



Universitätsklinikum
Hamburg-Eppendorf

Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde

Patienteninformation

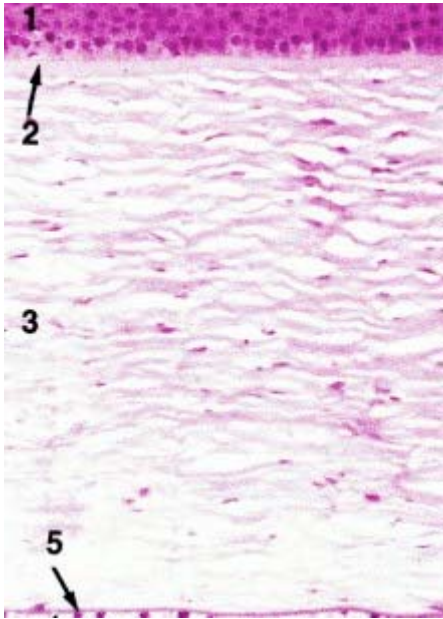
Hornhautchirurgie



Die Hornhaut ist das optische Fenster des Auges, das dem Menschen das Sehen erst ermöglicht. Nur aufgrund Ihrer Transparenz ist auch der Augenarzt in der Lage, Strukturen des Augeninneren zu untersuchen. Desweiteren ist die Linse und auch der dahinterliegende Glaskörper ebenfalls transparent. Daher ist der Blick auf den Augenhintergrund im Normalfall mit entsprechender Technik problemlos möglich. Mit 43 Dioptrien hat die Hornhaut darüber hinaus den stärksten Anteil an der Gesamtbrechkraft des Auges. Der normale Durchmesser der Hornhaut beträgt 10 bis 13mm. Die Hornhaut wird aus dem Kammerwasser, dem Tränenfilm und dem Gefäßnetz um die Hornhaut ernährt (Randschlingennetz). Der Tränenfilm benetzt die Hornhaut und sorgt für eine glatte Oberfläche. Das Lysozym schützt vor Infektionen. Die Transparenz der Hornhaut ist durch die regelmäßige Lage der Stromalen Kollagenfasern und durch den gleich bleibenden Wassergehalt von 70% bedingt. Das Endothel pumpt ständig Kammerwasser aus der Hornhaut heraus.

Morphologie der Hornhaut:

- Die Hornhaut ist wie ein Uhrglas mit einer Randfurche in die Lederhaut (Sklera) eingefügt. Die Oberfläche der Hornhaut besteht aus einem mehrschichtigen, nicht verhornenden Plattenepithel (1), das sich sehr schnell regenerieren kann. Eine intakte Epithelschicht ist vor allem zur Abwehr von Keimen zwingend erforderlich.
- Unter dem Hornhautepithel liegt die widerstandsfähige Bowman-Basalmembran (2), die bei Verletzung mit einer Narbe abheilt.
- Den größten Gewebeanteil der Hornhaut bildet das Stroma (3), das wegen der Gefäßfreiheit bradytroph ist und nur langsam regeneriert. Daher heilen Hornhautverletzungen auch sehr langsam. Diese Tatsache bildet jedoch auch ein immunologisches Privileg, da fremdes Spendergewebe vom körpereigenen Immunsystem kaum erkannt wird. Erst wenn nach z.B. nach Verätzungen es zur krankhaften Vaskularisation der Hornhaut kommt, besteht ein stark erhöhtes Risiko für eine Abstoßungsreaktion.
- Nach innen folgt die widerstandsfähige Descemet-Membran, die dem Augeninnendruck auch dann noch standhält, wenn das Stroma fast vollständig fehlt. Die Descemet-Membran ist regenerationsfähig (5).
- Auf der Descemet-Membran ist die einschichtige Endothelzellschicht. Sie ist nicht regenerationsfähig und ist wesentlich für die Transparenz der Hornhaut verantwortlich. Ist das Endothel vermindert oder krankhaft, so kommt es zum Quellen und Eintrüben der Hornhaut mit deutlicher Sehinderung, z.B. Fuchs'sche Hornhautdystrophie.



Histologischer Schnitt der normalen Hornhaut mit mehrschichtigem Epithel (1), Bowman'scher Membran (2), Stroma (3), Descemet-Membran (5) und einschichtigem Endothel (aus Weather, Burkitt, Daniels, Histologie).

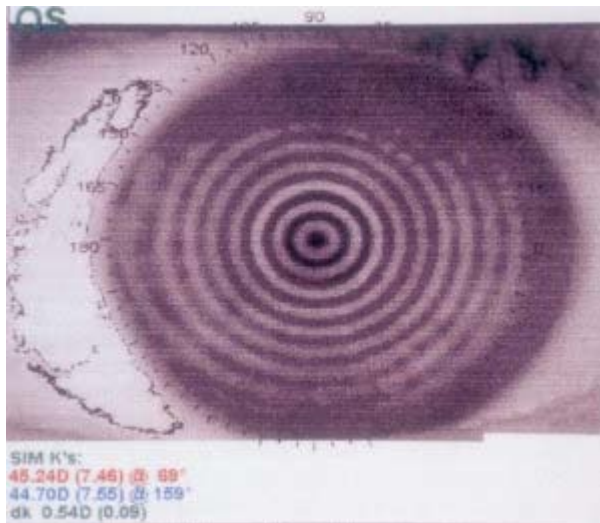
In unserer Klinik werden verschiedenste diagnostische Untersuchungsverfahren genutzt, um Hornhauterkrankungen präzise zu erkennen. Hierzu gehören die Bestimmung der Oberflächenkrümmung der Hornhaut (Keratoskopie), die Endothelzellzählung (Endothelfoto), die Hornhautdickenmessung (Pachymetrie), die Hornhautmikroskopie (konfokal) und zur Dokumentation die Hornhautphotographie.

Für Patienten mit Hornhauterkrankungen unterschiedlichster Ursache bieten wir unsere Spezialsprechstunde (Hornhaut und Keratoplastik-Sprechstunde) an. Hier werden alle erforderlichen Untersuchungen zur Hornhautdiagnostik durchgeführt und dem Hornhautspezialisten vorgestellt. Mögliche Therapieoptionen werden mit dem Patienten gemeinsam besprochen.

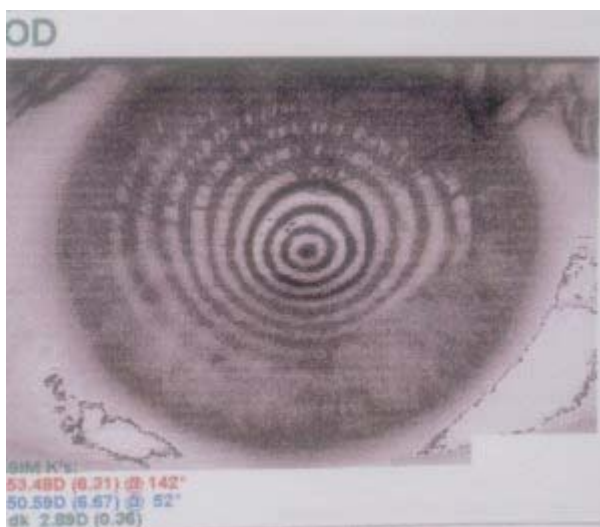
Diagnostik der Hornhaut:

- **Keratoskopie (Oberflächentopographie)**
 Zur Beurteilung der Hornhautoberfläche wird eine computergesteuerte Keratoskopie durchgeführt. Durch Projektion von Ringen auf die Hornhaut kann bei Hornhautverkrümmung das Ausmaß der Verkrümmung in Dioptrie gegenüber einer Referenz gemessen werden. Die einzelnen Brechungswerte der Hornhaut in Dioptrie werden wie bei einer Landkarte farblich dargestellt.
 - Diese Untersuchung ist bei allen Formen der Hornhautverkrümmung (Astigmatismus), vor allem irregulären Verkrümmungen indiziert. Die häufigste Indikation ist der Keratoconus (kegelförmige Verkrümmung).

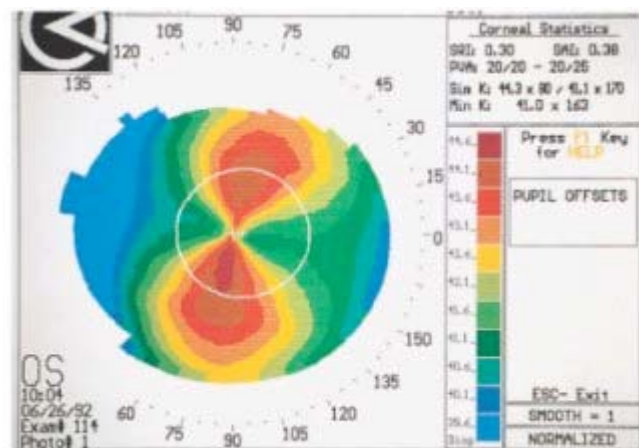
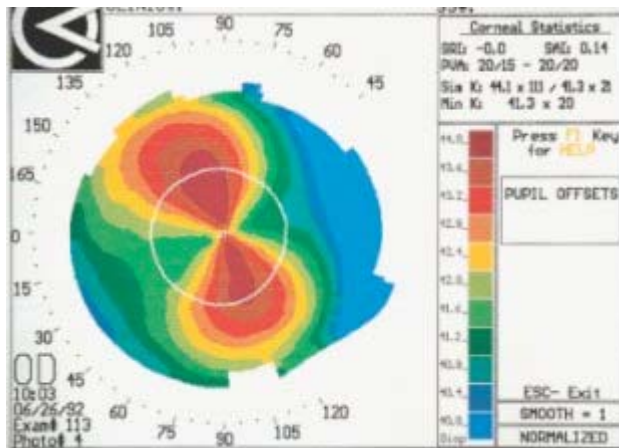
- Vor allen refraktiven Eingriffen ist die Keratoskopie zwingend erforderlich.



Viele sphärische Kreise der Placido-Scheibe, die sich auf der normalen Hornhautoberfläche spiegeln.

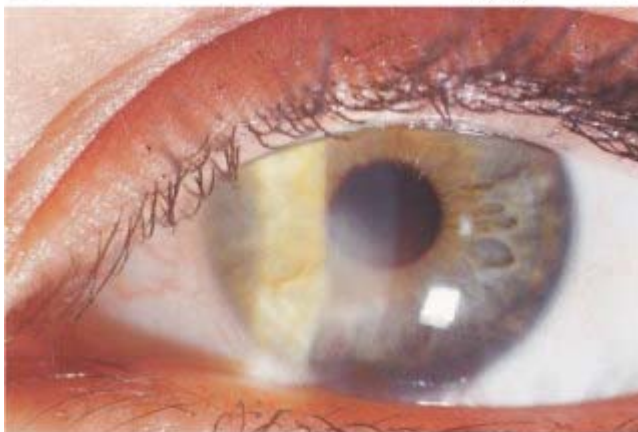
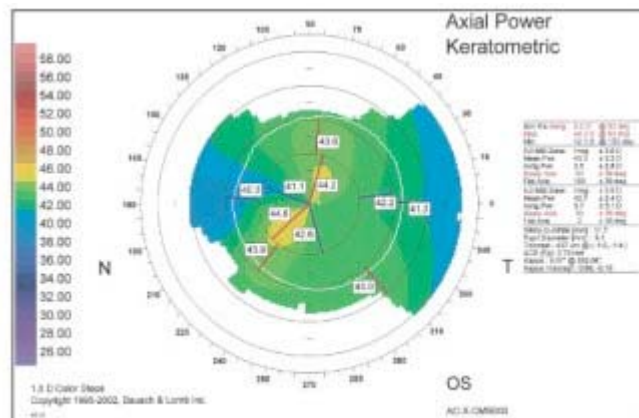
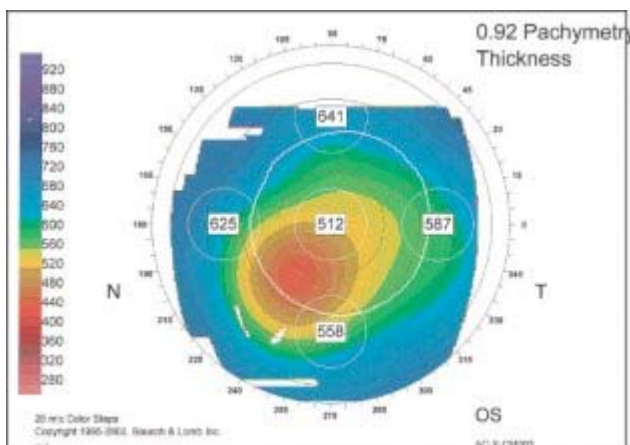


Die Kreise der Placido-Scheibe bilden sich asymmetrisch und verzogen auf der Hornhaut bei Keratoconus ab.



© 2005 Elsevier Ltd. Spalton et al: Atlas of Clinical Ophthalmology 3e

Farbkeratioskopie bei regelmäßigem Astigmatismus beider Augen. Die Sanduhrform zeigt den Astigmatismus an, der regelmäßig ist.



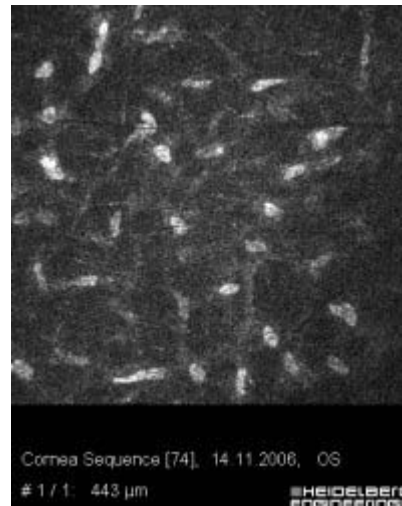
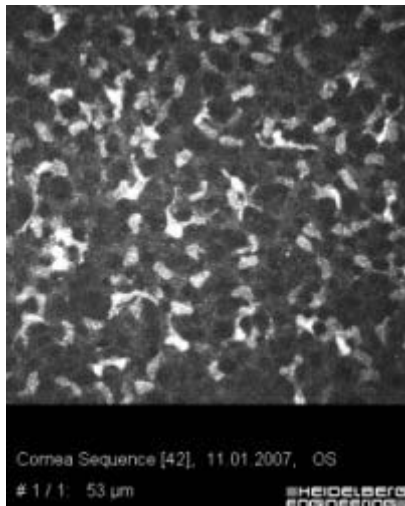
© 2005 Elsevier Ltd. Spalton et al: Atlas of Clinical Ophthalmology 3e

Typische kegelförmige Hornhautverkrümmung bei Keratoconus.

- **Endothelfoto (Endothelzellzählung)**
Die Darstellung und vor allem Zellzählung des wichtigen Hornhautendothels gelingt mit der topographischen Endothelmikroskopie. Diese Analyse der Zellzahl (normal 2.500 Zellen pro mm²) ist sehr wichtig vor Kataraktoperationen und ist stark vermindert bei der

Fuchs'schen Dystrophie. Ist die Zellzahl unter 400 Zellen pro mm², so ist die Hornhaut gequollen und es muss eine Hornhauttransplantation durchgeführt werden (Keratoplastik).

- Die Hauptindikation ist die Fuchs'sche Hornhautdystrophie und deren Frühform (Cornea guttata) vor allem vor Kataraktchirurgie. Durch die Kenntnis der Endothelzellzahl kann das Risiko einer Hornhautdekompensation nach Kataraktchirurgie eingeschätzt werden.
- Wichtig ebenso für Verlaufskontrollen nach Keratoplastik.
- **Pachymetrie** **(Dickenmessung)**
Die präzise Dickenmessung der Hornhaut ist für refraktive Eingriffe, aber auch für die Glaukomdiagnostik essentiell. Bei sehr dünner Hornhaut, wird der Augeninnendruck falsch niedrig gemessen. Für die Planung von refraktiven Eingriffen (Excimerlaser oder Keratotomien) wird zwingend die Pachymetrie benötigt, da eine Mindestdicke der Hornhaut für refraktive Excimerlaserchirurgie vorhanden sein muss.
 - Die häufigste Indikation stellen geplante refraktive Eingriffe dar und die Glaukomdiagnostik zur Festlegung eines korrigierten Zieldruckes (bedingt durch eine verdünnte Hornhaut).
- **Konfokale** **Hornhautmikroskopie:**
Eine noch genauere Untersuchung der Hornhautzellen ist mit der konfokalen Hornhautmikroskopie möglich (konfokale Laserscanning Technik). Die konfokale Mikroskopie höher auflösend als die Spaltlampe, gehört aber nicht zur Routine. Hier können alle Schichten der Hornhaut visualisiert werden. Bei maximaler Vergrößerung sind zelluläre Strukturen sichtbar wie Hornhautnerven oder Akanthamoebenkeime. Eine besondere Fragestellung für die Hornhautmikroskopie sind die Hornhautdystrophien, aber auch neue Erkenntnisse über das Verhalten des Hornhauttransplantates nach Keratoplastik.



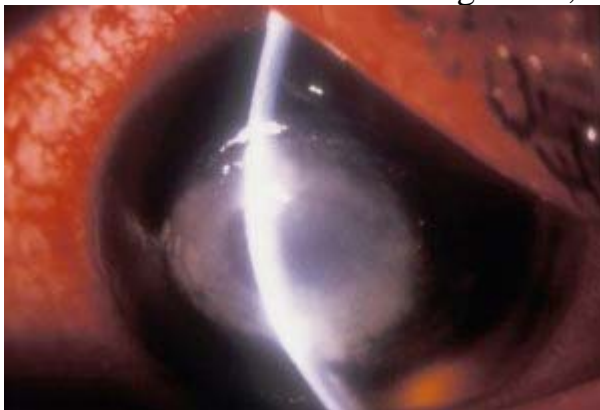
Konfokale Hornhautmikroskopie (links vorderes Hornhautstroma, rechts hinteres Hornhautstroma) (Bilder als freundliche Leihgabe von Dr. Linke).

- **Orbscan**

Dieses neuere Verfahren beruht auf einer Scanning-Slit-Methode, im Prinzip einer Scheinflug-Messung. Es kann mit der Placidoscheibe kombiniert werden und in der neuesten Version hat das Gerät gleichzeitig die Option einer Pachymetrie.

- **Photographie** **der** **Hornhaut**

Die Photographie der Hornhaut dient der Dokumentation von Hornhautbefunden. Dies ist für Verlaufskontrollen sehr hilfreich. Sie ist kein Verfahren zur Diagnostik, sondern zur Dokumentation.



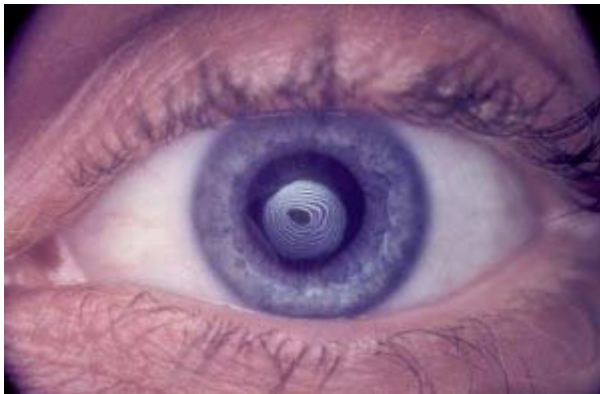
Hornhautbefunddokumentation, vor allem im Verlauf: schwerste bakterielle Keratitis bei Kontaktlinsenträger.

Es gibt verschiedene Krankheitsbilder, die die Transparenz, aber auch die regelmäßige Form der Hornhaut beeinträchtigen. Je nach Ausprägung der Trübung oder Wölbungsanomalie kann die Therapie noch oberflächlich durch einen Excimer-Laser (PTK = phototherapeutische Keratektomie -> siehe Link refraktive Chirurgie) oder durchgreifend durch Ersatz der

eigenen Hornhaut durch eine Spenderhornhaut erfolgen (perforierende Keratoplastik).

I Wölbungsanomalien

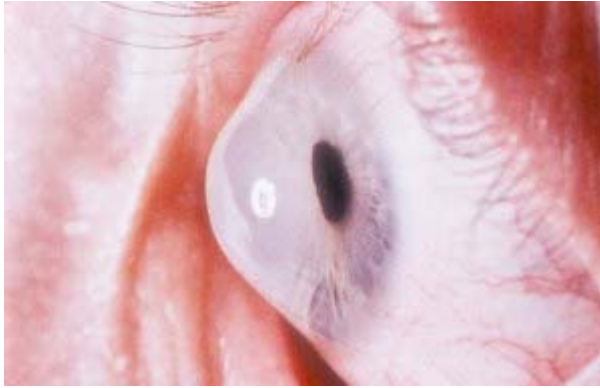
- **Keratoconus** = kegelförmige, meist beidseitige Vorwölbung des Hornhautzentrums mit Trübung des Hornhautgewebes und Hornhautverdünnung (meist Männer, am häufigsten)



Die Kreise der Placidoscheibe sind beim Keratoconus asymmetrisch und verzogen, daher nimmt die Sehschärfe auch stark ab.



Keratoconus: Akuter Hydrops, d.h. es kommt durch Einrisse in der Descemet-Membran zum Quellen der Hornhaut durch einfließendes Kammerwasser.



Ausgeprägter Keratoconus im fortgeschrittenen Stadium. Eine Kontaktlinsenanpassung ist hier kaum noch möglich.

- Ist der Keratoconus noch mit Brille oder später mit formstabiler Kontaktlinse auszugleichen, so kann die Hornhautkrümmung mit einem speziellen Verfahren (Riboflavin-Vernetzung) stabilisiert werden, um ein Fortschreiten der Konus zu verhindern. Der Keratoconus ist gehäuft bei M. Down und bei Neurodermitis assoziiert.
- **Riboflavin-Vernetzung:** Durch Auftropfen von Riboflavin und Applikation von speziellem UV-Licht ist es möglich, die Kollagenfasern des Hornhautstromas zu vernetzen. Hierdurch soll ein Fortschreiten des Keratoconus aufgehalten werden; in manchen Fällen soll er sich sogar etwas vermindern.
- **Keratoglobus** = kugelförmige Vorwölbung mit myopisierendem Effekt (sehr selten)



Keratoglobus; hier kommt es vor allem zur peripheren Hornhautausdünnung ohne Kegelbildung, sondern mit Globusbildung.

- **Cornea plana** = Abflachung des Hornhautzentrums mit konsekutiver Hyperopie (noch seltener)
 - Von den Wölbungsanomalien ist der Keratoconus die häufigste Indikation zur perforierenden Keratoplastik. Dies wären dann refraktive Hornhauttransplantationen.

II Trübungen der Hornhaut durch Entzündungen (Keratitis)

Trübungen der Hornhaut können viele verschiedene Ursachen haben, z.B. durch Verletzungen oder Verätzungen. Aber auch Infektionen unterschiedlichster Ursache können visusbeeinträchtigende Hornhauttrübungen zur Folge haben. Infektionen können durch verschiedene Erreger verursacht werden:

- **Viren:** am häufigsten Herpesviren und Varizella zoster Virus. Gerade das Herpesvirus führt bei metaherpetischer Keratitis sehr häufig zu einer zentralen Hornhautnarbe.
- **Bakterien:** durch verschiedene Keime wie z.B. Pseudomonas aeruginosa kann es zu schwersten Keratitiden mit Durchwanderungskeratitis kommen, die bei zentraler Lage des Infiltrates immer zu einer nachfolgenden Narbe und damit Sehminderung führen. Wird die Infektion nicht mit Antibiotika ausreichend behandelt, kann es zur Panophthalmitis (Infektion des gesamten Auges) und drohendem Bulbusverlust kommen.
- **Akanthamöben (Protozoen):** Diese Erreger sind häufig bei Kontaktlinsenträgern zu finden. Typischerweise zeigen diese seltenen Infektionen sehr wechselnde Hornhautbefunde, die z.T. auch Herpesinfektionen simulieren. Auch hier kann es zur Hornhautnarbe kommen.
- **Pilze:** Mykotische Infektionen sind selten, v.a. bei Diabetikern oder Kontaktlinsenträgern. Sie sehen den bakteriellen Infektionen sehr ähnlich und verlaufen sehr viel langsamer und schleichender. Je nach Lage der Infektion ist mit einer Sehminderung zu rechnen.

Die herpetische Hornhautnarbe ist die häufigste Indikation zur optischen Keratoplastik, gefolgt von abgeheilten bakteriellen Hornhautnarben.

III Trübungen der Hornhaut bei der Hornhautdystrophie Fuchs

Es handelt sich um eine angeborene Erkrankung, die mit einem pathologischen Endothelzellverlust im höheren Alter einhergeht. Es kommt zur einer Hornhauteintrübung (bullöse Keratopathie) mit blasiger Abhebung des Epithels durch den Funktionsverlust des Endothels. Ursache ist das erkrankte Endothel, das das Kammerwasser nicht mehr aus dem Hornhautstroma pumpen kann und die Hornhaut damit quillt. Es gibt neben der Fuchs'schen Dystrophie noch viele verschiedenen Hornhautdystrophien, bei denen es zu Ablagerungen in der Hornhaut (diverse Schichten) kommt mit Visusminderung und erhöhter Blendempfindlichkeit.

Die bullöse Keratopathie ist eine der häufigsten Indikationen zur Hornhauttransplantation.

Operative Therapie von Hornhauterkrankungen

Indikation

- Tektonisch (zum Bulbuserhalt): Perforiertes Ulcus (dann à chaud)
- Optisch: zentrale Hornhautnarbe
- Refraktiv: Keratoconus
- Diagnostisch: unklare Hornhautinfektion
- Therapeutisch: bakterielles Hornhautinfiltrat
- Kurativ: Hornhautinfektion

- Notfall à chaud: Perforiertes Ulcus

Perforierende Keratoplastik (PKP)

Hier wird die gesamte Dicke der Hornhaut ausgetauscht. Der häufigste Durchmesser der PKP beträgt 7,5mm. Die trübe Empfängerhornhaut wird kreisförmig ausgestanzt und durch eine klare Spenderhornhaut gleichen Durchmessers ersetzt. Die Hornhaut wird durch Trepane oder seltener durch Laserverfahren ausgestanzt. Mit verschiedenen Nahttechniken wird die Spenderhornhaut an der Empfängerhornhaut fixiert (einfache oder doppelt fortlaufende Naht oder Einzelknopfnähte). Die perforierende, d.h. durchgreifende Keratoplastik, ist bei allen Erkrankungen indiziert, wo das gesamte Hornhautstroma betroffen ist (Trübung, Infektion oder pathologische Wölbung). Lamelläre Keratoplastiken sind bei oberflächlichen Hornhauttrübungen möglich neben den Excimerlaserverfahren. Bei einer Desecemtozele oder perforiertem Hornhautulcus muss eine notfallmäßige Keratoplastik zum Bulbuserhalt erfolgen, sog. Keratoplastik à chaud.

Die Hornhauttransplantation gehört zu den erfolgreichsten Transplantationen (96% Erfolgsquote bei unkomplizierter Keratoplastik. Das Risiko einer Abstoßung ist im ersten Jahr nach Transplantation am größten, insgesamt aber gering. Bei einer Hochrisikokeratoplastik durch z.B. eine Vaskularisation kann das Abstoßungsrisiko auf 40 bis 60% ansteigen und muss daher mit lokaler und systemischer Therapie immunsupprimiert, d.h. unterdrückt werden. Kommt es z.B. bei einer Hochrisikokeratoplastik zu einer Abstoßung, so trübt sich die Hornhaut durch den immunologischen Endothelzellschaden ein. Im Frühstadium kann dies noch mit lokaler und systemischer Cortisontherapie aufgehalten werden. Im Spätstadium kommt es aber zum irreversiblen Eintrüben des Transplantates.

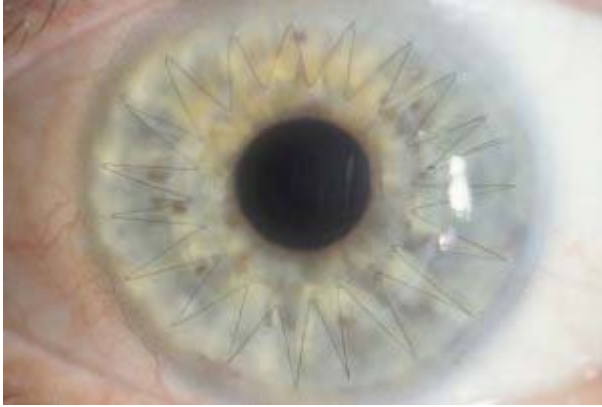


Bild nach erfolgreicher Hornhauttransplantation. Die fortlaufende Naht ist gut zu erkennen (Zickzackform). Die Keratoplastik ist 1 Jahr alt und die neue Hornhaut ist gut eingeeilt. Der Faden wird in ca. weiteren 6 Monaten entfernt.

In bestimmten Fällen wird nur der vordere oder der hintere Teil der Hornhaut ersetzt (lamelläre Keratoplastik und DSAEK).