

Ophthalmologie 2025 · 122:524–532
<https://doi.org/10.1007/s00347-025-02238-2>

Eingegangen: 29. Oktober 2024

Überarbeitet: 22. Februar 2025

Angenommen: 1. April 2025

Online publiziert: 13. Mai 2025

© The Author(s) 2025



Patienten- und spenderabhängige Faktoren bei der DMEK und deren Auswirkung auf Sehschärfe und Lebensqualität

Thomas Hammer^{1,2} · P. Wieland¹ · J. Horn³ · A. Viestenz¹ · A. Viestenz¹

¹ Universitätsklinik und Poliklinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Halle (Saale), Halle (Saale), Deutschland

² Augenzentrum „Frohe Zukunft“, Halle (Saale), Deutschland

³ Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle-Wittenberg, Deutschland

Hintergrund und Fragestellung

Jedes Jahr werden in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt ca. 9000 Hornhauttransplantationen durchgeführt. Seit 2014 sind mehr posterior-lamelläre als perforierende Keratoplastiken durchgeführt worden. Diese Entwicklung zeigt den Stellenwert der DMEK („Descemet membrane endothelial keratoplasty“) als Goldstandard der Therapie endothelialer Hornhauterkrankungen.

Die Zielgruppe der DMEK sind v. a. Patienten mit *potenziell* reversiblen Stromädem aufgrund endothelialer Hornhautdefekte. Diesbezüglich assoziierte Krankheitsbilder sind die Cornea guttata, die Fuchs-Endotheldystrophie und Ausprägungen der bullösen Keratopathie *nach Kataraktoperationen* [1, 2]. Die Entscheidung, ob bzw. zu welchem Zeitpunkt eine Keratoplastik durchgeführt werden soll, muss individuell nach Befund und Beschwerdesymptomatik abgewogen werden [3].

Da es sich bei der DMEK um einen Eingriff mit dem primären Ziel einer Verbesserung des Seheindrucks handelt, wird diese Operationstechnik in der Regel nur dann erwogen, wenn sich bestehende Hornhauttrübungen als reversibel einstufen lassen [4]. Eine spezielle Indikationsstellung kann jedoch auch bei Patienten mit ausge-

prägtem Befund einer bullösen Keratopathie bestehen. Zur Schmerzlinderung ist die DMEK auch bei schlechter Visusprognose geeignet [5].

Doch auch bei Transplantatversagen nach DMEK und sogar bei nicht zufriedenstellenden Ergebnissen nach perforierender Keratoplastik oder DSAEK („Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty“) kann die DMEK erwogen werden [2, 6]. Wissenschaftliche Arbeiten berichten in diesem Zusammenhang von einer sowohl objektiv messbaren Verbesserung der Sehschärfe als auch von einem subjektiv besser erlebten Seheindruck [7, 8]. Dank raschen Fortschritten auf dem Gebiet lamellärer Keratoplastiken ist eine DMEK mittlerweile prinzipiell auch bei Augen nach stattgehabter Vitrektomie möglich. Eine nachweisliche Visusverbesserung ist dahingehend belegt [9].

Anhand einer gezielten Datenauswertung sollen die Sicherheit und die Effektivität der minimal-invasiven Endothelzelltransplantation im Rahmen einer DMEK an der Universitätsklinik und Poliklinik für Augenheilkunde in Halle beurteilt werden. Die vorliegende Arbeit untersucht dazu das visuelle Outcome im Hinblick auf patienten- und transplantatabhängige Einflussgrößen und geht folgenden Fragestellungen nach:

Zusatzmaterial online

Zusätzliche Informationen sind in der Online-Version dieses Artikels (<https://doi.org/10.1007/s00347-025-02238-2>) enthalten.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

- Wie ist der Einfluss der Ausgangs- und Verlaufswerte für bestkorrigierten Visus, Endothelzelldichte, Pachymetrie und Tonometrie auf das visuelle Outcome zu beurteilen?
- Wie entwickeln sich die initiale Endothelzelldichte und -größe sowie Polymegatismen im postoperativen Verlauf?
- Inwiefern ist anhand unterschiedlicher Vorerkrankungen des Patienten eine Aussage über die postoperative Visusprognose möglich?
- Des Weiteren stellt sich die Frage, wie zufrieden die Patienten mit dem Ergebnis nach der DMEK-Operation sind und welchen subjektiven Einfluss der Eingriff auf ihre Lebensqualität genommen hat.

Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Patientenkollektiv

Für die vorliegende monozentrische retrospektive Querschnittsuntersuchung wurden insgesamt 207 Augen gescreent, die im Zeitraum vom 01.01.2019 bis zum 31.12.2020 an der Universitäts-Augenklinik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg eine DMEK erhalten haben. Von diesen konnten 72 vollständige Datensätze erfasst und ausgewertet werden. Alle Operationen wurden von einem Operateur (TH) durchgeführt. Die retrospektive Datenerhebung stützt sich auf Befunde der Vor- und Kontrolluntersuchungen sowie auf Dokumentationsunterlagen der Mitteldeutschen Corneabank Halle.

Folgende Parameter wurden erfasst:

- Alter und Geschlecht des Patienten,
- bestkorrigierter Fernvisus („best corrected visual acuity“ [BCVA]),
- Pachymetrie an der dünnsten Stelle der Hornhaut („thinnest corneal thickness“ [TCT]) mittels Scheimpflug-Bildgebung (Pentacam; Fa. Oculus; Wetzlar, Deutschland),
- Endothelzellmessung (Zell-dichte: Zellzahl pro mm^2 ; prozentualer Anteil der Polymegatismen, durchschnittliche Zellgröße mit Standardabweichung, minimale und maximale Zellgröße, Endothelzellmikroskop Tomey EM-

Hintergrund: Die DMEK hat sich als Goldstandard zur Therapie endothelial bedingter Hornhautdekomensationen in den letzten Jahren durchgesetzt. Die schnelle postoperative Visusbesserung und die im Vergleich zur perforierenden Keratoplastik niedrigere Abstoßungsrate bei diesem minimal-invasiven Verfahren begründen die hohe Akzeptanz der DMEK.

Fragestellung: Ziel dieser Studie war es, durch das Erfassen von patienten- und transplantatabhängigen Einflussgrößen die Rahmenbedingungen für ein optimales visuelles Outcome nach einer DMEK zu analysieren.

Studiendesign und Untersuchungsmethoden: Es wurden retrospektiv 72 Augen untersucht, bei denen die Fuchs-Endotheldystrophie mittels DMEK in den Jahren 2019 und 2020 an der Universitätsaugenklinik in Halle versorgt wurde. Die Datenerhebung umfasste die präoperative Transplantatuntersuchung sowie die Voruntersuchung zur Operation und je eine Untersuchung innerhalb des ersten halben Jahres postoperativ und im zweiten postoperativen Jahr. Verglichen wurden insbesondere die BCVA und die Endothelzelldichte. Die Patientenbefragung erfolgte, um den subjektiv empfundenen Therapieerfolg zu evaluieren. Das Hauptaugenmerk lag auf dem Erfragen des Rückgangs der Beschwerden und der zurückgewonnenen Selbstständigkeit und Teilhabe am gesellschaftlichen Leben.

Ergebnisse: Der bestkorrigierte Visus stieg von $0,37 \pm 0,15$ (logMAR $0,43 \pm 0,82$) präoperativ auf $0,65 \pm 0,18$ (logMAR $0,19 \pm 0,74$) im zweiten postoperativen Jahr. Die Endothelzelldichte des Transplantates reduzierte sich von 2503 ± 206 Zellen/ mm^2 präoperativ auf 1441 ± 516 Zellen/ mm^2 im zweiten postoperativen Jahr und nahm somit im Mittel um 42% ab. Die Hornhautdicke reduzierte sich von $599 \pm 58 \mu m$ präoperativ auf $521 \pm 48 \mu m$ im zweiten postoperativen Jahr und nahm im Mittel $78 \pm 71 \mu m$ ab. Mehr als 70% der befragten Patienten klagten jeweils über Lichtempfindlichkeit ($n=66$), Verschwommensehen ($n=64$) und vermindertes Farbempfinden ($n=59$); 57% ($n=50$) gaben Blendungserscheinungen an; 50% der Patienten ($n=50$) empfinden ihre Sehkraft zum Befragungszeitpunkt besser als präoperativ, 40% ($n=40$) empfinden sie als optimal; 84% ($n=84$) der Befragten beschreiben ihre Lebensqualität postoperativ als besser oder sogar als optimal.

Schlussfolgerung: Die DMEK ist ein effektives und sicheres Verfahren. Das visuelle Outcome kann durch verschiedene patienten- und transplantatabhängige Faktoren beeinflusst werden. So erreichen Patienten bei denen vorher andere Augenoperationen durchgeführt wurden oder andere Augenerkrankungen vorlagen im Mittel einen geringeren postoperativen Visusanstieg. Außerdem lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem Spendergeschlecht und der Endothelzelldichteabnahme erkennen. Der Endothelzellverlust bei weiblichen Spendern ist größer als bei männlichen Spendern.

Schlüsselwörter

DMEK · Fuchs-Hornhautdystrophie · Patientenzufriedenheit · Endothelzelldichte · Lebensqualität

3000; Fa. Tomey, Nürnberg, Deutschland),

- Diabetes-mellitus-Typ-2-Erkrankung des Patienten,
- Einnahme von blutverdünnenden Medikamenten durch den Patienten,
- Komplikationen unter der postoperativen Therapie.

Bei allen nach dem Screening in die Studie eingeschlossenen Patienten wurde eine Fuchs-Endotheldystrophie anhand klinischer Parameter, wie z. B. das beidseitige Auftreten der zentral betonten endothelialen Veränderungen in Abgrenzung zu eher flächigeren Befunden bei der PEX-Kerato-

pathie, diagnostiziert; 39 Patientenaugen waren pseudophak; 28 Patientenaugen erhielten einen kombinierten Eingriff in Form einer Triple-DMEK. Vier Augen waren von einer Makuladegeneration betroffen, 5 von einem Offenwinkelglaukom. Bei insgesamt 13 Augen war ein Diabetes mellitus Typ 2 der Patienten vorbekannt. Bei 21 Augen nahmen die Patienten regelmäßig blutverdünnende Medikamente ein. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 71 Jahre bei einem Anteil von 29 Männern und 43 Frauen (▣ Abb. 1).

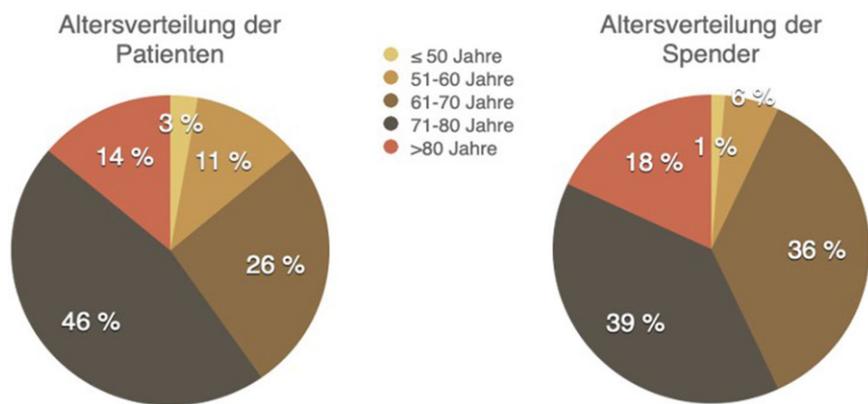


Abb. 1 ▲ Altersverteilung der Patienten und Spender für eine DMEK-Operation in der vorliegenden Arbeit

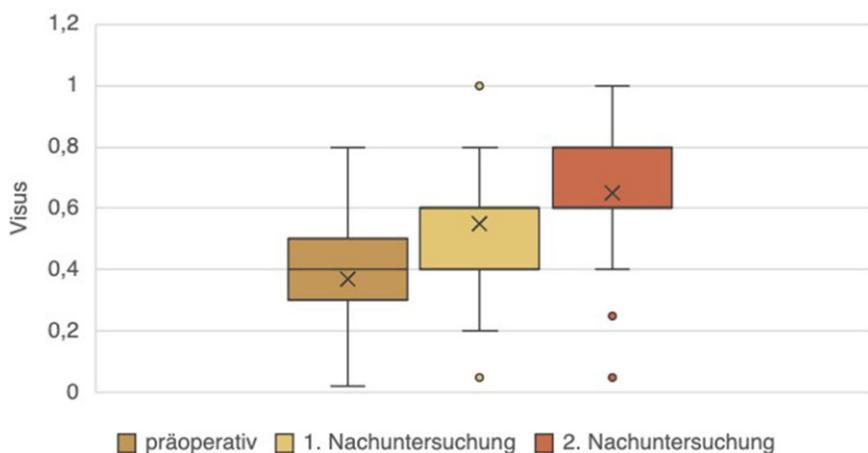


Abb. 2 ▲ Boxplotdarstellung des Dezimalvisus zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt: präoperativ, nach bis zu 6 Monaten (1. Nachuntersuchung), nach 12 bis 24 Monaten (2. Nachuntersuchung)

Transplantate

Es stammten 41 Transplantate aus der Mitteldeutschen Corneabank Halle. Die übrigen Transplantate stammten aus Hornhautbanken in Hannover ($n = 3$), Schwerin ($n = 13$), Rostock ($n = 5$), Greifswald ($n = 3$), Kiel ($n = 1$), Sulzbach ($n = 4$), Heidelberg ($n = 2$). Das durchschnittliche Spenderalter lag bei 72 Jahren bei einem Anteil von 38 Männern und 34 Frauen (■ **Abb. 1**).

Fragebogen

Es wurde der Visual Function and Corneal Health Status (V-FUCHS)-Fragebogen, ein Instrument zum Erfragen spezifischer Seheinschränkungen bei der Fuchs-Endotheldystrophie, verwendet.

Da das subjektive Sehempfinden und die damit verbundene individuell empfundene Alltagseinschränkung eine zen-

trale Rolle in der Bewertung des Erkrankungsausmaßes spielen, wurde zunächst für den englischsprachigen Raum ein standardisierter Fragebogen entworfen. Die anerkannte deutsche Übersetzung wurde im Rahmen dieser Untersuchung verwendet. Durch diese Form der standardisierten Informationsabfrage kann eine Evaluierung spezifischer Einschränkungen durch die Fuchs-Endotheldystrophie erfolgen [10]. Der Fragebogen setzt sich aus 8 Blendungs- und 7 Sehschärfefragen zusammen. Insbesondere finden sich darunter Fragen hinsichtlich einer reduzierten Kontrastwahrnehmung und der Veränderungen des Sehens im Tagesverlauf. Anhand des Beantwortungsmusters im Verlauf können Aussagen über das Fortschreiten der Erkrankung getroffen werden [11].

Statistische Analyse

Die Dokumentation der Daten und Befunde sowie die sich anschließende Analyse erfolgte mithilfe von Apple Software Numbers, Microsoft Excel (Version: 16.63; Microsoft, Redmond, Washington, USA) und IBM SPSS Statistics (Version: 26; IBM, Armonk, New York, USA).

Es wurden der Median und der Mittelwert mit Standardabweichung errechnet. Zudem wurden der minimale und der maximale Wert ermittelt. Zur Darstellung von Beobachtungen wurden Boxplots erstellt. Zur Visualisierung denkbarer Einflüsse verschiedener Parameter auf den endgültigen Visus und die Endothelzelldichte wurden Streudiagramme erstellt. Komplikationen und Risikofaktoren, die ausschlaggebend für die Visusprognose sind, wurden in eine tabellarische Übersicht gebracht und grafisch dargestellt. Die Überprüfung hinsichtlich einer statistischen Signifikanz erfolgte durch einfache paarweise Vergleiche innerhalb der Boxplots mittels eines gepaarten t-Tests oder linearer Regression, wenn mehrere Einflussvariablen betrachtet werden sollen. Hierfür wurde ein p -Wert $< 0,05$ als statistisch signifikant definiert.

Primärer Endpunkt der Untersuchung waren die Visus- und Endothelzelldichtentwicklung zum Zeitpunkt der 2. Nachuntersuchung im Vergleich zu präoperativ. Diesbezüglich erfolgte die Analyse der Rahmenbedingungen für ein optimales visuelles Outcome nach einer DMEK.

Als sekundäre Endpunkte werden der Vergleich von präoperativ zu 1. Nachuntersuchung sowie die Patientenzufriedenheit betrachtet. Alle Patienten erhielten einen Fragebogen. Erfragt wurden u.a. Einschränkungen der Lebensqualität und das subjektive Empfinden der Beschwerden prä- und postoperativ. Darüber hinaus erfolgte die Beurteilung der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis.

Ergebnisse

Visusentwicklung

Die bestkorrigierte Sehschärfe wurde präoperativ sowie im Rahmen der Follow-up-Untersuchung im ersten halben Jahr und im zweiten Jahr postoperativ ermit-

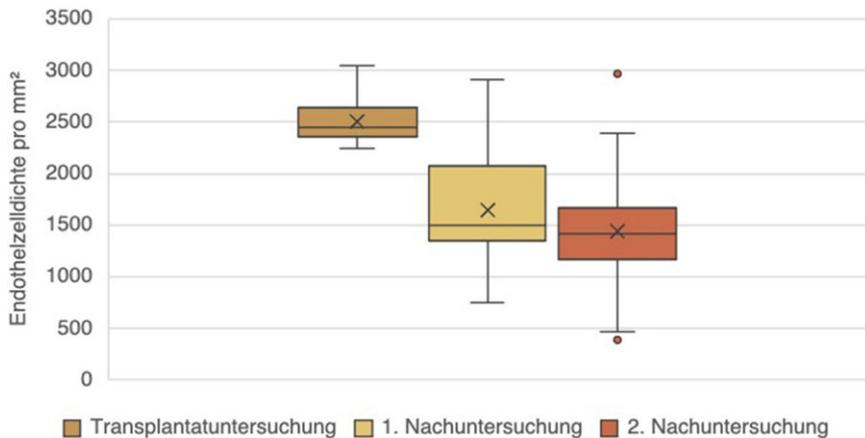


Abb. 3 ▲ Boxplotdarstellung der Endothelzellichte zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt: präoperativ, nach bis zu 6 Monaten (1. Nachuntersuchung), nach 12 bis 24 Monaten (2. Nachuntersuchung)

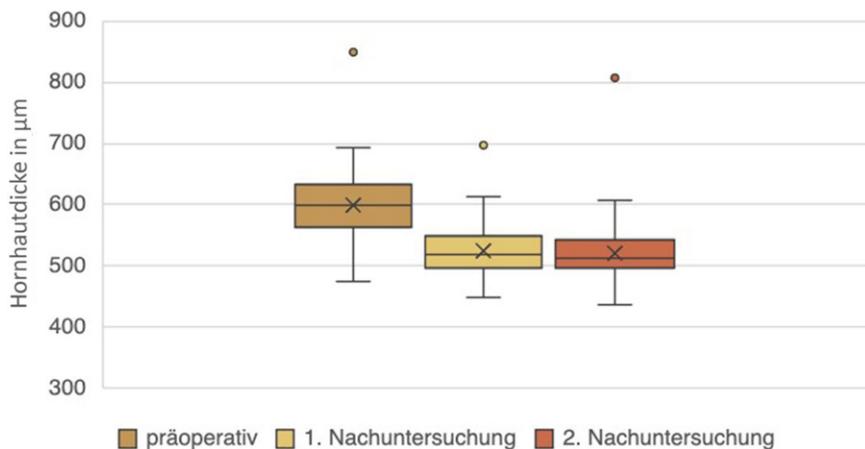


Abb. 4 ▲ Boxplotdarstellung der Hornhautdicke zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt: präoperativ, nach bis zu 6 Monaten (1. Nachuntersuchung), nach 12 bis 24 Monaten (2. Nachuntersuchung)

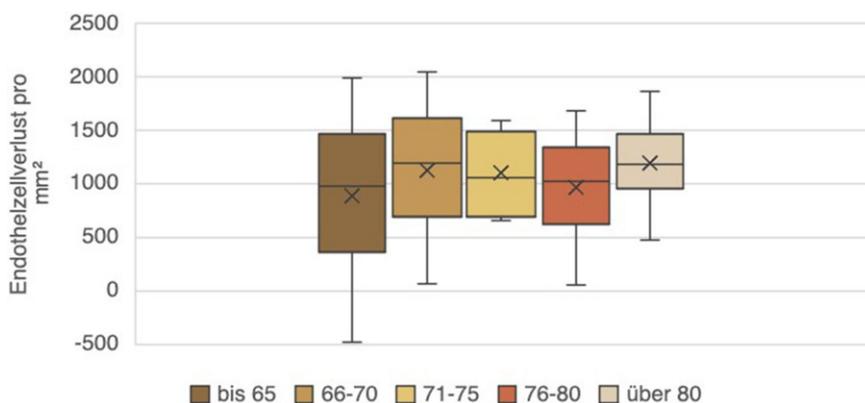


Abb. 5 ▲ Abnahme der Endothelzellichte im Vergleich von präoperativ zur 1. Nachuntersuchung in Abhängigkeit vom Spenderalter

telt. Der bestkorrigierte Visus stieg von $0,37 \pm 0,15$ (logMAR $0,43 \pm 0,82$) präoperativ auf $0,55 \pm 0,18$ (logMAR $0,19 \pm 0,74$) nach bis zu 6 Monaten postoperativ ($p < 0,001$, Vergleich zu präoperativ) und auf $0,65 \pm 0,18$ im zweiten postoperativen Jahr ($p < 0,001$) (■ Abb. 2).

Endothelzellichte

Die Endothelzellichtmessung wurde präoperativ sowie im ersten halben Jahr und im zweiten postoperativen Jahr durchgeführt. Die Endothelzellichte des Transplantates fiel von 2503 ± 206 Zellen/mm² präoperativ auf 1639 ± 462 Zellen/mm² nach bis zu 6 Monaten postoperativ ($p < 0,001$) und auf 1441 ± 516 Zellen/mm² im zweiten postoperativen Jahr ($p < 0,001$) (■ Abb. 3). Sie nahm so im Mittel um 1062 ± 523 Zellen/mm² ab. Das entspricht etwa 42% (■ Abb. 3).

Hornhautdicke

Präoperativ wurde die zentrale Hornhautdicke (TCT) anhand von Pentacam-Aufnahmen (Fa. Oculus) ermittelt. Postoperativ erfolgte die Messung mit dem Tomey EM-3000-Endothelmikroskop im Rahmen der Endothelzellichtmessung. Aufgrund der unterschiedlichen Messtechniken prä- und postoperativ sind geringe messtechnische Diskrepanzen zu erwarten. Die Hornhautdicke der Patienten fiel von 599 ± 58 µm präoperativ auf 524 ± 42 µm nach 6 Monaten postoperativ ($p < 0,001$) und auf 521 ± 48 µm im zweiten postoperativen Jahr und nahm so insgesamt im Mittel um 78 ± 71 µm ab ($p < 0,001$). Das entspricht etwa 13% (■ Abb. 4).

Einfluss der Spendereigenschaften auf das visuelle Outcome

Untersucht wurde die Abhängigkeit der Visusrehabilitation und der Endothelzellichte von unterschiedlichen spenderabhängigen Faktoren. Als mögliche Risikofaktoren wurden das Spenderalter und das Spendergeschlecht untersucht. Im Hinblick auf den Visusanstieg konnte weder für das Spenderalter noch für das Spendergeschlecht ein statistisch signifikanter Zusammenhang herausgestellt werden. Ebenso zeigte sich für die Ab-

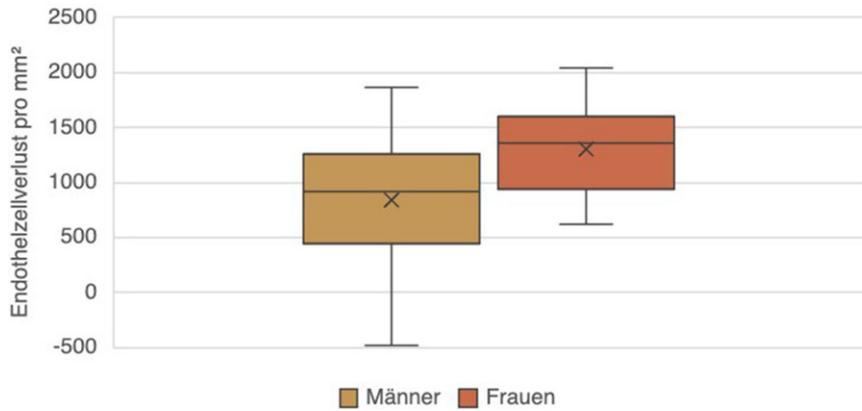


Abb. 6 ▲ Abnahme der Endothelzelldichte im Vergleich präoperativ zur 1. Nachuntersuchung in Abhängigkeit vom Spendergeschlecht

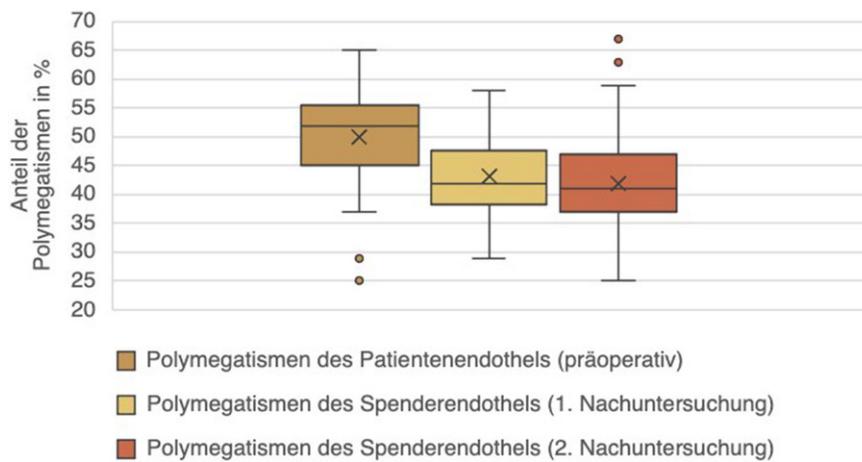


Abb. 7 ▲ Boxplotdarstellung des Anteils der Polymegathismen zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt: präoperativ, nach bis zu 6 Monaten (1. Nachuntersuchung), nach 12 bis 24 Monaten (2. Nachuntersuchung)

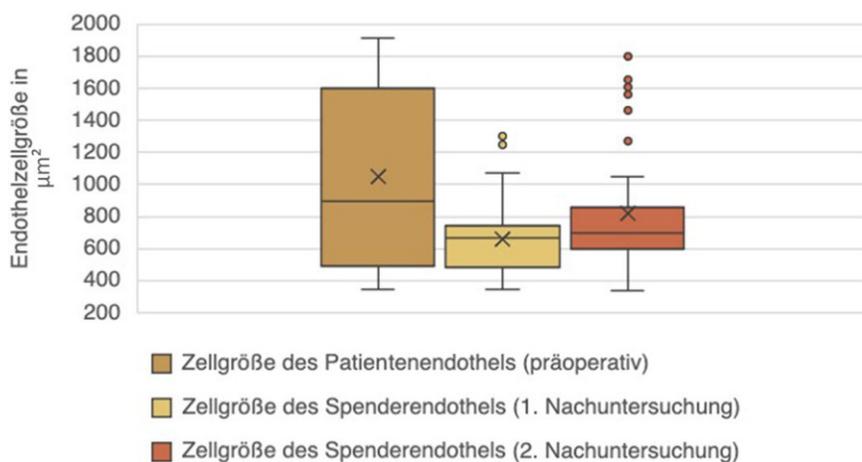


Abb. 8 ▲ Boxplotdarstellung der Endothelzellgröße zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt: präoperativ, nach bis zu 6 Monaten (1. Nachuntersuchung), nach 12 bis 24 Monaten (2. Nachuntersuchung)

hängigkeit des Endothelzellverlustes vom Spenderalter in dieser Studie keine eindeutige Korrelation (■ Abb. 5). Jedoch lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem Spendergeschlecht und der Endothelzellverdichtungsabnahme erkennen. Demnach ist der Endothelzellverlust bei weiblichen Spendern größer (Differenz 458, $p = 0,002$) (■ Abb. 6).

Zu 3 verschiedenen Zeitpunkten wurde die physiologische Variation der Zellgröße des Hornhautendothels bestimmt. Der Mittelwert des Anteiles der Polymegathismen lag präoperativ bei 50% ($n = 41$), zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung bei 43% ($n = 72$) und zum Zeitpunkt der zweiten Nachuntersuchung bei 42% ($n = 72$).

Die Beobachtung des ausgeprägteren Polymegathismus der erkrankten Patientenhornhäute im Vergleich zu den postoperativ untersuchten Endothelzellen des Transplantates ist signifikant ($p < 0,001$) (■ Abb. 7).

Ein Zusammenhang zwischen dem Endothelzellverlust und dem prozentualen Anteil der Polymegathismen konnte nicht nachgewiesen werden (s. Electronic Supplementary Material, Abb. 1).

Zu 3 verschiedenen Zeitpunkten wurde die durchschnittliche Endothelzellgröße bestimmt. Präoperativ betrug der Mittelwert der Endothelzellgröße $1046 \mu\text{m}^2$ ($n = 41$), zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung $660 \mu\text{m}^2$ und zum Zeitpunkt der zweiten Nachuntersuchung $819 \mu\text{m}^2$. Die Beobachtung größerer Endothelzellen erkrankter Patientenhornhäute im Vergleich zu den postoperativ untersuchten Endothelzellen des Transplantates ist statistisch signifikant ($p < 0,001$) (■ Abb. 8). Das Streudiagramm zeigt den Zusammenhang zwischen zunehmender Endothelzellgröße und einem vermehrten Endothelzellverlust ($p < 0,001$) (Electronic Supplementary Material Abb. 2).

Einfluss der Patienteneigenschaften auf das visuelle Outcome

Untersucht wurde die Abhängigkeit der Endothelzellverdichte von unterschiedlichen patientenabhängigen Faktoren. Als mögliche Risikofaktoren für eine geringere Endothelzellverdichte wurden ein vorbestehender

Tab. 1 Endothelzellverlust in Abhängigkeit von potenziellen Risikofaktoren				
Zellen/mm ²	Diabetes mellitus II (n = 13)	Antikoagulation (n = 21)	Vorerkrankungen/-operationen am Auge (n = 19)	Gesamtkollektiv (n = 72)
Mittelwert	1052	921	1251	1061
STABW	634	573	407	524
Min	-479	-479	658	-479
Max	1735	1859	1989	2042

Diabetes mellitus Typ 2 und die Einnahme von Antikoagulanzen sowie Vorerkrankungen am Auge und vorangegangene Augenoperationen untersucht. Für keinen der genannten Faktoren konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit einem vermehrten Endothelzellverlust hergestellt werden (■ Tab. 1).

Ein Zusammenhang zwischen Vorerkrankungen bzw. -operationen am Auge und dem Visusanstieg ließ sich anhand der Beobachtungen nachweisen ($p < 0,001$) (■ Abb. 9).

Patientenzufriedenheit und postoperative Lebensqualität

Erfragt wurden neben den allgemeinen Symptomen v. a. die visuellen Beschwerden prä- und postoperativ. Insbesondere die Fragen hinsichtlich der Blendungsempfindlichkeit und Sehschärfe wurden angelehnt an die deutsche Fassung des V-Fuchs-Fragebogens formuliert. Während der V-Fuchs-Fragebogen jedoch zum Erfragen der Beschwerden und Einbußen der Lebensqualität vor der Operation dient, sollten durch diesen Fragenkatalog auch der postoperative Therapieverlauf und damit der Rückgang der Beschwerden ermittelt werden. Vor allem die zurückgewonnene Selbstständigkeit und Teilhabe am gesellschaftlichen Leben sollten so objektiviert und dokumentiert werden. Auch die Zufriedenheit mit dem Behandlungsablauf und der subjektiv empfundene Therapieerfolg waren hierbei von Interesse.

Mithilfe des Fragebogens wurden Beschwerden in Form von Schmerzen, visuellen Erscheinungen und Allgemeinsymptomen erfragt. Schmerzen stellten für die meisten Patienten kaum eine Belastung dar; 88 % der Patienten ($n = 90$) gaben an, bis zur ersten Nachuntersuchung selten oder nie Schmerzen gehabt zu haben. Auch allgemeine Symptome wie Müdigkeit, Abgeschlagenheit und Schwindel waren ein

selteneres Problem; 85 % ($n = 79$) der Patienten beantworteten die Frage nach regelmäßigen Kopfschmerzen vor der Operation mit nein; 76 % ($n = 66$) verneinten Müdigkeit und Abgeschlagenheit, 82 % ($n = 71$) verneinten die Frage nach Schwindel. Dennoch ist bei den wenigen Fällen, welche allgemeine Symptome äußerten, ein Rückgang bestimmter Beschwerden zu verzeichnen. Im Vergleich zu 15 % ($n = 14$) mit präoperativen Kopfschmerzen waren es postoperativ nur noch 9 % ($n = 8$). Auch hinsichtlich der Müdigkeit und Abgeschlagenheit gab es postoperativ einen Rückgang von 6 % ($n = 5$). Bezüglich des Schwindels konnte keinerlei Symptomlinderung erfasst werden. Ein Zusammenhang dieser Beschwerden mit dem reduzierten Seheindruck ist nicht sicher. Die folgenden Diagramme (■ Abb. 10) vergleichen ausgewählte prä- und postoperative optische Störungen miteinander.

Mehr als 70 % der befragten Patienten klagten jeweils über Lichtempfindlichkeit ($n = 66$), Verschwommensehen ($n = 64$) und vermindertes Farbempfinden ($n = 59$); 57 % ($n = 50$) gaben Blendungsschmerzen bzw. -erscheinungen an. Nur 17 % ($n = 13$) der Patienten gaben an, regelmäßig Lichtblitze wahrzunehmen. Unter den genannten optischen Erscheinungen waren insbesondere das verminderte Farbempfinden und auch das Verschwommensehen nach dem Eingriff deutlich weniger vertreten (■ Abb. 10).

Selbstständigkeit und Teilhabe

Es fühlten sich 71 % der Patienten weniger als einen Monat durch postoperative Beschwerden im Alltag eingeschränkt. Hilfestellungen waren in der Zeit unmittelbar nach der Operation insbesondere bei der Tropfenapplikation sowie beim Autofahren, Einkaufen und bei der Erledigung von Haushaltsaufgaben notwendig.

Der Beginn der Beeinträchtigungen im Alltag aufgrund der abnehmenden Sehleistung wurde v. a. mit 2 bis 5 Jahren vor der Operation definiert (40 %; $n = 23$).

Die folgenden Diagramme (■ Abb. 11) zeigen einen Vergleich zwischen prä- und postoperativen Alltagsbeeinträchtigungen aufgrund der Sehleistung. In allen erfragten Bereichen ist ein Rückgang der Beeinträchtigung infolge der Operation zu verzeichnen; 77 % der Patienten ($n = 72$) fühlten sich präoperativ beim Lesen/Handarbeiten/Schminken beeinträchtigt oder sogar stark beeinträchtigt. Postoperativ fühlten sich 61 % der Patienten ($n = 21$) dabei nur noch gering oder überhaupt nicht mehr beeinträchtigt (Electronic Supplementary Material Abb. 3).

Es fühlten sich 49 % der Patienten ($n = 47$) präoperativ bei Hausarbeiten beeinträchtigt oder sogar stark beeinträchtigt. Postoperativ fühlten sich 84 % der Patienten ($n = 71$) dabei nur noch gering oder überhaupt nicht mehr beeinträchtigt (Electronic Supplementary Material Abb. 4).

Es fühlten sich 67 % der Patienten ($n = 43$) präoperativ beim Autofahren beeinträchtigt oder sogar stark beeinträchtigt. Postoperativ fühlten sich 70 % der Patienten ($n = 45$) dabei nur noch gering oder überhaupt nicht mehr beeinträchtigt (■ Abb. 11).

Es fühlten sich 60 % der Patienten ($n = 24$) präoperativ in der Berufsausübung beeinträchtigt oder sogar stark beeinträchtigt. Postoperativ fühlten sich 83 % der Patienten ($n = 33$) dabei nur noch gering oder überhaupt nicht mehr beeinträchtigt (■ Abb. 12).

Die Diagramme (Electronic Supplementary Material Abb. 5) zeigen, wie die Patienten den Einfluss der Operation nicht nur auf ihre Sehkraft, sondern v. a. auch auf ihre Leistungsfähigkeit und ihre Selbstständigkeit empfunden haben.

Es fühlten sich 43 % der Patienten ($n = 32$) präoperativ in Bezug auf ihre Leis-

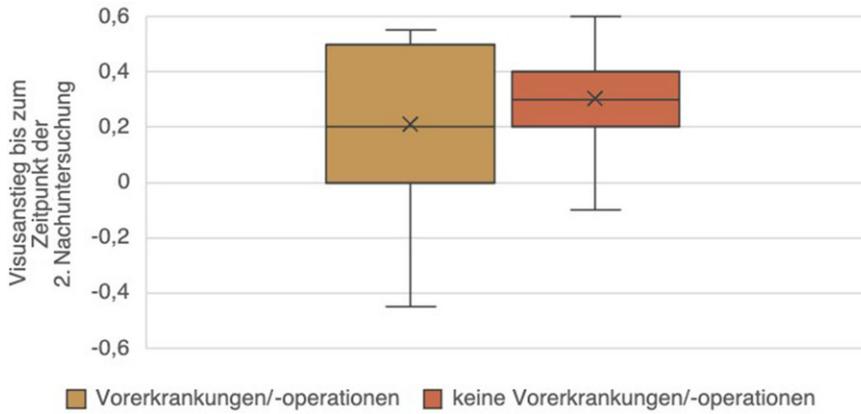


Abb. 9 ▲ Boxplotdarstellung des Visusanstiegs bei Patienten mit und ohne Vorerkrankungen/-operationen am Auge

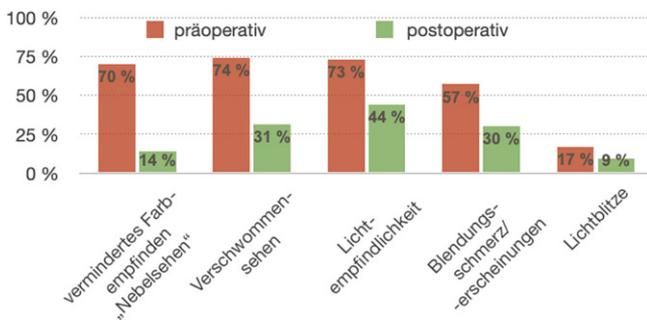


Abb. 10 ◀ Prozentuale Angaben zu prä- und postoperativen visuellen Erscheinungen

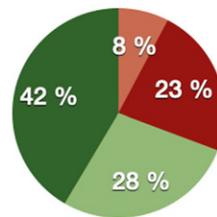
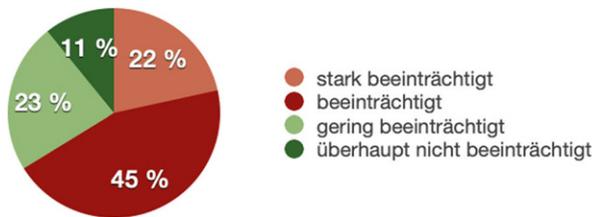


Abb. 11 ▲ Beeinträchtigungen beim Autofahren präoperativ (links) und postoperativ (rechts)

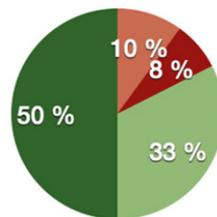
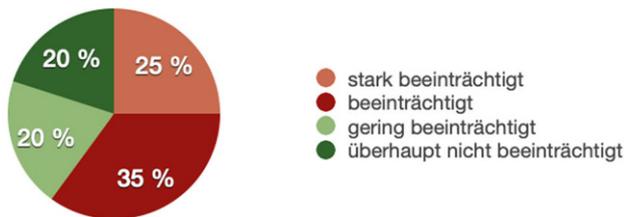


Abb. 12 ▲ Beeinträchtigungen im Beruf präoperativ (links) und postoperativ (rechts)

tungsfähigkeit und Selbstständigkeit beeinträchtigt oder sogar stark beeinträchtigt. Postoperativ fühlten sich 76% der Patienten ($n = 57$) diesbezüglich nur noch gering oder überhaupt nicht mehr beeinträchtigt.

Es schätzten 50% der Patienten ($n = 50$) ihre Sehkraft zum Befragungszeitpunkt besser als vor der Operation, 40% ($n = 40$)

sogar als optimal ein (Abb. 37). Ähnliche Aussagen lassen sich für die Frage nach dem Einfluss auf die Lebensqualität treffen; 84% ($n = 84$) der Befragten empfinden ihre Lebensqualität nach der Operation als besser oder sogar als optimal (Electronic Supplementary Material Abb. 6).

Diskussion

Visus

Der primäre Operationserfolg der Hornhautchirurgie ist die Verbesserung der Sehschärfe. Vergleicht man dahingehend die unterschiedlichen Keratoplastikverfahren untereinander, liefert die DMEK aktuell die zufriedenstellendsten Ergebnisse [12, 13]. Zu beachten ist dabei natürlich die Angemessenheit der Indikationsstellung.

In der vorliegenden Studie gab es keine Ausschlusskriterien hinsichtlich begleitender Pathologien am Auge oder komplizierter Verläufe. Dennoch nähern sich die endgültigen Visusergebnisse denen der Arbeit von Droutsas et al. an. [14]. Hier wurden ausschließlich Patienten mit Fuchs-Endotheldystrophie ohne okuläre Begleiterkrankungen betrachtet, die eine komplikationslose DMEK erhielten. Nach einem halben Jahr hatte fast jeder Patient (96%) einen Visus $\geq 0,5$. In unserer Studie lag der Anteil der Patienten mit einem Visus $\geq 0,5$ nach bis zu einem halben Jahr bei 71% und im zweiten postoperativen Jahr sogar bei 93%. Vergleichbar zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der endgültigen Visusrehabilitation bringen auch die Daten anderer Studien hervor. Dazu gehört die klinische Studie von Melles et al. mit einer Fallzahl von 500 erfolgten DMEK-Operationen. Es werden hier sogar bei 12–14% der Patienten Visusergebnisse von $\geq 1,2$ nach 6 Monaten erzielt. Damit zeigt sich, dass unsere Resultate mit denen anderer Arbeitsgruppen vergleichbar sind [13, 15, 16].

Das DMEK-Verfahren überzeugt jedoch nicht nur mit der endgültigen Visusprognose, sondern auch mit den bereits nach kurzer Zeit merklichen Operationserfolgen. Eine weitere Studie von Melles et al. berichtet von einer Visusentwicklung auf Werte $\geq 0,5$ innerhalb der ersten 3 Monate bei 90% der Patienten; 70% der Patienten erreichten darüber hinaus einen Visus von $\geq 0,8$ nach nur 3 Monaten [12].

Patientenzufriedenheit

Für eine erfolgreiche Keratoplastik stellt neben objektiven Befunden v. a. der subjektiv verbesserte Seheindruck des Patienten einen entscheidenden Faktor bei der

Evaluation des Therapieerfolges dar. Vergleichbare Patientenbefragungen zeigten, dass Patienten mit einem endgültigen Visus von 0,5 nicht zufrieden sind [17]. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch auch, dass die Visusdifferenz zwischen beiden Augen einen erheblichen Einfluss auf das Seherleben hat. Auch größere refraktive Unterschiede können so durchaus den subjektiven Gewinn an Sehqualität negativ beeinträchtigen. Es ist daher möglich, dass trotz sehr guter Visusergebnisse der Operationserfolg für den Patienten subjektiv nicht zufriedenstellend ist [2].

Dass der objektiv ermittelte Visus das subjektiv empfundene Seherleben nur bedingt repräsentiert, zeigen Daten von Melles et al. Bei 5 Patienten war kaum eine Änderung der Sehschärfe zu verzeichnen, dennoch berichteten sie von einem subjektiv stark optimierten Seheindruck [14].

In unserer Studie wurde der subjektiv empfundene Seheindruck des Patienten nach der Operation unabhängig von der messbaren Visusverbesserung betrachtet. Es sollte so nicht ausschließlich die Sehschärfe als Kriterium des Operationserfolges herangezogen werden, sondern v. a. der Einfluss der Operation auf bestimmte Tätigkeiten des alltäglichen Lebens. Deshalb wurde explizit nach Aktivitäten wie Lesen, Autofahren, Berufsausübung und die Erledigung von Haushaltsaufgaben gefragt. Anhand individueller Erfahrungsmittelungen auf den Patientenfragebögen und in den Patientengesprächen im Rahmen der Nachuntersuchungen fiel auf, dass die Erwartungshaltung der Patienten an die Operation nicht zwangsläufig die herausragende endgültige Sehschärfe darstellte. Viel mehr wertschätzten die Patienten die zurückgewonnene Lebensqualität. Diese Aspekte sind so bisher in anderen Arbeiten nicht gezeigt worden. Deshalb war es unser Ziel, diese Gesichtspunkte in unserer Arbeit zu untersuchen, und wir sind sehr froh, diese subjektiven Wahrnehmungen der Patienten hier zeigen zu können.

Fazit für die Praxis

- DMEK ist objektiv ein effektives, den Visus steigerndes Verfahren zur Therapie endothelialer Hornhauterkrankungen.
- Eine deutliche subjektive Verbesserung der Farbwahrnehmung und Anstieg der

Patient- and donor-dependent factors in descemet membrane endothelial keratoplasty and their impact on visual acuity and quality of life

Background: Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK) is the gold standard for the treatment of endothelial corneal decompensation. The rapid postoperative improvement in visual acuity and the lower rejection rate of this minimally invasive procedure compared to penetrating keratoplasty justify the high acceptance of DMEK.

Objective: The aim of this study was to analyse the general conditions for an optimal visual outcome after DMEK by recording patient- and graft-dependent factors.

Study design and methods: A total of 72 eyes were retrospectively analysed in which Fuchs' endothelial dystrophy was treated by DMEK at the University Eye Hospital in Halle in 2019 and 2020. The data at the following timepoints were collected: preoperative graft examination, examination prior to surgery and one examination within the first 6 months postoperatively and one in the second postoperative year. In particular, the best corrected visual acuity (BCVA) and endothelial cell density were compared. A patient survey was used to evaluate the subjectively perceived success of the therapy. The main focus was on reduction in symptoms and the regained independence and participation in social life.

Results: The BCVA increased from 0.37 ± 0.15 (logMAR 0.43 ± 0.82) preoperatively to 0.65 ± 0.18 (logMAR 0.19 ± 0.74) in the second postoperative year. The endothelial cell density of the transplant decreased from 2503 ± 206 cells/mm² preoperatively to 1441 ± 516 cells/mm² in the second postoperative year and thus decreased on average by 42%. The corneal thickness decreased from 599 ± 58 µm preoperatively to 521 ± 48 µm in the second postoperative year and decreased on average by 78 ± 71 µm. More than 70% of the patients surveyed complained of sensitivity to light ($n = 66$), blurred vision ($n = 64$) and reduced colour perception ($n = 59$). 57% ($n = 50$) reported symptoms of glare. 50% of patients ($n = 50$) felt that their vision was better at the time of the survey than preoperatively and 40% ($n = 40$) felt that it was optimal. Of those surveyed 84% ($n = 84$) described their quality of life postoperatively as better or even optimal.

Conclusion: DMEK is an effective and safe procedure. The visual outcome can be influenced by various patient- and graft-dependent factors. Patients who had previously undergone other eye operations or had other eye diseases achieved a lower average postoperative increase in visual acuity. In addition, a correlation between donor gender and the decrease in endothelial cell density can be recognised. The endothelial cell loss in female donors is greater than in male donors.

Keywords

DMEK · Fuchs' corneal dystrophy · Patient satisfaction · Endothelial cell count · Quality of life

optischen Qualität nach DMEK wurde erreicht.

- Die Selbstständigkeit und gesellschaftlicher Teilhabe konnte durch Visusanstieg nach DMEK gesteigert werden.
- Alter und Geschlecht der Spendenden stellen kein relevantes Risiko für den Therapieerfolg dar.
- Ein potenzieller Risikofaktor für vermehrte perioperative Endothelzellverluste ist das weibliche Spendergeschlecht.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Thomas Hammer

Universitätsklinik und Poliklinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Halle (Saale)
Ernst-Grube-Str. 40, 06120 Halle (Saale), Deutschland
thomas.hammer@uk-halle.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Data Availability. Die erhobenen Datensätze können auf begründete Anfrage in anonymisierter

Form beim korrespondierenden Autor angefordert werden. Die Daten befinden sich auf einem Datenspeicher an der Universitätsklinik und Poliklinik für Augenheilkunde am Universitätsklinikum Halle (Saale).

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Hammer, P. Wieland, J. Horn, A. Viestenz und A. Viestenz geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Diese retrospektive Studie erfolgte nach Konsultation der zuständigen Ethikkommission und im Einklang mit nationalem Recht.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Flockerzi E, Maier P, Böhringer D et al (2018) Trends in corneal transplantation from 2001 to 2016 in Germany: a report of the DOG-Section Cornea and its Keratoplasty Registry. *Am J Ophthalmol* 188:91–98
- Meltendorf C, Torun N, Thieme H (2015) Therapeutische Hornhautchirurgie. Teil 1: Keratoplastik. *Klin Monbl Augenheilkd* 232(3):313–332
- Lisch W, Seitz B (2012) Endotheliale Hornhautdystrophien (HD) – Diagnose und Therapie. *Klin Monbl Augenheilkd* 229(6):594–602
- Cursiefen C, Schaub F, Bachmann BO (2016) Update minimalinvasive lamelläre Keratoplastik: DMEK, DSAEK und DALK. *Klin Monbl Augenheilkd* 233(9):1033–1042
- Luft N, Dirisamer M, Priglinger S (2017) Descemet-Membran-Endothelkeratoplastik (DMEK). *Klin Monbl Augenheilkd* 234(3):354–364
- Seitz B, Daas L, Wykrota AA et al (2022) Graft failure after PKP and DMEK: What is the best option? *Klin Monbl Augenheilkd* 239(6):775–785
- Luft N, Priglinger S, Pretzl J et al (2015) Descemet-Membran-Endothelkeratoplastik (DMEK) – Klinische Ergebnisse der ersten 120 Fälle. *Spektrum Augenheilkd* 29(1):10–18
- Dirisamer M, Parker J, Naveiras M (2013) Identifying causes for poor visual outcome after DSEK/DSAEK following secondary DMEK in the same eye. *Acta Ophthalmol* 91(2):131–139
- Yoeruek E, Rubino G, Bayyoud T, Bartz-Schmidt KU (2015) Descemet membrane endothelial keratoplasty in vitrectomized eyes: clinical results. *Cornea* 34(1):1–5
- Wacker K, Baratz KH, Bourne WM, Patel SV (2018) Patient-Reported visual disability in Fuchs' Endothelial Corneal Dystrophy measured by the visual function and corneal health status instrument. *Ophthalmology* 125(12):1854–1861
- Grewing V, Fritz M, Müller C et al (2020) Visual function and corneal health status (V-FUCHS) auf Deutsch: Ein Fragebogen spezifisch für Fuchs-Endotheldystrophie. *Ophthalmologie* 117(2):140–146
- Ham L, Balachandran C, Verschoor CA et al (2009) Visual rehabilitation rate after isolated descemet membrane transplantation: descemet membrane endothelial keratoplasty. *Arch Ophthalmol* 127(3):252–255
- Ciechanowski PP, Droutsas K, Baydoun Let al (2014) Standardisierte Descemet-Membran-Endothelkeratoplastik (DMEK): Technik und aktuelle Ergebnisse. *Ophthalmologie* 111(11):1041–1049
- Droutsas K, Ham L, Dapena I et al (2010) Visus nach Descemet-Membran Endothelkeratoplastik (DMEK): Ergebnisse der ersten 100 Eingriffe bei Fuchs'scher Endotheldystrophie. *Klin Monbl Augenheilkd* 227(6):467–477
- van Dijk K, Ham L, Tse WH et al (2013) Near complete visual recovery and refractive stability in modern corneal transplantation: Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK). *Cont Lens Anterior Eye* 36(1):13–21
- Rodríguez-Calvo-de-Mora M, Quilendrin R, Ham L et al (2015) Clinical outcome of 500 consecutive cases undergoing Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Ophthalmology* 122(3):464–470
- Heindl LM, Kruse FE, Cursiefen C (2010) Komplikationen nach posteriorer lamellärer Keratoplastik (DSAEK): Vermeiden, Erkennen und Behandeln. *Klin Monbl Augenheilkd* 227(6):478–482

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.



Machen Sie Ihre Tätigkeit als Reviewer sichtbar

Listen Sie Ihre Gutachten im *Web of Science Researcher Profile*

Der *Reviewer Recognition Service* (ehemals Publons) ist eine Onlineplattform, die es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ermöglicht, ihre Begutachtungstätigkeit bei akademischen Fachzeitschriften sichtbar zu machen. Ziel ist es, das Peer Review als messbare wissenschaftliche Leistung anzuerkennen.

Auf der Seite wird übersichtlich und nachvollziehbar dokumentiert, wie häufig die eigene Expertise in einem speziellen Fachgebiet nachgefragt wurde, was z. B. für Bewerbungsverfahren genutzt werden kann.

Um Ihr Review im *Reviewer Recognition Service* anzugeben, registrieren Sie sich einmalig kostenfrei. Im Anschluss können Sie Ihr Gutachten direkt innerhalb Ihres Profils eingeben.

Alternativ leiten Sie die englischsprachige E-Mail, mit der Ihnen der Erhalt des Gutachtens bestätigt wurde, an reviews@webofscience.com weiter.



<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>