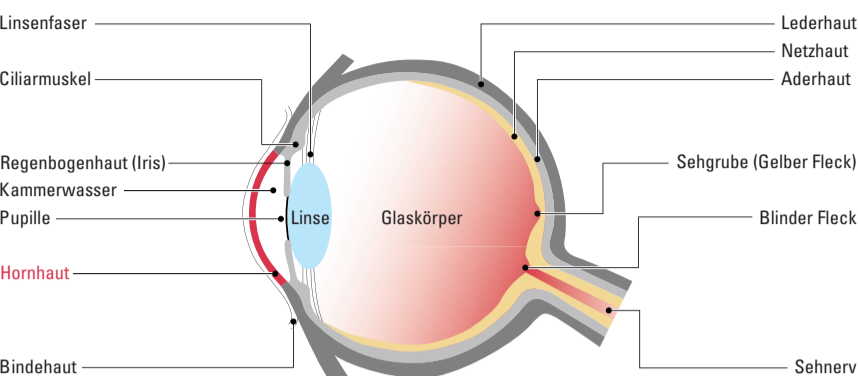
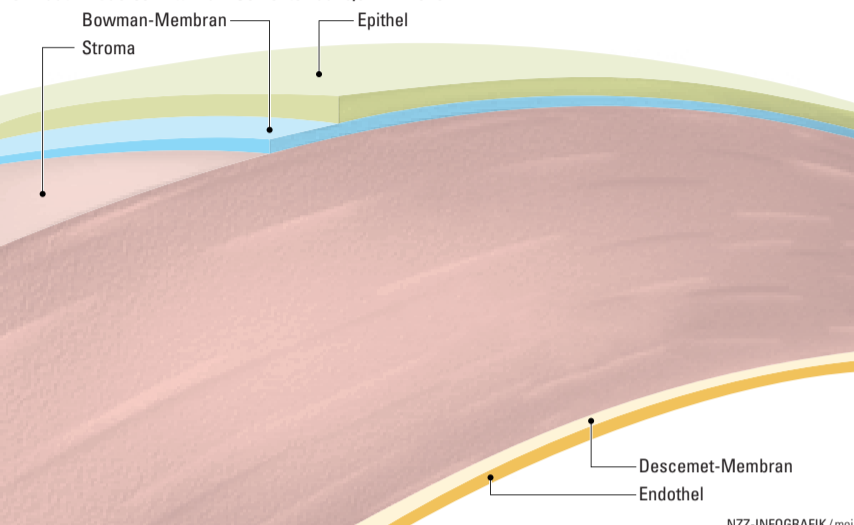


Das menschliche Auge und die Hornhaut



Hornhaut im Querschnitt – fünf Schichten auf 0,5 mm Dicke



NZZ-INFOGRAFIK / mei.



Operation am Auge.

KLINIK PALLAS

Neuartiger Augenhornhaut-Ersatz

Erste Erfahrungen mit der isolierten Transplantation der Innenschicht der Cornea

Die Übertragung der Hornhaut des Auges ist der älteste und häufigste Eingriff in der Transplantationsmedizin. Neuerdings ist es auch möglich, nur noch einen Teil der Hornhaut zu transplantieren – ein schwieriges, aber vielversprechendes Verfahren.

Ronald D. Gerste

Die Hornhaut (Cornea) des Auges ist ein äusserst sensibler Teil des Sehorgans und wegen seiner vielen Nerven sehr schmerzempfindlich, was jeder weiss, der schon einmal einen Fremdkörper im Auge hatte. Sie ist aber auch ein biologisches Wunderwerk: Weniger als 0,7 Millimeter dünn, ist die Hornhaut ausserordentlich fest und – unter normalen Umständen – transparent. Durchsichtigkeit und optische Integrität können jedoch durch Krankheiten, Verletzungen und Verätzungen sowie durch Unregelmässigkeiten in der Geometrie beeinträchtigt werden.

Ungelöste Probleme

Für schwerwiegende Hornhautveränderungen, die das Sehvermögen herabsetzen, gibt es eine klassische Operation: die Hornhautübertragung (Keratoplastik). 1905 vom österreichischen Augenarzt Eduard Zirm erstmals erfolgreich durchgeführt, wird bei der Keratoplastik die getrübe oder krankhaft veränderte Hornhaut ausgestanzt und ein transparentes Scheibchen gleicher Grösse von einem verstorbenen Spender dem Patientenauge aufgesetzt. Dieses wird unter dem Operationsmikroskop mit Nähten fixiert.

Zwar hat es bei der Keratoplastik in den letzten 20 Jahren grosse Verbesserungen gegeben, wie beispielsweise die Reduzierung der Abstoßungsreaktion mittels HLA-Typisierung (durch die ein Empfänger ein Transplantat von einem immunologisch ähnlichen Spender erhält) und durch Medikamente, die solche Reaktionen verhindern. Doch es bleiben immer noch zwei wichtige Probleme: Die neue Hornhaut, die zu ungefähr neun Zehnteln aus dem implantierten Spenderscheibchen besteht, ist nicht mehr so perfekt geformt wie eine natürliche, was zu einem «irregulären Astigmatismus» führt. Darunter versteht man eine Hornhautverkrümmung, die mit Brille oder Kontaktlinse nicht vollständig zu korrigieren ist, so dass die Patienten nach der Operation kein opti-

males Sehvermögen haben. Noch schwieriger zu beeinflussen ist das Verhalten der innersten Schicht der aus fünf Gewebelagen bestehenden Hornhaut (siehe Grafik). Dieses sogenannte Endothel ist ausserordentlich sensibel; nach der Hornhautübertragung beobachten Augenärzte oft, dass die Zelldichte des Endothels nachlässt, was den Erfolg der Keratoplastik in Frage stellen kann. Während ein gesunder Mensch eine Endothel-Zelldichte von über 3000 Zellen pro Quadratmillimeter besitzt, sinkt dieser Wert nach einer Keratoplastik im Laufe der Zeit stetig ab.

Bei einer Dichte von weniger als 600 bis 700 Zellen pro Quadratmillimeter kann das Endothel seine Funktion, das Heraus-pumpen von Wasser aus der Cornea, nicht mehr erfüllen; die Hornhaut wird dann trübe. Jüngst hat eine französische Studie die Langzeit-Überlebenschancen eines Hornhauttransplantates errechnet und ist zu einem ernüchternden Ergebnis gekommen. Nach 20 Jahren überleben gemäss diesen auf klinischen Beobachtungen basierenden Exponentialmodellen 27 Prozent der Transplantate, nach 30 Jahren sind es nur noch 3 Prozent.¹

Schwierige Operation

Doch jetzt scheint sich an einigen Augenzentren eine neue, technisch sehr aufwendige und hohe Anforderungen an den Operateur stellende Alternative bei bestimmten Krankheiten anzubieten. Es ist eine Operation, bei der nicht mehr die ganze Hornhaut transplantiert wird, sondern nur noch das innere Segment, die Descemet-Membran mit den ihr anhaftenden Endothelzellen. Der Eingriff (Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty, DMEK) wird in der Schweiz neuerdings in der Pallas-Klinik in Olten praktiziert; eine ähnliche Methode, bei der auf der Descemet-Membran noch ein kleiner Stromarest verbleibt, wird unter anderem im Inselspital Bern, in der Universitäts-Augenklinik Lausanne und am Luzerner Kantonsspital angeboten.

Anders als bei der normalen Keratoplastik wird bei der DMEK (und der mit ihr verwandten Methode) die eigene Hornhaut stehengelassen und nicht von aussen entfernt. Der Operateur geht vielmehr durch eine 3,5 Millimeter kleine Öffnung unter die Hornhaut ein und entfernt dann von hinten (aus der Vorderkammer des Auges) die Descemet-Membran samt Endothel. Dann wird die Descemet-Membran des Spenders, ein Scheibchen von kaum mehr als

einem hundertstel Millimeter Dicke, zusammengerollt durch die Öffnung eingeführt. Dabei kommt es auf die Geschicklichkeit des Operateurs an: Das Scheibchen wird sanft entrollt und vorsichtig von hinten an die Descemet- und Endothel-freie Empfängerhornhaut herangeführt. Anschliessend wird eine Luftblase in die Augen-Vorderkammer placiert, die das Transplantat an das Gewebe drückt und fixiert.

Nach Einschätzung von Friedrich Kruse, dem Direktor der Universitäts-Augenklinik Erlangen, gehen bei dieser schwierigsten Operationstechnik an den vorderen Augenabschnitten auch bei vorsichtiger Handhabung rund 30 Prozent der Endothelzellen verloren. Danach seien die Überlebenschancen des Endothels jedoch gut und der Patient könne im Idealfall bereits nach zwei Monaten eine annähernd volle Sehschärfe haben.

Kruse, der mit bisher 80 DMEK-Eingriffen nach dem Amerikaner Francis Price (Indianapolis) und dem Erfinder der Methode, dem Niederländer Gerrit Melles, die grösste Serie an operierten Patienten überblickt, kann immerhin 12 bis 15 Patienten mit einer Sehschärfe von 80 bis 90 Prozent vorweisen. Ein so gutes funktionelles Ergebnis werde unter den konventionell operierten Patienten vor allem wegen der postoperativen Hornhautverkrümmung nur sehr selten erreicht, sagt Kruse. Konkrete Vergleichszahlen sind allerdings mit Vorsicht zu interpretieren, da das Resultat sehr stark von der jeweiligen Augenerkrankung abhängt. Laut dem Erlanger Augenarzt ist es für einen Hornhaut-Operateur zudem ein unglaubliches Erlebnis, direkt nach der Transplantation eine völlig klare Hornhaut vor sich zu sehen – vorausgesetzt, der Chirurg verletzt nicht das hauchdünne Scheibchen während des Einführens ins Auge.

Zellteilung scheint möglich

Die DMEK-Methode könnte auch von einem neuen Verständnis über die Natur der Endothelzellen profitieren. Denn erst in jüngster Zeit ist nachgewiesen worden, dass diese so empfindliche Zellschicht mit bestimmten Substanzen zur Teilung angeregt werden kann. Sollten sich die bei Tieren gewonnenen Erkenntnisse auch beim Menschen bestätigen, könnte in der 105-jährigen Entwicklung der Hornhauttransplantation ein neues Kapitel aufgeschlagen werden.

¹ Ophthalmology 116, 2354–2360 (2009).