

Laserchirurgische Korrektur der Fehlsichtigkeit. Erfahrungen und bisherige Ergebnisse

von

Lilly SPEICHER, Albert DAXER & Wolfgang GÖTTINGER *)

Excimer Laser Refractive Surgery for Correction of Ametropia Findings and Results

Synopsis: Excimer laser is capable of correcting myopia with high accuracy and predictability. With this technique a thin layer of corneal tissue is removed and corneal curvature is decreased for correcting refractive power of the optical system of the eye.

This report summarizes the results of excimer laser refractive keratectomy (PRK) which was performed in 134 consecutive eyes with myopia and myopic astigmatism. Preoperative refractive errors ranged from -1 to -23.5 diopters (D), mean -6.98 ± 4.87 D (SD). Maximum follow-up time was 24 months. One month after surgery, 83 % of eyes with preoperative refractive errors up to -6 D were corrected within ± 1 D of intended correction. At 18-24 months 62 % of eyes were corrected within to ± 1 D and 66 % achieved an uncorrected visual acuity of 20/40 or better. In the group with preoperative refractive errors up to -4 D, 100 % of the cases were corrected to within ± 1 D of emmetropia.

At 18-24 months 53 % of eyes with preoperative refractive errors of more than -6 D were corrected to within ± 2 D. In cases of high myopia only partial correction was performed, because maximal central depth of ablation was limited to -11 D.

Photorefractive keratectomy appears to be a useful treatment modality for the correction of low to moderate myopia and seems to be a safe procedure.

1. Einleitung:

Laserchirurgische Hornhauteingriffe zur Korrektur der Fehlsichtigkeit werden weltweit seit etwa 6 Jahren durchgeführt. Die Operation wird mit einem Argon Fluorid-Excimer Laser mit einer Wellenlänge von 193 nm durchgeführt und als photorefraktive Keratektomie (PRK) bezeichnet, wobei mikroskopisch dünne Hornhautschichten mit dem Laser abgetragen werden. Dadurch wird der Krümmungsradius der Hornhaut verändert und somit die Gesamtbrechkraft des optischen Augensystems korrigiert.

1.1. Historischer Rückblick:

Über Jahrhunderte hinweg war die Brille das einzige optische Hilfsmittel zur Korrektur der Fehlsichtigkeit. Erst in den letzten Jahrzehnten kam die Kontaktlinse als unerlässlicher kosmetischer und optischer Brillenersatz hinzu.

Aber sowohl Brille als auch Kontaktlinse sind nur Korrektionshilfen, die zwar individuell angepaßt sind, aber in manchen Fällen störend, unbrauchbar oder – wie etwa die Kontaktlinsen – sogar unverträglich sein können.

*) Anschrift der Verfasser: Dr. L. Speicher, Dr. A. Daxer und Univ.-Prof. Dr. W. Göttinger, Universitäts-Augenklinik Innsbruck, Anichstraße 35, A-6020 Innsbruck, Österreich.

So kam es, daß bereits im vorigen Jahrhundert durch SNELLEN(1869), BATES (1894) und LANS (1898) sowie vor über 50 Jahren durch SATO (1939) erste chirurgische Versuche zur dauerhaften Korrektur von Brechungsfehlern unternommen wurden, die jedoch wegen der mangelhaften Operationstechnik wieder in Vergessenheit gerieten. Erst in den siebziger Jahren konnte schließlich die Methode von FJODOROW (1977) Fuß fassen, die durch Einschnitte in der Hornhaut deren Brechkraft zu verändern vermochte. Die als radiäre Keratotomie (RK) bezeichnete Operationsmethode hat in vielfach modifizierter Weise auch heute noch ihren Stellenwert in der refraktiven Hornhautchirurgie.

Mit der Entwicklung des Excimer Lasers, der ursprünglich der Mikrochipsherstellung vorbehalten war, ist eine neue Ära in der refraktiven Hornhautchirurgie angebrochen. Seit TROKEL (1983) die Wirkung des Excimer Lasers auf das Hornhautgewebe erstmals beschrieben und McDONALD (1989) erste Ergebnisse der Behandlung sehender myoper Augen veröffentlicht hat, gewinnt dieser laserchirurgische Eingriff zunehmend an Bedeutung. Als photorefraktive Keratektomie oder PRK bezeichnet, verbreitete sich diese Methode schnell über die Kontinente, so daß man heute bereits auf eine Anzahl von rund 250.000 behandelten Augen zurückblicken kann.

1.2. Excimer Laser:

Der Name Excimer Laser steht als Abkürzung für *excited dimer* und bezieht sich auf die Verbindung eines Edelgases mit einem Halogen. Dieses Edelgashalogenid befindet sich in einem angeregten Zustand, sodaß es beim Zerfall zur Freisetzung energiereicher Photonen im ultravioletten Bereich kommt. Die Energie der freigesetzten Photonen bestimmt die Wellenlänge des Lasers und ist von der Zusammensetzung des verwendeten Gases abhängig, woraus sich verschiedene Arten von Excimer Lasern ergeben: Argon Fluorid- oder ArF-Laser (193 nm), KrF-Laser (248 nm), XeCl-Laser (308 nm) und XeF-Laser (351 nm). Alle ophthalmologischen Excimer Laser sind ArF-Laser mit einer Wellenlänge von 193 nm und einer Photonenergie von 6,4 eV. Die Absorption der Strahlung erfolgt innerhalb einer bis zu 4 µm dünnen oberflächlichen Hornhautschicht. Die absorbierten Photonen zerreißen die intermolekularen Brücken (der langkettigen Polymere) und es entstehen kleinste Teilchen, die von der Hornhautoberfläche mit einer Geschwindigkeit von bis zu 2000 m/sec weggeschleudert werden. Aufgrund der kurzen Einwirkzeit kann es zu keiner Wärmeentwicklung kommen, sodaß man auch von einem sog. Kalt-Laser spricht.

Bei der Behandlung der Fehlsichtigkeit mit dem Excimer Laser werden feinste Schichten von Hornhautgewebe abgetragen und auf diese Weise der Krümmungsradius und somit der Brechwert der Hornhaut verändert. Es wird der bei der Fehlsichtigkeit zumeist bestehende Fehler der Achsenlänge des Auges durch Veränderung der Brechkraft des optischen Augensystems ausgeglichen. Im Falle der Kurzsichtigkeit, bei der durch eine zu lange Bulbusachse der Brennpunkt der einfallenden Strahlen bereits vor der Netzhaut im Augeninneren liegt, wird eine vor der Pupille gelegene zentrale Abflachung von 4-7 mm Durchmesser in die Hornhaut geformt. Durch die Abflachung der vorderen Hornhautkonvexität kommt es zu einer Abnahme der Hornhautbrechkraft, der Brennpunkt wird somit nach hinten auf die Netzhaut verschoben.

Die beste Anwendungsmöglichkeit des Excimer Lasers ist bei der Kurzsichtigkeit (Myopie) gegeben, der wohl häufigsten Art der Fehlsichtigkeit. Man schätzt, daß etwa ein Viertel der Weltpopulation myop ist.

An der Univ.-Augenklinik Innsbruck ist der Excimer Laser seit 2 Jahren im Einsatz, vorwiegend zur Behandlung der Kurzsichtigkeit. Wir berichten in dieser Arbeit über Erfahrungen und Ergebnisse der Behandlung myoper Augen, bei denen eine photorefraktive Keratektomie (PRK) durchgeführt wurde. Der Nachbeobachtungszeitraum beträgt bis zu 2 Jahre.

2. Patienten und Methode:

Behandelt wurden Patienten mit niedrigen Myopien bis -6 Dioptrien (D), mittleren bis -12 D und hohen Myopien über -12 D, wobei auch Patienten mit einem myopen Astigmatismus von bis zu -3.5 D einbe-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at
zogen wurden. Der Astigmatismus wurde in diesen Fällen nur als sphärisches Äquivalent berücksichtigt. Voraussetzung für die Behandlung war ein Mindestalter von 20 Jahren sowie eine seit 2 Jahren stabile Refraktion.

Hinsichtlich der Auswertung der Ergebnisse wurden die Myopien in 2 Gruppen eingeteilt, und zwar in Myopien bis -6 D (Gruppe I) und in Myopien über -6 D (Gruppe II). Bei den niedrigen und mittleren Myopien konnte eine Vollkorrektur vorgenommen werden, bei den hohen Myopien über -12 D war nur eine Teilkorrektur möglich, da die maximale Mittennabtragung von Hornhautgewebe mit $105-118\ \mu\text{m}$ begrenzt wurde.

2.1. Ausschlusskriterien:

Das Vorliegen von Stoffwechselerkrankungen wie etwa Diabetes mellitus und Hyperthyreosen sowie Hormonstörungen oder auch Hormonveränderungen wie sie im Rahmen der Schwangerschaft auftreten, wurden wie allgemein üblich als Kontraindikationen für die Durchführung einer PRK angesehen, da sich die Refraktion ändern kann. Aus gerätetechnischen Gründen wurden auch Patienten mit Herzschrittmachern von der Behandlung ausgenommen.

Als lokale Ausschlusskriterien galten Erkrankungen des vorderen Augenabschnittes, Keratokonus, Sicca Syndrom, Glaukom und eine Zunahme der Myopie in den letzten 2 Jahren vor der Lasertherapie.

2.2. Prä- und postoperative Untersuchungen:

Die prä- und postoperativen Untersuchungen beinhalteten eine ausführliche subjektive und objektive Refraktionsbestimmung, die Untersuchung der vorderen Augenabschnitte an der Spaltlampe, Augeninnendruckmessung sowie eine Funduskopie.

Die Einteilung der postoperativ bei nahezu allen Patienten auftretenden subepithelialen Trübung der Hornhaut (Haze) erfolgte nach FANTES (1990) in einer Skala von 0-IV, wobei Grad IV die stärkste Ausprägung der Trübung darstellt.

Zusätzlich wurde eine Hornhauttopographie durchgeführt, präoperativ zum Ausschluß eines Keratokonus sowie postoperativ, um die Änderung der Hornhautbrechkraft exakt bestimmen zu können (Abb. 1 - 4).

Zur Verlaufsdokumentation wurden die Nachuntersuchungen programmäßig nach 1 Monat, 3, 6, 12, 18 und in einzelnen Fällen bis zu 24 Monaten durchgeführt.

2.3. Operations-Technik:

Die Vorbereitung des Patienten erfolgte mit der Gabe eines lokalen Anästhetikums (Cocain) sowie Pilocarpin Augentropfen eine halbe Stunde vor Operationsbeginn. Nach Einsetzen des Lidsperrers wurde der Patient aufgefordert, zur exakten Mittenzentrierung ein Licht im Operationsmikroskop zu fixieren. Nach Markierung der Hornhaut über der Mitte der Eintrittspupille und Abgrenzung der Behandlungszone mit einem passenden Ringmarker (5,5, 6 oder 7 mm im Durchmesser) wurde das Hornhautepithel mit dem Hockey Messer entfernt.

Für die Durchführung der photorefraktiven Keratektomie verwendeten wir den ArF-Excimer Laser MEL 60 der Fa. Aesculap Meditec mit einer Wellenlänge von $193\ \text{nm}$. Zur Kalibrierung wurde vor jeder Behandlung ein Testprogramm mit einer Silberfolie absolviert.

Der Laserstrahl wird beim MEL 60 in einer Scantechnik über eine Irisblende geführt, die sich in konzentrischen Schritten schließt. Diese Irisblende oder sog. Maske sitzt auf einem Handstück, das mit einem Saugring auf der Sklera mit einem Unterdruck von $400-500\ \text{hPa}$ fixiert wird. Dabei wurde der Patient nochmals aufgefordert, das Mikroskoplicht zu fixieren.

Mit dem aufgesetzten Handstück erfolgt gleichzeitig eine Stabilisierung des Auges, sodaß keine Relativbewegungen möglich sind. Die gewünschte Dioptrienzahl wird auf einem Computer-Modul eingestellt.

Die Abtragungs- oder Ablationszonen betragen je nach Höhe der Myopie zwischen 5 und 6 mm im Durchmesser mit einer verlaufenden Übergangszone, der sog. tapered transition zone (TTZ) von bis zu $+2\ \text{mm}$. Während der Laseranwendung werden die Ablationsprodukte durch eine integrierte Rauchgasabsaugung entfernt.

Die Dauer der Laserbehandlung beträgt pro Auge nur wenige Minuten und ist von der Höhe der zu korrigierenden Myopie abhängig. Die Operation wurde je nach Wunsch der Patienten entweder an beiden Augen am selben Tag durchgeführt, oder aber hintereinander mit einem Zeitabstand von einer Woche bis zu mehreren Monaten.

2.4. Nachbehandlung:

Unmittelbar nach der Operation erhielt der Patient eine antibiotische Augensalbe (Gentamycin) sowie einen Augenverband. Gegen die vorwiegend 4-5 Stunden nach der Operation auftretenden heftigen Schmerzen

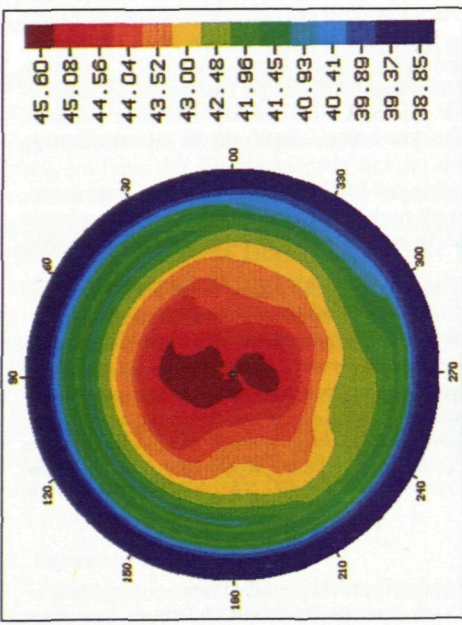


Abb. 1: Topographie einer normalen Hornhaut vor Excimer-Laser Behandlung. An der Farbskala ist die Hornhautbrechkraft in Dioptrien abzulesen.

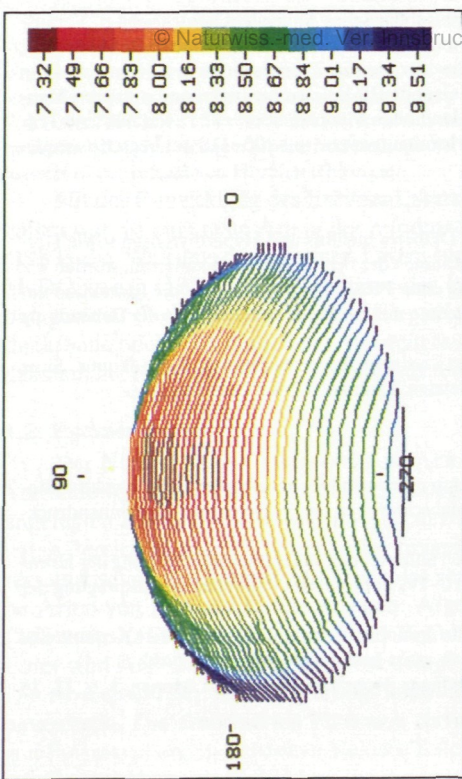


Abb. 2: Dreidimensionale Darstellung derselben Hornhaut wie in Abb. 1. An der Farbskala ist der Krümmungsradius der Hornhaut in mm abzulesen.

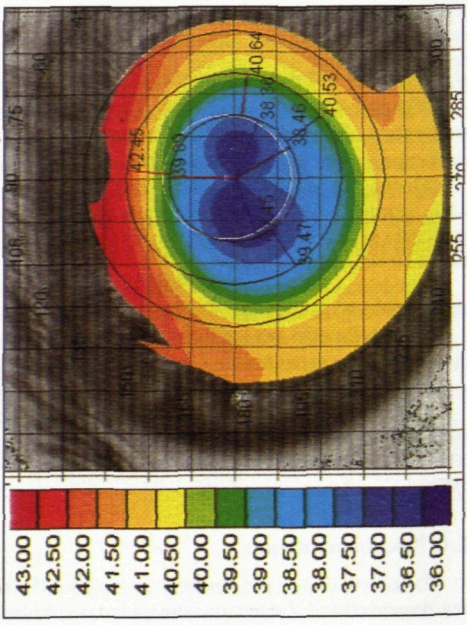


Abb. 3: Hornhauttopographie nach Excimer-Laser Behandlung. Die zentrale Hornhautabflachung ist an der blauen Farbe zu erkennen.

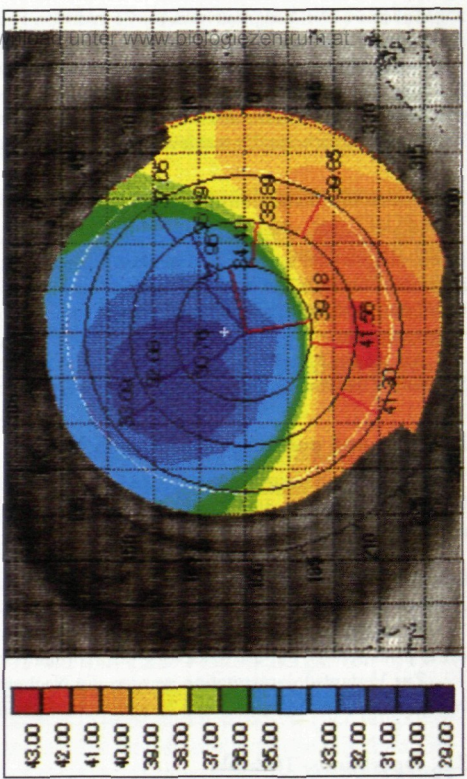


Abb. 4: Hornhauttopographie nach Excimer-Laser Behandlung mit vertikal dezentrierter (blauer) Ablationszone.

wurden verschiedene Analgetika oral verabreicht, am häufigsten Tramadol-HCl (Tramal®), 1-3 Kapseln. Die Patienten wurden entweder ambulant behandelt oder kurzfristig stationär aufgenommen, sodaß sie die erste Nacht nach der Operation unter klinischer Betreuung standen.

Bis zum Epithelschluß wurden die Patienten weiterhin mit einem antibiotischen Augensalbenverband behandelt und täglich an der Spaltlampe kontrolliert. Nach Abheilung der oberflächlichen Hornhautwunde bekamen die Patienten für 6-12 Wochen ein Kombinationspräparat aus cortison- und antibiotikahaltigen Augentropfen (Betamethason und Neomycin) 2 x täglich verordnet.

3. Ergebnisse:

Bei 134 Augen von 77 myopen Patienten wurde eine Excimer Laser photorefraktive Keratektomie durchgeführt. Die präoperativen Brechungsfehler lagen als sphärisches Äquivalent (SÄ) zwischen -1 und -23,5 Dioptrien (D) mit einem Mittelwert von $-6,98, \pm 4,87$ D (SD). Das durchschnittliche SÄ in Gruppe I betrug -3.97 D, ± 1.28 D (SD), in Gruppe II -10.79 D, ± 4.66 D (SD).

Die prozentuelle Verteilung des sphärischen Äquivalentes aller behandelten Myopien ist in Tab. 1 detailliert dargestellt; die meisten Myopien lagen zwischen -8.5 und -1 D, insgesamt rund 75 %.

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung des sphärischen Äquivalentes aller behandelten Myopien.

von ($\geq$)	bis ($<$)	Anzahl	Prozent
-23.5	-21	2	1.49 %
-21	-18.5	3	2.24 %
-18.5	-16	5	3.73 %
-16	-13.5	6	4.48 %
-13.5	-11	7	5.22 %
-11	-8.5	11	8.21 %
-8.5	-6	28	20.9 %
-6	-3.5	41	30.6 %
-3.5	-1	28	20.9 %
-1		3	2.24 %

Das Alter der Patienten, die sich einer Laser-Behandlung zur Myopiekorrektur unterzogen, lag zwischen 20 und 54 Jahren, mit einem Durchschnittsalter von 32 Jahren. Was die Geschlechtsverteilung betrifft, so wurden 87 Eingriffe bei männlichen Patienten und 47 Eingriffe bei weiblichen Patienten durchgeführt.

3.1. Refraktion:

In Gruppe I (Myopien bis -6 D) konnten von 72 behandelten Augen nach 1 Monat 59 Augen, nach 3 Monaten 58, nach 6 Monaten 43, nach 12 Monaten 29 Augen und nach 18-24 Monaten 18 Augen nachuntersucht werden.

Die durchschnittliche postoperative Refraktion betrug in Gruppe I nach 1 Monat $+0.6 \pm 0.86$ D (SD), nach 3 Monaten -0.43 ± 0.97 D, nach 6 Monaten -0.8 ± 1 D, nach 12 Monaten -1.11 ± 0.99 D und nach 18-24 Monaten -1.18 ± 1.36 D.

Bei individueller Aufschlüsselung der erzielten Refraktionswerte sieht man, daß nach 1 Monat rund 83 % der untersuchten Augen innerhalb ± 1 D der angestrebten Emmetropie lagen, nach 3 Monaten 74 %, nach 6 Monaten 60 %, nach 12 Monaten 58 % und nach 18-24 Monaten 62 %, nach

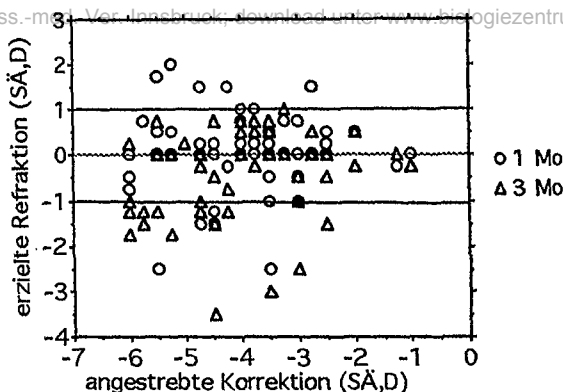


Abb. 5: Scattergram von erzielter Refraktion gegenüber angestrebter Korrektur 1 und 3 Monate postoperativ nach Korrektur von Myopien bis -6 D. Refraktionswerte über der $+1$ D-Linie gelten als überkorrigiert, jene unter der -1 D-Linie als unterkorrigiert.

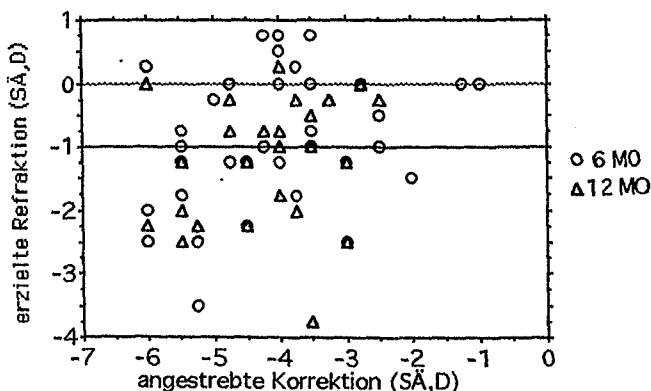


Abb. 6: Scattergram von erzielter Refraktion gegenüber angestrebter Korrektur 6 und 12 Monate postoperativ nach Korrektur von Myopien bis -6 D.

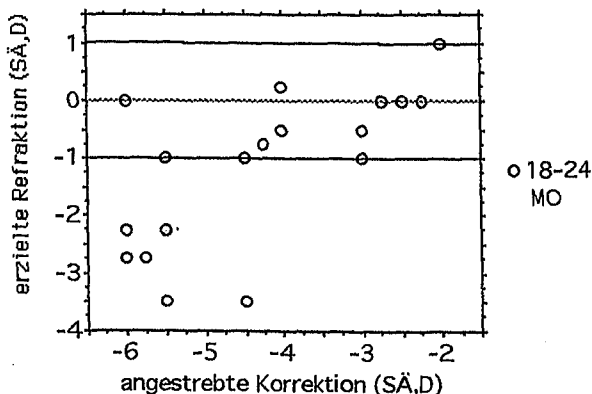


Abb. 7: Scattergram von erzielter Refraktion gegenüber angestrebter Korrektur 18 bis 24 Monate postoperativ nach Korrektur von Myopien bis -6 D.

wobei Korrekturen bis -4 D in 100 % der Fälle postoperativ innerhalb der ± 1 D-Zone liegen (siehe Abb. 5 - 7).

In Gruppe II (Myopien über -6 D) konnten von 62 behandelten Augen nach 1 Monat 40 Augen, nach 3 Monaten 55, nach 6 Monaten 39, nach 12 Monaten 32 Augen und nach 18-24 Monaten 19 Augen nachuntersucht werden.

Die durchschnittliche postoperative Refraktion betrug in Gruppe II nach 1 Monat -2.37 ± 3.44 D, nach 3 Monaten -2.94 ± 3.78 D, nach 6 Monaten -4.28 ± 4.41 D, nach 12 Monaten -4.38 ± 4.74 D und nach 18-24 Monaten -3.68 ± 4.28 D.

Die einzelnen Refraktionswerte in Gruppe II sind in Abb. 8 - 10 dargestellt. Daraus erkennt man, daß nach 1 Monat 55 % der behandelten Augen innerhalb einer ± 2 Dioptrienzone lagen, nach 3 Monaten 50 %, nach 6 Monaten 44 %, nach 12 Monaten 47 % und nach 18-24 Monaten rund 35 %, wobei Korrekturen bis -12 D in 71 % der Fälle postoperativ innerhalb der ± 2 -Zone liegen.

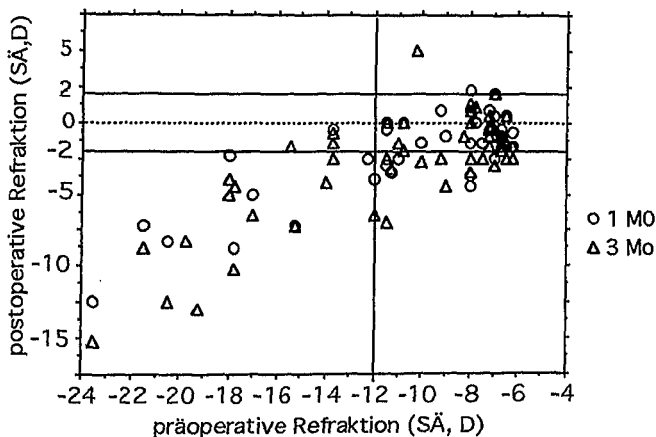


Abb. 8: Scattergramm von präoperativer Refraktion gegenüber postoperativer Refraktion 1 bis 3 Monate nach Korrektur von Myopien über -6 D. Die senkrechte Linie bei -12 D markiert den Bereich zwischen angestrebter Vollkorrektur und Teilkorrektur.

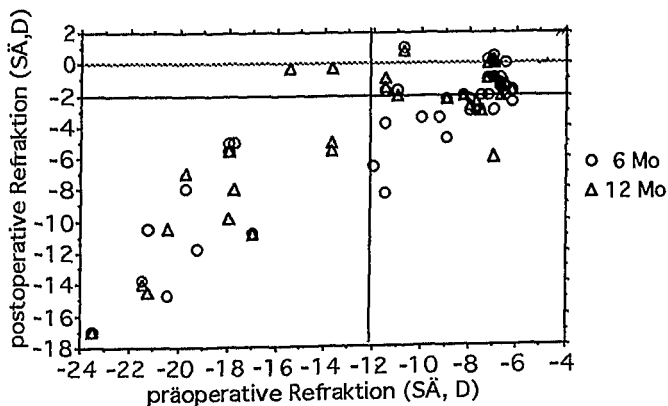


Abb. 9: Scattergramm von präoperativer Refraktion gegenüber postoperativer Refraktion 6 bis 12 Monate nach Korrektur von Myopien über -6 D. Senkrechte Linie siehe Abb. 5.

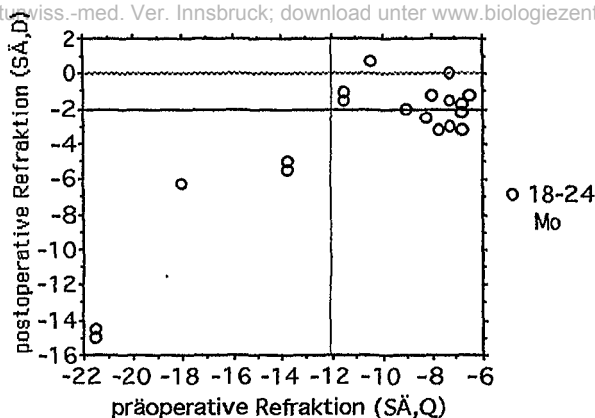


Abb. 10: Scattergram von präoperativer Refraktion gegenüber postoperativer Refraktion 18 bis 24 Monate nach Korrektur von Myopien über -6 D. Senkrechte Linie siehe Abb. 5.

3.2. Visus:

Gruppe I: Eine unkorrigierte Sehschärfe von mindestens 0.5 oder besser wurden nach 1 Monat in 83 %, nach 3 Monaten in 81 %, nach 6 Monaten in 76 % und nach 12 sowie auch nach 18-24 Monaten in 66 % der Fälle erreicht.

Gruppe II: Von jenen Patienten, die präoperativ mit Brillenkorrektur eine Mindestsehschärfe von 0.5 erreichten, haben postoperativ nach 1 Monat 38 %, nach 3 Monaten 40 %, nach 6 Monaten 48 %, nach 12 Monaten 45 % und nach 18-24 Monaten 50 % eine unkorrigierte Sehschärfe von 0.5 oder besser erreicht.

3.3. Haze:

Nach der Excimer-Laser Behandlung wiesen alle Patienten (Gruppe I und Gruppe II) eine subepitheliale Hornhauttrübung auf, die bei Korrekturen über -6 Dioptrien stärker ausgeprägt war als bei niedrigen Myopien, mit einem Gipfel zwischen dem 1. und 6. postoperativen Monat.

Nach 1 Monat zeigte sich in 70 % der Fälle ein Haze Grad I und in 29 % ein Haze Grad II, sowie in 1 % ein Haze Grad II-III. Zwischen dem 3. und 6. Monat zeigten 76 % einen Haze Grad I, 21 % Grad II und 3 % Grad III(-IV). Nach einem Jahr bildete sich der Haze in 73 % der Fälle völlig zurück (Grad 0), in 25 % war noch ein Haze Grad I vorhanden und in einzelnen Fällen (2 %) ein Haze Grad II und III. Nach 2 Jahren war die Hornhaut bei allen behandelten Augen aufgeklärt (Abb. 11), bis auf eine Ausnahme: Dieser Patient hatte sich einer Myopiekorrektur von -11 D unterzogen bei einer Ausgangsrefraktion von -19 D. Wegen eines stark entwickelten Haze (Grad III - IV) wurde ein Jahr postoperativ ein sog. re-shaping (erneutes Abtragen von dünnen Hornhautschichten) durchgeführt. Trotzdem kam es wieder zur Ausbildung eines Haze Grad II, der bis jetzt bestehen blieb (Abb. 12).

4. Diskussion:

Mit dem Excimer-Laser besteht nun zum ersten Mal die Möglichkeit, die Korrektur einer Fehlsichtigkeit mit computergestützter Präzision und guter Vorhersagbarkeit durchzuführen.

Wie aus unserer Studie ersichtlich, sind die besten Ergebnisse bei der Korrektur von niedrigen Myopien bis -6 Dioptrien zu erzielen. Dabei konnten wir nach einer bisherigen Nachbeobachtungszeit von maximal 18-24 Monaten in 66 % der Fälle eine unkorrigierte Sehschärfe von

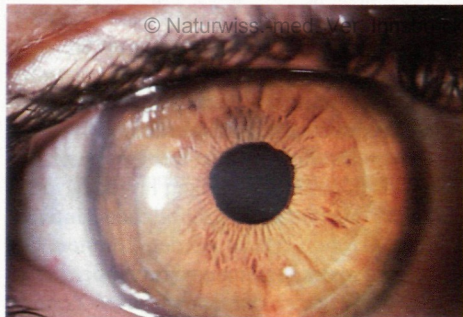


Abb. 11: Spaltlampenfoto nach Excimer-Laser-Behandlung: klare Hornhaut.



Abb. 12: Spaltlampenfoto nach Excimer-Laser-Behandlung: Haze Grad II.

0.5 oder besser erzielen. Bei der Korrektur der Myopien über -6 D wurde noch von 50 % der Patienten eine unkorrigierte Sehschärfe von 0.5 oder besser erreicht.

Bezüglich der Korrektur des ursprünglichen Brechungsfehlers bis -6 D wurde in 62 % der Fälle nach 18 - 24 Monaten eine Reduktion auf ± 1 D erzielt, bei Korrekturen bis -4 D in 100 %. Auffallend ist der im ersten postoperativen Monat auftretende sog. hyperopic shift, der dem Behandlungskonzept mit einer primär leichten Überkorrektur entspricht. Bereits nach dem 3. Monat nimmt die Hyperopie ab oder ist in den myopen Bereich gedriftet.

SALZ (1993) und EPSTEIN (1994) konnten in ihren Studien eine Korrektur innerhalb von ± 1 D in 84 bzw. 87 % nach 24 Monaten erreichen, wobei SALZ (1992) in 15 % der Fälle eine wiederholte Behandlung durchgeführt hatte.

Bei den mittleren und hohen Myopien erreichten 25 % eine unkorrigierte Sehschärfe von 0.5 oder besser, 35 % der behandelten Augen lagen innerhalb einer Restrefraktion von ± 2 D, wobei hier auch jene Fälle inbegriffen sind, bei denen nur eine Teilkorrektur von maximal -11 D durchgeführt wurde. Der Vorteil einer Reduktion des Brechungsfehlers bei hohen Myopien liegt in einer Verringerung der benötigten Dioptrienstärke, wodurch die Brille dünner und leichter wird.

Bei anisomyopen Patienten besteht durch Angleichen der Brechungsfehler beider Augen die Möglichkeit eines verbesserten beidäugigen Sehens.

Leider konnten in unserer Studie viele Patienten, die aus anderen Bundesländern zur Behandlung angereist waren, die geplanten Kontrolltermine nicht regelmäßig wahrnehmen. Andere Patienten wiederum – vor allem jene, bei denen im Rahmen der letzten Kontrolle eine Sehschärfe von 0.8 bis 1.0 ohne Korrektur festgestellt werden konnte – wollten weitere Nachuntersuchungstermine nicht mehr einhalten. Diese Tatsache schlägt sich auch in der statistischen Auswertung nieder.

Üblicherweise werden bei der Auswertung der refraktiven Ergebnisse Patienten mit myopem Astigmatismus über -1.5 D ausgenommen (SALZ 1993). In unserer Studie sind jedoch alle Patienten mit Myopien und myopen Astigmatismen bis zu -3.5 D inbegriffen, bei denen eine rein sphärische Myopiekorrektur vorgenommen wurde. Der Astigmatismus konnte in diesen Fällen nur als sphärisches Äquivalent berücksichtigt werden. Dies führt naturgemäß zu einer geringeren Erfolgsrate.

Folgende Komplikationen können sich nach einer Excimer-Laser Behandlung ausbilden: Ein stärker ausgeprägter Haze, der sich nicht zurückbildet und auch nach einer zweiten Laserbehandlung auftritt, ist quoad visum sicherlich als schwere Komplikation einer photorefraktiven Keratektomie anzusehen. In unserem Patientengut ist dies aber nur in einem einzigen Fall aufgetreten, und zwar nach Behandlung einer hohen Myopie.

Ein erhöhter Augeninnendruck ist im Laufe der Nachkontrollen bei 2 Patienten aufgetreten, vermutlich als Antwort auf die lokale Applikation von Corticosteroiden (Cortisonhypertension), wobei ein Patient auswärts über 6 Monate hinweg mit cortisonhaltigen Augentropfen behandelt wurde. In beiden Fällen konnte durch Absetzen der Augentropfen und vorübergehende anitglaukomatöse Therapie der Augeninnendruck bleibend auf Normwerte gesenkt werden.

Eine Dezentrierung der Ablationszone mit subjektiven Beschwerden ist nur bei einem Patienten aufgetreten. Dabei handelte es sich um die Korrektur einer beidseitigen hohen Myopie. Der Patient klagte über vertikale Doppelbilder, die in der hornhauttopographischen Untersuchung durch entgegengesetzt vertikal dezentrierte Ablationszonen erklärt werden konnten. Offenbar war es infolge der hohen Myopie zu Fixationsproblemen des Patienten während der Laserbehandlung gekommen. Eine zweite Laserbehandlung zum Ausgleich der dezentrierten Zone ist noch vorgesehen.

Bei 6 Patienten mußte wegen Nachlassens der Wirkung (Regression) eine zweite Laserbehandlung durchgeführt werden. Bei einer 21-jährigen Patientin war es nach einer angestrebten Korrektur von beidseits -3.5 D bereits nach 3 Monaten zu einer vollständigen Regression an beiden Augen gekommen. Nach einer Re-PRK bestand bei der Patientin eine Restrefraktion von -0.5 D. Ein anderer Patient wiederum zeigte zunächst über ein Jahr hinweg stabile Refraktionsverhältnisse nach einer photorefraktiven Korrektur von -3 D auf Emmetropie, dann aber setzte eine rasche Regression auf -1.5 D ein. Nach einer zweiten Behandlung, die der Patient aufgrund eines beruflichen Erfordernisses vorantrieb, blieb die Emmetropie bis jetzt bestehen. Eine Zweitbehandlung nach Regression war bei unseren Patienten bislang immer erfolgreich, wobei die maximale Nachbeobachtungszeit 9 Monate betrug. SEILER (1992) und EPSTEIN (1994) geben die Erfolgsrate nach einer Re-PRK mit 58 bis 63 % an.

Abschließend sei noch auf die Beweggründe der Patienten für die Entscheidung zu einer Excimer-Laserbehandlung zwecks Korrektur einer Fehlsichtigkeit eingegangen. Mit einer unkorrigierten Sehschärfe von mindestens 0.5 erfüllt man bereits die visuellen Voraussetzungen für den Führerschein. Neben Kontaktlinsenunverträglichkeit, Ausübung von sportlichen Aktivitäten, Eignungsgutachten für bestimmte Berufe wurde als häufigstes Motiv einfach nur die Unabhängigkeit von einer Brille angegeben.

5. Zusammenfassung:

Mit dem ArF-Excimer-Laser besteht nun zum ersten Mal die Möglichkeit, die Korrektur einer Fehlsichtigkeit mit computergestützter Präzision und guter Voraussagbarkeit durchzuführen. Bei dieser Methode werden mikroskopisch dünne Hornhautschichten mit dem Excimer-Laser abgetragen, um den Krümmungsradius der Hornhaut und somit die Gesamtbrechkraft des Auges zu verändern.

In dieser Arbeit berichten wir über die Ergebnisse von bisher 134 behandelten Augen mit Myopien und myopen Astigmatismen, bei denen eine sog. photorefraktive Keratektomie (PRK) durchgeführt wurde. Die präoperativen Brechungsfehler lagen zwischen -1 bis -23.5 Dioptrien (D), mit einem Mittelwert von -6.98 ± 4.87 D (SD). Der Nachuntersuchungszeitraum betrug bis zu 24 Monate. Bei der Korrektur von bis zu -6 D lagen nach einem Monat 83 % der Fälle innerhalb ± 1 D der angestrebten Emmetropie, nach 18 - 24 Monaten 62 %, bei Korrekturen bis zu -4 D 100 %. Eine unkorrigierte Sehschärfe von 0.5 oder besser erreichten in diesem Zeitraum 66 % der Fälle. Bei Korrekturen über -6 D lagen nach 18 - 24 Monaten 35 % der Patienten innerhalb ± 2 D, wobei ab -11 D nur eine Teilkorrektur des Brechungsfehlers durchgeführt wurde.

Die besseren Ergebnisse lassen sich demnach bei Korrekturen von niedrigen Myopien erzielen. Mit dem Excimer-Laser steht nun eine weitgehend komplikationslose Methode zur Korrektur der Kurzsichtigkeit zur Verfügung.

- BATES, W.H. (1894): A suggestion of an operation to correct astigmatism. — Arch. ophthalmol. **23**: 9 - 13.
- EPSTEIN, D., B. TENGROTH, P. FAGERHOLM & H. HAMBERG-NYSTRÖM (1994): Excimer retreatment of regression after photorefractive keratectomy. — Am. J. Ophthalmol. **117**: 456 - 461.
- EPSTEIN, D., P. FAGERHOLM, H. HAMBERG-NYSTRÖM & B. TENGROTH (1994): Twenty-four — months follow-up of excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. Refractive and visual acuity results. — Ophthalmology **101**: 1558 - 1564.
- FANTES, F.E., K.D. HANNA, G.O. WARRING, Y. POULIQUEN, K. THOMPSON & M. SAVOLDELLI (1990): Wound healing after excimer laser keratomileusis (photorefractive keratectomy) in monkeys. — Arch. Ophthalmol. **108**: 665 - 675.
- FIODOROW, S.N. & V.V. DURNEV (1972): Anterior keratotomy method application with the purpose of surgical correction of myopia. — Pressing Problems of Ophthalmosurgery: 47 - 48.
- LANS, L.J. (1898): Experimentelle Untersuchungen über Entstehung von Astigmatismus durch nicht-perforierende Corneawunden. — Albrecht von Graefes Arch. Ophthalmol. **45** : 117 - 152.
- MCDONALD, M.B., H.E. KAUFMANN, J.M. FRANTZ, S. SHOFNER, B. SALMERON & S.D. KLYCE (1989): Excimer laser ablation in a human eye. — Arch. Ophthalmol. **107**: 641 - 642.
- SALZ, J.J, E. MAGUEN, A.B. NESBURN, C. WARREN, J.I. MACY, J.D. HOFBAUER, T. PAPAIOANNOU & M. BERLIN (1993): A two-year experience with excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. — Ophthalmology **100**: 873 - 882.
- SATO, T. (1939): Treatment of conical cornea (incision of Descemet's membrane). — Acta Soc. Ophthalmol. Jpn. **43**: 544 - 555.
- SEILER, T., M. DERSE & T. PHAM (1992): Repeated excimer laser treatment after photorefractive keratectomy. — Arch. Ophthalmol. **110**: 1230 - 1233.
- SNELLEN, H. (1869): Die Richtung der Hauptmeridiane des astigmatischen Auges. — Archiv für Ophthalmologie **15**: 199 - 207.
- TROKEL, S.L., R. SINIVASAN & B. BRAREN (1983): Excimerlaser surgery of the cornea. — Am. J. Ophthalmol. **96**: 710 - 715.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [82](#)

Autor(en)/Author(s): Speicher Lilly, Daxer Albert, Göttinger Wolfgang

Artikel/Article: [Laserchirurgische Korrektion der Fehlsichtigkeit. Erfahrungen und bisherige Ergebnisse. 335-345](#)