die Abtragung durchgeführt hat, entsteht eine Pseudomembran, die im Sinne einer tatsächlichen osmotischen Barriere funktioniert um einen Wassereinfluss in das Stromagewebe zu verhindern. Sobald die Epithelzellen sich wieder über die Hornhautwunde gelegt haben und dieses Feld bedecken, brechen die Epithelzellen durch diese Pseudomembran und beginnen Elemente einer neuen Basalmembran zu bilden. Innerhalb von 4-6 Wochen bildet dieses neue corneale Epithel einen so stabilen Schutz, dass eine Verletzung des Hornhautepithels schwieriger wird als vor der Behandlung (dies macht man sich zunutze bei der Behandlung wiederkehrender Hornhautverletzungen).

An dieser Stelle kann der deutliche Unterschied zwischen der radiären Keratektomie (RK) und der photorefraktiven Keratektomie mittels des Excimer-Laser (PRK) dargestellt werden. Bei der RK werden in die Hornhaut mittels eines Diamantmessers Einschnitte durchgeführt, die etwa 90% der Hornhautdicke berühren.

Die Excimer-Laser-Methode (PRK) wird derzeit weltweit als am weitesten fortgeschrittene Methode zur Korrektur der Kurzsichtigkeit betrachtet.

Geschichte des Excimer-Lasers

Der Excimer-Laser wurde 1975 erstmals industriell eingesetzt. Das Wort Excimer ist ein Kunstwort und wird zusammengesetzt aus excited (erregt) und dimer (Molekül). Dieses Wort Excimer erschien in der wissenschaftlichen Literatur in den frühen 60er Jahren. Zuerst wurde der Excimer-Laser nicht für den Einsatz in der Augenheilkunde, sondern in der Industrie entwickelt. Man beabsichtigte diese Lasertechnologie zur Herstellung von Mikroleitern und Computerchips einzusetzen.

Die refraktive Chirurgie mittels des Excimer-Lasers ist eine im Westen entwickelte Technologie, während die radiäre Keratektomie oder RK eher in den östlichen Ländern (Rußland und Japan) zunächst zum Einsatz kam. Die Excimer-Laser-Korrektur (PRK) benutzt ultraviolettes, energiereiches Licht um mit einer spezifischen Wellenlänge (193 Nanometer) die zellulären und monekulären Brücken des Hornhautgewebes aufzuspalten und damit in einer vorberechneten Art und Weise die Hornhautkuppel abzuflachen. Somit entsteht eine Korrektur der bestehenden Kurzsichtigkeit.

1983 wurde erstmals von Dr. Trokel die Ablation von Hornhautgewebe mittels des Excimer-Lasers dargestellt. Die Beobachtung, dass die mit dem Excimer-Laser durchgeführte Photoablation an Kunststoffmaterial zu keiner thermischen Deformierung führte sowie mit hoher im Mikrobereich liegender Präzision durchführbar war, veranlasste Überlegungen, diese Technik auch an biologischem Material einzusetzen, bis hin zu der Idee, die Hornhaut in gewünschter Form und Weise zu behandeln.

1984 bestellte Professor Seiler, der jetzige Ordinarius der Augenklinik in Dresden, seine ersten Excimer-Laser. 1986 war er der erste, der mit diesem Laser Keratektomien an sehenden menschlichen Augen durchführte. Dabei wurde der Laser bei Hornhauterkrankungen (Salzmansche noduläre Hornhautdegeneration sowie Pterygeum) eingesetzt. 1987 wurden an der Columbia University of New York Excimer-Laser-Keratektomien an einer Serie menschlicher Augen durchgeführt, die zur Enukleation bei malignem Melanom bestimmt waren. 1989 wurde die erste zweiseitige Excimer-Laser-Korrektur bei Kurzsichtigkeit durch Professor Theo Seiler durchgeführt. Weltweit wurde diese Technik nun begonnen zu nutzen. 1994 wurde der erste Patient mit dem Aesculap-Meditec-Laser in meiner Praxis in Oberkirch refraktiv chirurgisch behandelt.

Physikalische Grundlagen des Excimer-Lasers (PRK)

Das Wort Excimer ist, wie oben berichtet, zusammengesetzt aus den Worten excited und dimer. Das Wort dimer bezieht sich auf Argon-Fluorid-Moleküle in einem erregten Zustand. Ein Dimer existiert nicht in einem unregten oder stabilen Zustand. Der Zerfall eines unregten Moleküls (Argon-Fluorid) in einen stabilen Zustand emittiert ein hoch energiereiches Photon im ultravioletten Bereich. Die Wellenlänge dieses ultravioletten Lichtes bei dem Zerfall des Argon-Fluorid-Dimers beträgt 193 Nanometer. Der Excimer-Laser ist der einzige Laser im ultravioletten 193 Nanometerbereich.

Dadurch unterscheidet er sich wesentlich durch die Wellenlänge von anderen, in der Augenheilkunde eingesetzten Lasern (YAG-Laser, Argonlaser).

1. Die Photonen sind ausgesprochen energiereich. Jedes Photon hat eine Energie von 6,4 Elektronenvolt, was 3mal stärker ist als beim YAG-Laser und doppelt so stark wie die Photonen beim Argon-Laser.
2. Die spezielle Wellenlänge verursacht keine Gewebeverbrennungen.
3. Der Strahl ist unfocustert oder parallel.

Es gibt unterschiedliche Typen von Excimer-Lasern, wobei sich in der Zwischenzeit die Scanmethode gegenüber der Spottmethode durchgesetzt hat. Der von mir eingesetzte Aesculap-Meditec-Laser benutzt schon immer diese Scanmethode. Dabei streicht ein Laserstrahl mit einer Frequenz von 20 Hertz über eine dem Auge aufgesetzte Blende, die sich in vorberechneter Art und Weise schließt und dabei eine unterschiedliche Abtragungshöhe an der Hornhaut hervorruft. Jede Hornhautzelle hat etwa einen Durchmesser von 10 Mikro (tausendstel Millimeter) und jeder Laserimpuls ist in der Lage 0,25 Mikro zu photoablatieren. Die Energie in jedem Photon ist etwa so stark wie die Bindungskräfte in den Proteinmolekülen der Hornhaut. Diese molekularen Brücken werden durch die Lasereinwirkung aufgespalten und Schicht für Schicht entfernt. Durch die oben beschriebene Scanmethode (der Laserstrahl streift von rechts nach links über die Hornhaut) wird diese Abtragung, abhängig von dem Ausmaß der Korrektur, in wenigen Minuten abgeschlossen sein.

Photorefraktive Keratektomie mittels des Excimer-Lasers (PRK)

Die Kommission "Refraktive Laserchirurgie" von BVA und DOG (die 2 großen deutschen Berufsverbände der Augenärzte) empfiehlt den Einsatz der PRK mittels des Excimer-Lasers bei Kurzsichtigkeiten zwischen 2 und 6 Dioptrien als nachrangige Methode gegenüber der Versorgung mit Brille und Kontaktlinsen. Wie im eben beschriebenen Bereich wird das Verfahren als wissenschaftlich anerkannt bezeichnet. Außerhalb dieses Bereiches muß der Einsatz des Excimer-Laser in klinischer Erprobung oder als experimentell bezeichnet werden. Das Ziel eines jeden refraktiv chirurgischen Eingriffes ist rein funktionell und stellt eine nachrangige Alternative zur Brille und Kontaktlinse dar.

Myopiekorrektur

Grundsätzlich nimmt mit dem Umfang der erforderlichen Korrektur die Genauigkeit der PRK ab und die Komplikationsrate zu.

Bis zu einer Myopie von -6 Dioptrien stellt die PRK als funktionelle Operation ein wissenschaftlich anerkanntes Verfahren mit geringer Komplikationsrate dar.

Jenseits von 6 Dioptrien gilt die PRK aufgrund der abnehmenden Genauigkeit und der zunehmenden Komplikationen nicht als wissenschaftlich anerkanntes Verfahren.

Astigmatismuskorrektur

a.) myoper Astigmatismus

Eine Reduzierung des Astigmatismus' ist möglich. Das Verfahren befindet sich aber noch in der klinischen Erprobung. Die bisherigen Ergebnisse zeigen eine deutlich geringere Genauigkeit als nach Korrektur einer rein sphärischen Myopie.

b.) hyperoper Astigmatismus

Eine Reduzierung des Astigmatismus' ist möglich. Das Verfahren befindet sich aber noch im experimentellen Stadium. Die gegenwärtigen Ergebnisse zeigen eine deutlich geringere Genauigkeit als die Korrektur einer sphärischen Hyperopie.

Hyperopiekorrektur

Die Hyperopiekorrektur befindet sich noch in der klinischen Erprobung. Nach den bisherigen Ergebnissen ist die PRK jedoch zur Korrektur der Hyperopie über 5 Dioptrien nicht geeignet.

Alternative refraktiv chirurgische Methoden:

Laser in situ Keratomileusis (LASIK)

Derzeit gilt dieses Verfahren als Standard in der refraktiven Chirurgie. Gerne bekommen Sie weitere Informationen in unserer Praxis.

Automatisierte lamelläre Keratoplastik (ALK)

Die ALK wird zur Korrektur der hohen Myopie und Hyperopie eingesetzt. Nach den vorliegenden Studien kann diese Methode aufgrund der geringen Genauigkeit und der hohen Komplikationsrate nicht mehr empfohlen werden.

Laserthermokeratoplastik (LTK)

Die LTK wird zur Korrektur der Hyperopie und des Astigmatismus' eingesetzt. Unterschieden werden muss zwischen der so genannten Nonkontakttechnik und der Kontakttechnik. Die Nonkontakttechnik befindet sich nach den bisherigen Ergebnissen im Stadium der klinischen Erprobung. Ihre Wirksamkeit ist jedoch auf die Korrektur der Hyperopie ca. +2,50 Dioptrien begrenzt. Die Kontakttechnik befindet sich derzeit noch im experimentellen Stadium.

Radiäre Keratektomie (RK)

Nach den vorliegenden Studien kann diese Methode aufgrund der Schwankungsbreite der Korrektur, der tageszeitlichen Schwankung, der Gefahr der progressiven Hyperosierung und der erhöhten Verletzungsgefahr durch Schwächung der Hornhaut nicht mehr empfohlen werden.

Astigmatische Keratotomie (AK)

Das Verfahren kann aufgrund langjähriger Erfahrung als wissenschaftlich anerkannt angesehen werden. Es ist geeignet zur Reduzierung des hochgradigen Astigmatismus, besonders nach Cataractoperation oder nach Keratoplastik. Allerdings ist das Risiko eines irregulären Astigmatismus' nicht auszuschließen und die Genauigkeit ist für eine Vollkorrektur zu gering.

Intracornealer Ring (ICR) bzw. intracorneale Segmente

Dieses Verfahren wird derzeit experimentell zur Korrektur der geringen Myopie eingesetzt. Die Korrekturgenauigkeit und die Komplikationsrate sind noch nicht abschätzbar.

Implantation intraocularer Linsen in phake Augen (Phakic IOLs)

Implantation intraocularer Linsen in phake Augen, also in Augen, deren eigene Augenlinse klar ist, ist derzeit ein experimentelles Verfahren zur Korrektur der hohen Myopie bzw. der hohen Hyperopie.

Austausch der klaren Linse gegen eine Kunstlinse (Clear-lens-exchange,CLE)

Das Verfahren beruht auf der Technik der modernen Cataractchirurgie und geht zwangsläufig mit dem Verlust der Akkommodation einher. Das Risiko einer postoperativen Netzhautablösung ist derzeit noch nicht endgültig abschätzbar. Die CLE ist daher derzeit in die klinische Erprobung einzustufen für Korrektur in der hohen Myopie und der hohen Hyperopie.

Die Altersweitsichtigkeit (Presbyopie)

Die meisten Patienten, die sich einer "Photorefraktiven Keratektomie" (PRK) unterziehen, sollten in der Lage sein, ohne Brille bzw. Kontaktlinsen zufrieden stellend in Ferne und Nähe zu sehen. Dies schließt nicht aus, dass bei bestimmten Tätigkeiten mit einer Korrektur eine Verbesserung der Sehschärfe, auch nach PRK möglich und sinnvoll ist (z. B. Autofahren).

Um 40 bzw. 45 wird jedoch das Phänomen der Altersweitsichtigkeit bei normalsichtigen Patienten (die bisher also ohne Korrektur in der Ferne und in der Nähe gut gesehen haben) auffällig. Solche Personen brauchen dann zunehmend eine Korrektur im Nahbereich, also erstmals in ihrem Leben eine Brille für die Nähe. Bei kurzsichtigen Patienten ist dieses Phänomen wohl auch vorhanden, kann jedoch gut ausgeglichen werden, indem man die bisher gewohnte Fernbrille absetzt und damit ohne Brille im Nahbereich auf einen bestimmten Abstand gut lesen kann. Unterzieht man sich also als Kurzsichtiger dem Verfahren einer "Photorefraktiven Keratektomie" (PRK) mit dem Ziel einer Emmetropisierung, d. h. einer möglichst vollen Sehschärfe in die Ferne ohne Korrektur, wird man zwangsläufig in die Situation eines Normalsichtigen hineingeraten, der mit dem 45. Lebensjahr eine Lesebrille braucht. Man beobachtet dann plötzlich, dass der "Arm zu kurz" wird oder dass man stärkere Lampen zum Lesen braucht und dies lässt sich dann gut mit einer Lesebrille ausgleichen. Diese Besonderheit bei dem Wunsch ein Leben ohne Brille zu führen sollte man unbedingt berücksichtigen, insbesondere dann, wenn man sich bereits in dieser Altersklasse befindet.

Eine Möglichkeit besteht bei entsprechenden Refraktionsverhältnissen lediglich ein Auge zu behandeln und somit ein Auge für die Ferne zum Sehen zu haben, das zweite Auge dann weiterhin als Kurzsichtiger im Nahbereich ohne Korrektur benutzen zu können. Diese Möglichkeit bietet jedoch nur ein scharfes Sehen jeweils mit einem Auge für die Ferne bzw. für die Nähe.

Risiken und Komplikationen

Die "Photorefraktive Keratektomie" (PRK) stellt ein nachrangiges Verfahren der Fehlsichtigkeit gegenüber dem Ausgleich mit Brille und Kontaktlinse dar. Risiken sind wie bei jedem operativen Verfahren auch hier vorhanden und werden in folgendem dargestellt:

1.) Überkorrektur oder Weitsichtigkeit nach PRK

a.) Vorübergehende Weitsichtigkeit

Um eine möglichst vollständige Korrektur der Kurzsichtigkeit (bzw. Stabsichtigkeit) zu erreichen, muss man bei diesem Verfahren eine Überkorrektur zunächst anstreben, d. h. die ersten Refraktionswerte nach dem Wundschluss am Auge werden in einem leicht weitsichtigen Bereich sich wieder finden, der sich in den folgenden Wochen abbaut und sich je nach Zielrefraktion dem gewünschten Ergebnis annähert.

Dies führt dazu, dass die Patienten wohl in der Ferne eine bereits nach wenigen Tagen gute Sehschärfe entwickeln, allerdings in aller Regel große Schwierigkeiten haben mit dem Auge zu lesen. Dieser Effekt ist normal und erwünscht.

Bei den Patienten, die im presbyopen Alter sind, zwischen 40 und 45 Jahren, ist allerdings neben der vorübergehenden Überkorrektur auch das Phänomen der Altersweitsichtigkeit mit zu berücksichtigen, wie in dem vorhergehenden Abschnitt dargestellt wird.

Bei jüngeren Patienten ist dieses Phänomen der Altersweitsichtigkeit noch nicht vorhanden und die vorübergehende angestrebte Weitsichtigkeit nach PRK wird sich nach einigen Wochen vollständig zurückbilden.

b.) Dauerhafte Weitsichtigkeit

Als wirkliche Komplikation wird eine permanente Überkorrektur nach vorher bestehender Kurzsichtigkeit bzw. Stabsichtigkeit angesehen. Dort liegt tatsächlich eine über das Maß der gewünschten Überkorrektur hinausgehende Weitsichtigkeit vor, die dann auch bestehen bleibt. Bei jüngeren Patienten ist diese Korrektur durch eigene Akkommodationsleistung korrigierbar. Bei Patienten über 40 Jahre kann dies bedeuten, dass auch eine Korrektur für die Ferne notwendig ist, um scharfes Sehen zu erreichen.

Bei den Patienten, die seit 1994 in meiner Praxis behandelt wurden, ist es in keinem Fall zu einer störenden dauerhaften Überkorrektur gekommen.

2.) Unterkorrektur (Anteile der Kurzsichtigkeit bleiben nach PRK zurück)

Eine zu geringe Überkorrektur unmittelbar nach der PRK kann bedeuten, dass nach wenigen Wochen die Zielrefraktion des Lasereingriffes nicht in der gewünschten Form erreicht wird. Eine gewisse Kurzsichtigkeit kann zurückbleiben. Die Abweichungen von der Zielrefraktion (z. B. +/- 0 Dioptrien) wird umso größer, je höher die Kurzsichtigkeit ist, die korrigiert wird. Bei niedrigeren Korrekturen ist die Treffsicherheit höher. Sollte das refraktive Ergebnis nicht zufrieden stellend sein, ist ein zweiter Excimer-Laser-Eingriff (Reshaping) möglich.

3.) Die Regression und der Dunstschleier der Hornhaut (Haze)

Die angestrebte Zielrefraktion wird in aller Regel erst nach einigen Wochen, manchmal erst nach Monaten erreicht. Zunächst ist, wie oben beschrieben, eine Überrefraktion die Regel. Daneben kann im Verlauf dieser Wochen bis Monate eine Regression dieses Ergebnisses eintreten, die mit einer Unterkorrektur nicht unbedingt in Verbindung zu bringen ist. Jedes Auge reagiert individuell auf die operative Korrekturtechnik. Es gibt Patienten, die eine stärkere Rückbildung der zunächst vorhandenen Übersichtigkeit erleben und damit mehr im kurzsichtigen Bereich bleiben als erwartet (Regression).

Daneben muss man berücksichtigen, dass das Excimer-Laser-Verfahren (PRK) lediglich die aktuelle Refraktion zu korrigieren in der Lage ist, d. h. eine Weiterentwicklung der Kurzsichtigkeit, wie sie viele Patienten aus früheren Jahren kennen, sollte weitgehend abgeschlossen sein. Dies merkt man daran, dass sich die getragene Brille vor dem Eingriff längere Zeit nicht geändert hat. Dennoch ist es möglich, dass das Auge sich weiter refraktiv verändert, auch nach einem Excimer-Laser-Eingriff und damit auch Veränderungen nach einem solchen Eingriff am Auge eintreten können. Eine lebenslange stabile Refraktion kann nach einem solchen Eingriff nicht garantiert werden.

Der oben beschriebene Dunstschleier der Hornhaut (Haze) tritt bei jedem operierten Auge auf. In aller Regel sind diese Formen dieses Haze für den Patienten wenig bis kaum bemerkbar. Manche Patienten reagieren jedoch auch mit einer vorübergehenden Verschlechterung der Sehschärfe. Häufig wird angegeben, dass Blendungsempfindlichkeiten, insbesondere bei Nachtfahrten beobachtet werden. Sollten die Blendungsempfindlichkeiten störend werden, muss auf ein Autofahren bei Nacht verzichtet werden. Normalerweise ist dieser Haze der Hornhaut nur eine vorübergehende, heilungsbedingte Besonderheit, die sich nach wenigen Wochen bis Monaten klinisch nicht mehr beobachten lässt. Nach einem Jahr lässt sich auch an der augenärztlichen Spaltlampe in aller Regel kein Haze mehr beobachten. Bei genauem Hinsehen kann man unter Vergrößerung eine Cromatinlinie beobachten.

In sehr seltenen Fällen kann es neben diesen normalen Trübungen der Hornhaut (Haze), die vorübergehend sind, zu einer dauerhaften Narbenbildung kommen. Diese dauerhafte Narbenbildung gilt als eine der schwersten Komplikationen nach PRK. Die Häufigkeit dieser Komplikation nimmt mit der Höhe der korrigierten Fehlsichtigkeit zu. Daneben finden sich auch bei niedrigen Korrekturen solche schwere Veränderungen. Bei den von mir behandelten Patienten konnten diese schweren Narbenbildungen der Hornhaut glücklicherweise noch nicht beobachtet werden.

4.) Verlust des bestkorrigierten Visus, Verlust an Sehschärfe

Wie oben beschrieben, kann neben den vorübergehenden Trübungsformen der Hornhaut (Haze) auch eine dauerhafte Narbe in seltenen Fällen entstehen. Diese Narbenbildung bringt dann auch eine dauerhafte Sehverschlechterung mit sich, die sich auch durch Korrektur mit Gläsern nicht beheben lässt. Der Verlust an Sehschärfe kann auch durch eine Dezentrierung des Lasereingriffs bedingt sein. Obwohl es dort nicht zu einer Narbenbildung kommt, jedoch zu einem irregulären Brechungsverhalten der Hornhautoberfläche, die durch Brille nicht vollständig zu korrigieren ist.

In beiden Fällen kann man durch eine Reoperation eine Verbesserung erzielen, dennoch sind es schwere Komplikationen, die in seltenen Fällen beschrieben werden.

5.) Exzessive Sonnenlichteinstrahlung nach PRK

Es ist erwiesen, dass eine intensive UV-Strahlung dem Heilungsprozess des Auges nach PRK schädlich sein kann. Deshalb wird dringlich empfohlen 6 Monate nach dem Eingriff die Augen vor intensiver UV-Strahlung durch das Tragen von einer dunklen Sonnenbrille bei entsprechender Exposition (Skiurlaub, Badeurlaub) zu schützen.

6.) Blendungsempfindlichkeit

Man sollte wissen, dass einige Monate nach einem PRK-Eingriff Blendungsempfindlichkeiten von Patienten beschrieben werden. Diese treten insbesondere bei Nachtfahrten auf. Man erkennt so genannte Halos, Lichthöfe bzw. Kreise um Lichtquellen herum. Dies trifft besonders auf entgegenkommende Fahrzeuge nachts zu. Dieses Phänomen verliert sich im Laufe von Monaten in aller Regel wieder. Viele Patienten berichten über keine Störung dieser Art.

7.) Kontrastsehen

Das Kontrastsehen kann gestört sein, bis die Hornhaut vollkommen aufgeklart ist. Es kann durchaus 6 Monate bis 1 Jahr dauern.

8.) Wundheilungsstörungen nach PRK

a.)

Üblicherweise ist die Wundheilung nach 3-4 Tagen unter einem Verband vollzogen. Das Hornhautepithel hat sich vollständig wieder über die Wunde der Hornhaut gelegt und der Verband kann weggelassen werden. Dieser epitheliale Schluss kann unter bestimmten Voraussetzungen deutlich verzögert sein, insbesondere dann, wenn vorher Erkrankungen der Hornhaut bekannt sind. Dies muss in der Krankengeschichte (Anamnese) gezielt erfragt werden und bei entsprechender Konstellation muss ein Eingriff unterbleiben.

b.)

Hornhautinfektion mit Beteiligung des Augeninneren In der Literatur ist beschrieben, dass nach PRK schwere Infektionen in sehr seltenen Fällen beobachtet wurden. Solche Infektionen können theoretisch bis hin zum Verlust des Auges reichen. Die unmittelbare postoperative Versorgung scheint Einfluss auf das Infektionsrisiko zu haben. Bei therapeutischen Kontaktlinsen ist das Risiko höher als bei einem Verband, wie er bei unseren Patienten regelmäßig Anwendung findet. Der Verband bleibt 3-4 Tage nach dem Eingriff auf dem Auge, bis das Epithel sich vollständig geschlossen hat (tägliches Verbandswechsel).

9.) Kontaktlinsenunverträglichkeit nach PRK

Nach PRK ist es in aller Regel möglich auch weiterhin Kontaktlinsen, falls notwendig, zu benutzen. Dies trifft jedoch nur auf weiche Kontaktlinsen zu. Störungen kann es dann geben, wenn auch vor der PRK Unverträglichkeiten vorhanden waren.

10.) Bildung des "Grauen Stars" (Cataractbildung)

Der Excimer-Laser ist ein ultraviolettes Licht, extrem kurzwellig erzeugt (193 Nanometer). Die maximale Eindringtiefe beträgt 1-3 Mykro und bleibt damit in der Wirkung an der Hornhautoberfläche begrenzt. Bisher wurde nicht berichtet, dass direkt durch den Laser eine Cataractbildung erzeugt worden sei. Dagegen kann durch die nach der PRK vorgenommenen Tropfenbehandlung (auch cortisonhaltige Tropfen) eine Cataractbildung auftreten. Dies ist jedoch nur in sehr wenigen Fällen weltweit beobachtet worden.

11.) Vorübergehende Erhöhung des Augeninnendruckes (Glaukom)

Die Excimer-Laser-Chirurgie als solche erzeugt kein Glaukom. Jedoch sind die cortisonhaltigen Tropfen, die postoperativ über einige Wochen und Monate gegeben werden und die eine Narbenbildung der Hornhaut verhindern sollen, bei gewissen Patienten augendruckerhöhend. Dieses Risiko lässt sich durch regelmäßige Kontrollen beim Augenarzt minimieren. Sollten die Augendruckwerte erhöht gemessen werden, muss die cortisonhaltige Medikation abgesetzt werden bzw. können zusätzlich Tropfen zur Drucksenkung verabreicht werden.

12.) Vorübergehende Änderung der Sehschärfe

Patienten berichten bisweilen, dass tageszeitliche Veränderungen der Sehschärfe im unmittelbaren postoperativen Verlauf beobachtet werden. Auch der Einfluss von Kunstlicht verändert die Sehschärfe. Dieses Phänomen ist zu beobachten, stört jedoch in aller Regel den Tagesablauf nicht und wird nach Abheilung der Hornhaut üblicherweise nicht mehr wahrgenommen.

13.) Dezentrierung

Wie bereits oben beschrieben, kann ein Verlust der bestkorrigierten Sehschärfe bedingt sein durch eine Dezentrierung der Ablationszone bei dem Excimer-Laser-Eingriff. Eine Reoperation ist möglich. Jedoch sind dort die Erfolgsaussichten bei weitem nicht mehr so gut wie bei einem erstmaligen regulären PRK-Eingriff ohne Dezentrierung.

14.) Herunterhängen des Oberlides (Ptosis)

In sehr seltenen Fällen kann es zu einer Ptosis des Oberlides kommen. Dies hängt in aller Regel mit der postoperativen Reizung des Auges zusammen.

15.) *Trockenes Auge*

Die bereits präoperativ bestehenden Benetzungsstörungen können durch den Excimer-Laser-Eingriff natürlich nicht korrigiert werden. Postoperativ können solche Probleme wieder auftreten und müssen durch entsprechende Therapie mit Tränenersatzmitteln aufgefangen werden.

16.) *Doppeltsehen (dekompensierte Phorie, Anisometropie)*

Da immer nur ein Auge behandelt wird, können nach der Korrektur des ersten Auges Störungen auftreten, die bedingt sind durch einen großen Brechkraftunterschied zwischen den beiden Augen. Dies kann aufgefangen werden, indem man am zweiten, noch nicht behandelten Auge, bei entsprechend großen Unterschieden eine Kontaktlinse trägt. Die Brille alleine kann solche großen Unterschiede (über 3 Dioptrien) nicht mehr in ausreichendem Maße korrigieren. In seltenen Fällen können bei dieser Situation ohne Kontaktlinse Doppelbilder und Abweichungen der Augen auftreten.

17.) *Mutagenität (Krebsbildung)*

Die 193 Nanometer Laserstrahlung hat und damit stimmen die Untersuchungen zahlreicher, unabhängiger Forschergruppen überein, ein äußerst geringes mutagenes Potential. Wegen ihrer extrem kurzen Wellenlänge dringt die Strahlung gar nicht erst bis zum Zellkern durch. Eine Zelle kann Puls für Puls abgetragen werden und damit auch zerstört werden. Eine Mutation, die eine überlebende Zelle mit veränderter Erbinformation ermöglichen würde, ist extrem unwahrscheinlich. Auch eine so genannte Streustrahlung mit veränderten Wellenlängen nach erstem Auftreffen erscheint in der mutagenen Wirkung sehr unwahrscheinlich zu sein.

18.) *Strahlenwirkung auf die Netzhaut*

Bisher ist eine Strahlenschädigung der Netzhaut durch Excimer-Laser (PRK) nicht bekannt.

19.) *Veränderungen der Hornhautinnenschicht (Endothel)*

Nach den bisherigen Ergebnissen ist eine Veränderung der Endothelzellen, die besonders wichtig sind zur Aufrechterhaltung der Hornhautklarheit, durch den PRK-Eingriff nicht bekannt.

20.) *Schmerz*

Während der eigentlichen Laserbehandlung der PRK sind keine Schmerzen vorhanden. Jedoch ist nach dem Abflauen der Tropfanästhesie (halbe bis 1 Stunde nach Eingriff) eine Schmerzsymptomatik vorhanden. Die Patienten werden auf diese Schmerzen vorbereitet. Sie bekommen eine schmerzlindernde Medikation sowie eine Medikation zum Einschlafen mit. Sie sollten sich nach dem Eingriff, nachdem sie wieder zu Hause angekommen sind, möglichst bald ins

Bett legen und den Verband auf dem Auge lassen, bis Sie am nächsten Morgen wieder zur Kontrolle in meine Sprechstunde kommen. Die erste Nacht ist sicherlich die Nacht mit den meisten Schmerzen. Die zweite Nacht ist deutlich besser. In der dritten Nacht werden Sie kaum noch Beschwerden bemerken. Sollten Sie auch außerhalb der Sprechstunde Fragen haben, können Sie mich jederzeit unter der Ihnen mitgegebenen Rufnummern erreichen.

Diese Informationsbroschüre ersetzt nicht das Gespräch mit mir als Ihrem Augenarzt. Dort haben Sie Gelegenheit nochmals ausführlich auf einzelne Aspekte des Verfahrens einzugehen. Insbesondere müssen Sie eine ausführliche Erklärung über die möglichen Risiken des Verfahrens nochmals gesondert unterschreiben.

Kontraindikationen zur PRK

Bei folgenden Erkrankungen besteht eine Kontraindikation zu einem refraktiv chirurgischen Eingriff mittels des Excimer-Lasers:

1. Glaukom ("Grüner Star")
2. Cataract ("Grauer Star")
3. Kollagenosen
4. Rheumatische Erkrankungen
5. Herzschrittmacher
6. Chronische progressive Hornhauterkrankungen
7. Behandlung unter dem 18. Lebensjahr
8. Instabile Refraktion
9. Maculadegeneration
10. Ausgeprägtes trockenes Auge
11. Diabetische Retinopathie
12. Keratoconus
13. Patienten, die sich nicht ausreichend informiert haben