

Posteriore Lamelläre Keratoplastik

DMEK / (DSAEK)

Indikation – Technik - Nachsorge

G. Geerling
Universitätsaugenklinik Düsseldorf

1

Geschichte des Hornhautersatzes

Keratoplastik als Verfahren aufgegeben!

Th. Saemisch (1870er): „hat nur historischen Wert“

- 15.7.1876: Arthur v. Hippel
- 7.12.1905: Eduard Zirm

1. erfolgr. lamelläre Kpl (Bericht bei DOG 1886)
1. erfolgr. perforierende Kpl

2

Umfrage – Sektion Kornea der DOG

2003/04

Technik	Anzahl Zentren
Perforierend	~3000
Lamellär	~200

46 Zentren

E. Zirm (1863-1944) | A. v. Hippel (1841-1916)

Steven, ... Geerling (Klin. Monatsbl 2005)

3

Vor 22 Jahren...

Tagung der DOC 2002

Moderne Techniken der lamellären Keratoplastik

DOC 2002

G. Geerling	(Lübeck)
G. Duncker	(Halle)
J. Krumeich	(Bochum)
G. Melles	(Rotterdam)

4

Und dann...

Jahr	Perforierende Keratoplastik	Posteriore lamelläre Keratoplastik	Tiefe anteriore lamelläre Keratoplastik	Gesamt
2006	3515	50	93	3658
2007	3714	220	156	4090
2008	3830	333	217	4380
2009	3661	394	202	4257
2010	3240	612	178	4030

Dr. Keratoplastikregister (B. Seitz, Homburg)

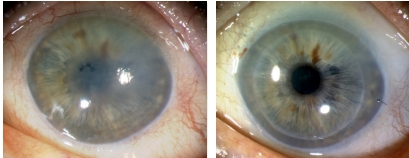
5

DSAEK (3'10")

- Künstliche Vorderkammer
- Mikrokeratom / FS-Laser

6

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf DSAEK bei PBK



- Visus (bestkorrigiert) präop 1/35; postop 0,4 (M3)
- Interface haze => Etwas schlechterer Visus, Keratomykosen
- Methode spielt in 2024 in Deutschland keine Rolle mehr

7

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf 1. DMEK: 8.8.2006

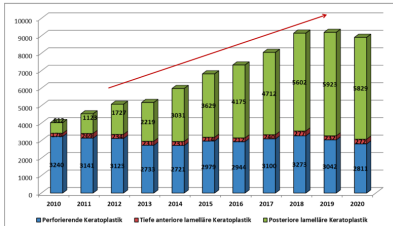
Preliminary Clinical Results of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty
Gentile J, Melles J, et al. Surv Ophthalmol. 2007;52(1):1-10. doi:10.1016/j.survophthal.2007.08.001

- 10 Patienten mit FECD oder BK
- „A 9,0-mm DM roll was harvested ... and inserted into a recipient anterior chamber... gently unfolded, positioned onto the posterior stroma, and secured by completely filling the anterior chamber with air for 30 minutes.“
- 1 Monat postop 6 Augen Visus \geq 0,5, 3 Augen = 1,0 ; 3x Re-DMEK
- „DMEK may have potential to become the most preferable technique to manage corneal endothelial disorders, because it provides quick and nearly complete visual rehabilitation.“

Melles et al (AJO 2008)

8

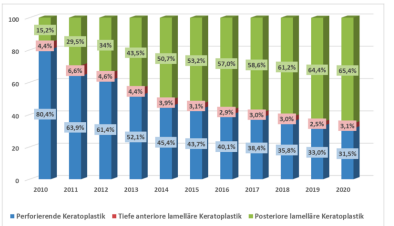
UKD Universitätsklinikum Düsseldorf Deutsches Keratoplastikregister



Dt. Keratoplastikregister (B. Seitz, Homburg)

9

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf Deutsches Keratoplastikregister



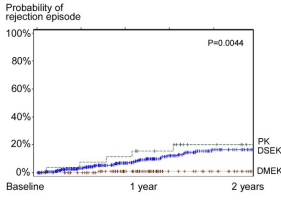
Dt. Keratoplastikregister (B. Seitz, Homburg)

98,3 % DMEK

10

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf Vorteile

- Minimalinvasiv => Geringeres Risiko für schwere Komplikationen
- Kürzere Operation, kein Naht
- Schnellere Visusrehabilitation
- Hohe mechanische Stabilität (Refraktion, \emptyset Bulbusruptur)
- Weniger Immunreaktion



Anshu, Price et al. 2012; Baydoun et al (JAMA Ophthalmol. 2015)

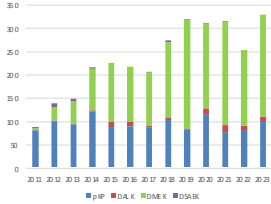
11

UKD Universität Düsseldorf Keratoplastiken – UAK Düsseldorf 2011-2023

> 1800 DMEKs

Bis 31.12.2023

- DMEKs 1710 55%
- PKP 1224 41%
- DALK 86 3%
- DSAEK 29 1%
- Insgesamt 3024



12

DMEK Die „Phako“ der Hornhautchirurgie???

13

DMEK – „Goldstandard“

DMEK outcome after one year – Results from a large multicentre study in Germany

7 Zentren (2016): 4108 DMEKs mit mind. 12/12 Nachbeobachtung => 3200 ausgewertet

Center	Primary transplant failure, count (%)	Immune rejection, count (%)	Extracorneal visual impairment, count (%)	n
1	4 (0.6)	28 (4.2)	287 (85.1)	666
2	14 (0.8)	4 (0.9)	107 (25.3)	442
4	27 (6.3)	7 (1.6)	190 (42.3)	444
5	2 (0.7)	3 (1.1)	68 (24.0)	284
6	3 (1.3)	0 (0)	36 (42.9)	201
7	22 (8.0)	6 (5.7)	20 (18.9)	306
Total, p value*	67 (1.1) < 0.001	48 (1.5) < 0.001	810 (25.3) < 0.001	

3% primäre Transplantatversagen, 1,5% Immunreaktionen

Spaniol, ... Geerling (Acta Ophthalmol 2022)

14

DMEK - Visusergebnis

Site	Estimate	95% CI	n
One	-0.37	(-0.42, -0.33)	482
Two	-0.47	(-0.50, -0.44)	608
Three	-0.47	(-0.50, -0.44)	582
Four	-0.47	(-0.50, -0.44)	413
Five	-0.40	(-0.46, -0.41)	410
Six	-0.51	(-0.55, -0.46)	304
Seven	-0.38	(-0.45, -0.32)	105
All sites	-0.42	(-0.45, -0.43)	2784

- In 67% der Patienten Visusanstieg auf $\geq 0,8$.
- Augen mit visuslimitierender Comorbidität?

Spaniol, ... Geerling (Acta Ophthalmol 2022)

15

DMEK – Pachymetrie und Endothelzellzahl

- Rebubblingrate: 30%
- Nur wenn ≥ 2 Rebubbling (5%) => Visus und EZZ schlechter

Spaniol, ... Geerling (Acta Ophthalmol 2022)

16

Visus nach DMEK bei Makulopathie

In ca. 20%! N=209

- BCVA signif. besser in Augen mit und ohne Makulopathie
- Endvisus nach kombinierter Op besser (Selektionsbias)

Steindor, Spaniol, Geerling et al (Cornea 2023)

17

10-Jahres-Verlauf nach DMEK Update und Überblick

Kristina Spaniol
Düsseldorf, 20.04.2024

18

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf
HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

10 Jahresverlauf

Prospektive Studie: 201 Augen (2012-2016): 38 DMEKs und 16 Triple

- BCVA von 0.6 ± 0.1 über 10 Jahre stabil 0.1 ± 0.2
- EZ-Verlust: $4\%/a$ von 2488 ± 321 auf 980 ± 437 EZZ/mm² ($p < 0.001$)
- Triple-DMEK weniger EZ-Verlust ($p = 0.036$)
- CCT: über 10 J. tendenzielle Zunahme ($p = 0.09$)

Komplikationen:

- Immunreaktionen: 0%
- 1° / 2° Transplantatversagen: 0% / 3.7%
- OAG: 14.8% ($p < 0.001$)

Fazit: Nach 10 J. CCT ↑ und EZZ ↓ => Visus bleibt gut!

19

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf
HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

DMEK - Gliederung

- Indikation
- Schritt für Schritt“
 - Spender
 - Empfänger
- Situationen jenseits der Routine

20

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf
HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Indikationen

21



22

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf
HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Indikationen

- Endotheldysfunktion bei klarem Stroma (Fuchs ED, pseudophakiebed. bullöse Kp)
- Z. n. PKP
- Aphakie, sklerafixierte HKL, Irisdefekte oder Z. n. Vitrektomie
- Z. n. Glaukomfiltrationschirurgie, Buphthalmus & Mikrophthalmus
- HSV-Endotheliitis

Baydoun et al (JAMA Ophthalmology 2015)

23

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf
HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Indikationen

- Melles et al: Retrospektive Studie (8.8.2006 – 17.6.15), 8 J. FU, n = 352
 - FECD = 314
 - Bullöse Keratopathie = 31
 - Transplantatversagen = 7
- Mehr Endothelzellverlust bei BK (261 EZ) ($p < .001$)
- **96% Tp-Überleben 8 Jahren** (FECD 97%, BK 84%; ± Tp-Abhebung 97 vs 91%)
- **3,1% Tp-Versagen** bei Begleitpathologie (z. B. Glaukom)

Baydoun et al (JAMA Ophthalmology 2015)

24



25

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Prävalenz von Hornhautnarben in 420 Augen nach DMEK** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

	Hornhautnarbe	Ø Hornhautnarbe	χ^2
Visus $\leq 0,7$ (n = 116) n (%)	29 (25)	87 (75)	$< 0,01$ $2,391 \cdot 10^{-6}$
Visus $\geq 0,8$ (n = 304) n (%)	18 (5,9)	286 (94,1)	

- Patienten mit Hornhautnarben haben einen signifikant schlechteren Visus.

Stollenwerk, Menzel-Severing, Geerling et al

26

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **3x PTK bei Z. n. DMEK und Narbe** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Präop

6 Monate postop

Stollenwerk, Menzel-Severing, Geerling et al

27

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Visus nach PTK** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

BCVA (Snellen)	Patient 1	Patient 2	Patient 3
PräOp	0,8	0,5	0,8
1. Woche	0,6	0,6	0,8
1. Monat	1,0	0,4	1,0
3.-4. Monat	1,0	0,8	0,8
6. Monat	1,0	1,0	1,0

- Postoperativer Visusanstieg auf 1,0 Snellen 6 Monate postoperativ!

Stollenwerk, Menzel-Severing, Geerling et al

28

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Jeder Jeck ist anders...** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

78-j. Mann mit TP-Versagen nach PKP, **5,25 D Astigmatismus**;

Chronische Atopie + Lagophthalmus; Rezidivierende **AOE**

29

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **„Jeder Jeck ist anders...“** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

BCVA = 1/20 MTV

BCVA = 0,6

30

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Relative Kontra-Indikationen

Korneale Komorbiditäten:

- Hoher Astigmatismus (z. B. Keratokonus)
- Zentrale Stromasubstanzdefekte oder -narben
- Patientenindividuelle Situation ist immer ein Entscheidungsfaktor (z. B. Hoher Astigmatismus nach Ulkus bei hohem Rezidivrisiko)

31

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

DMEK bei Visus $\geq 0,8$

- Ergänzende Anamnese & Funktionstests:
 - Gegenlichtvisus
 - Niedrigkontrastvisus
 - Tageszeitabhängige Schwankungen
- Standardisierte Symptomerfassung: V-FUCHS^{1,2}
- Scheimpflug-Fotogr.: Posterior Fibrillar Layer³

Visual Function and Corneal Health Status V-FUCHS Fragebogen (Version Juli 2019)

Ihr Sehvermögen im Alltag

Es werden Ihnen die Aufgaben vorgestellt, die Sie im Alltag zu bewältigen haben, und Sie werden gebittet, anzugeben, wie oft Sie Schwierigkeiten erleben. Die Ausfälle des Fragebogens lauten etwa: Das Lesen.

32

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Posteriore Fibrilläre Schicht

- 74% aller Patienten mit schwerer FECD
- Scheimpflug-Fotografie (En face-Streulichtanalyse): Zentral und inferotemporal betont

33

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Posteriore Fibrilläre Schicht

- Subendotheliale geographische Kollagenablagerung bei Fuchs u. a. Endothel-Erkrankungen (PPMD, Aphakie, interstitielle Keratitis, ...)
- Lokaler EZ-↓ und Streulicht-↑

Posterior Collagenous Layer of the Cornea
 Structural Classification of Abnormal Collagen Type I Pattern in Descemet's Membrane in 31 Cases
 Zuber et al. 2011

34

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

V-Fuchs

7 Fragen zu Blendung / Tagesschwankung - 8 allg. Sehinderung

1. Wie häufig treten bei Ihnen folgende Schwierigkeiten auf?
 Kreuzen Sie bei jeder Frage hier das Kästchen an, der Ihre Situation am besten widerspiegelt (wenn Sie Ihre beste Sehkraft oder Kontaktlinsen tragen, falls erforderlich).

2. Haben Sie aufgrund Ihres Sehvermögens Schwierigkeiten?
 Kreuzen Sie bei jeder Frage hier das Kästchen an, der Ihre Situation am besten widerspiegelt (wenn Sie Ihre beste Sehkraft oder Kontaktlinsen tragen, falls erforderlich).

35

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Take Home - Indikation

- DMEK = Goldstandard für Endotheldysfunktion**
 (Schnelle Rehabilitation, geringe Immunreaktionsrate, gute 10-J-Ergebnisse)
- Indikation**
 - ① Auch geeignet bei Komorbiditäten (Cave: Glaukom: Reduziertes Transplantatüberleben)
 - ② Relative Kontraindikationen: Stromanarben und irregulärer Astigmatismus
 - ③ Relative Indikationen: Erhöhte Photophobie (V-Fuchs, Fibrilläre Kollagenablagerung)

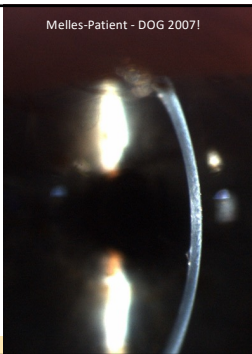
36

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Melles-Patient - DOG 2007!

Anfängliche Zurückhaltung gegenüber der Methode, da ...

- Gefahr des DM-Risses bei Präparation
=> Intraop Tp-Verlust => Op-Chaos
- Erschwerte Transplantation
=> Frühpostop erhöht prim. EZZ = Tp-Verlust



37

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Spender & Empfänger Schritt für Schritt

38

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Schritt für Schritt

Spenderpräp. – Empfängerpräp. - Transplantation

Preliminary Clinical Results of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty

Standardized "Step-by-Step" Challenge for Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty

„Descemet membranale endotheliale Keratoplastie“ (DMEK) – Spender und Empfänger Schritt für Schritt



Melles et al (AJO 2008); Kruse et al (Cornea 2011); Dapena (Arch Ophthalmol 2011); Seitz et al (Ophthalmologie 2020)

39

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Spender — Präparation



40

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Entquellung mit Dextran?

- 92 Tp mit und 102 ohne Entquellung präoperativ
- Kein Unterschied bei Visus, CCT, EZZ, Rebubbling-Rate
- Dextran-Zusatz nicht erforderlich

Menzel-Severing, Geerling et al (Cornea 2024)

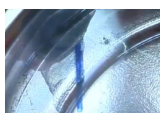

41

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Spender-Wahl & Präparation

- Risiko für 1° Tp-Versagen:
Entquellen in Dextran / Diabetiker?
- Spenderalter
 - < 50 Jahre => enge Tp-Rolle!
 - > 80 Jahre => Keine Rolle
- Präparation
 - **am Vortag**: +4% EZZ-Verlust, Tp zentral an Spenderstroma adhären lassen. \neq Dextran!
 - **am Op-Tag** / unmittelbar präoperativ:
=> Tp vollständig lösen; Ersatzhornhaut verfügbar?

Seitz, Daas, Flockertzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

42

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Instrumente - Spenderpräparation

43

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Spender-Präparation

- **A: „No Touch-Technik“**
Mobilisation inkl. Trabekelmaschenwerks
- **B: „Touch-Technik“**
Markierung des Tp-Ø mit Trypanblau und oberflächliche Inzision 1 mm peripher

44

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

„Standard“ (Touch-) Präparation

Seitz et al (Ophthalmologie 2020)

45

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

No Touch-Präparation – 1:24

- Epithel nach unten ± Vakuumfixation (Trepan)
- Trypan-Blau-Applikationen + Waschen in Kulturmedium / BSS
- Zentripetale Mobilisation mit Fadenpinzette (flach ziehen!)
- Vollständig lösen (sofortige Verwendung) oder zentral am Stroma adhärent lassen

46

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

No-Touch-Technik

CURRENT EYE RESEARCH
2022, VOL. 41, NO. 11, 1166-1467
<http://dx.doi.org/10.1089/ce.2022.2104277>

Microbiological Testing of Split-Cornea Transplantation
Anne Tillmann, Katja Rosenbaum, Gerd Geerling, and Johannes Menzel-Severing

Vorteile:

- Endothelzellverlust (theoretisch) minimiert
- Größere Flexibilität für Trepanation => Maximale Tp-Größe möglich!
- Spender-Rest untrepaniert => Split-Technik (für den Not-Notfall)

Nachteil: Länger? (ca. 8-15 min. statt 5-10 Min.)

Groeneveldt, Melles, et al (Acta Ophthalmologica 2013); Tillmann, Geerling et al (CER 2022)

47

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Präparation – Pseudophaker Spender

- Immer tangential ziehen!
- Regelmäßig erneut Trypan-Blau! Riss?
- Radiäre Risse nach peripher ziehen
- Adhärenzen mit Hockeymesser lösen
- Ggf. zentral der Adhärenz weiter
- Kleinerer Tp-Durchmesser?
- Lamelläre Aufspaltung ggf. ignorieren

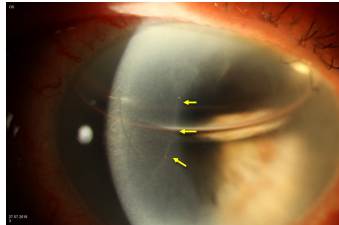
Pseudophaker Spender

48

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

TP mit Riss verwerfen?

- Befundabhängig
- Meist verwendbar
- Entfaltung meist regelrecht



HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

49

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

TP-Markierung

„Gnade Gott dem Operateur, der ein Transplantat unmarkiert falsch eingesetzt hat...
... und den ich begutachten soll.“

- Wichtig bei nicht-rollendem Transplantat, schlechtem Einblick, enger VK
- Kann Entfaltung erschweren
- 1 mm Hautstanze: 2x1 + 1x1 Halbmond am TP-Rand stanzen

Kruise, Bachmann, Cursiefen (Cornea 2010)

50

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Prestripped

	Prestripped (n=38)	Non-Prestripped (n=30)
Visus (logMAR)	0,12±0,11	0,13±0,13
Visus ≤ 0,1	66%	57%
EZZ n. Präparation	2959±183	2939±279 (p=0,48)
Rebubbling	13%	33% (p=0,045)

- 1 Jahr postop: Visus, CCT, Komplikationsrate idem

Böhm, Jurkunas, et al (Cornea 2021)

51

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Prestripped & Shipped

EZZ	Stripped (n=30)	Non-Stripped (n=5)
Prä-Stripping	2292±308	2129±222
EZ-Verlust D0	11%	2%
D1	19±10%	3±4%
D2	22±11%	2±2%
D5	23±9%	2±3%

HAMMERHARTE Fakten
"Mal eben schnell machen!" führt direkt in die Katastrophe.
#DIEZUKUNFTSWERKSTATT.NET

- Präparator kennt Patient nicht, wird aber erfahrener.
- Operateur kennt Gewebe nicht und wird unerfahrener.
- „Shipping“ nicht empfehlenswert.

Safi, Seitz et al (AJO 2021)

52

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Take Home - Spender

I. Schritt-für-Schritt

- (1) Dextran nicht erforderlich, nach Präparation des Tp gefährlich!
- (2) Touch- vs No-Touch-Technik (größeres Tp)
- (3) Trypanfärbung verbessert Orientierung
- (4) Tangential ziehen, periphere Risse nach peripher komplettieren
- (5) Orientierungsmarken (insbesondere bei älteren Tps)
- (6) Präparation am Vor- oder Op-Tag ok; „Shipped“: Erhöhter Endothelzellverlust
- (7) Transplantatverwendung: Gute Hornhautbank wichtig!

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

53

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Empfänger / Transplantation

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

54

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Empfänger / Transplantation

- Vorbereitung (präop, Anästhesie, IE), Instrumente
- Markierung, Descemetorhexis
- Finale Transplantat-Vorbereitung
- Implantation
- Entfaltung und Zentrierung
- Fixierung
- Nachsorge

55

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Instrumente – Empfänger

- Trypanblau (0,02 – 0,04%)
- Glas- oder IOL-Shooter
- Insulin-Spritze / Filter
- SF6 20%
- Invertierter Sinsky-Haken (Price)
- Gewinkelte Schaber
- Kapsulorhexis- / Gorovoypinzette



56

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Empfänger-Vorbereitung

- Ggf. Laser-Iridotomie 6+12:00 (ambulant)
- Ggf. HH-Ø messen => TP-Durchmesser anpassen
- Op in ITN (In Ausnahmen Lokalanästhesie)
- Phake / Pseudophake DMEK => Pilocarpin 2% präoperativ
- Triple-DMEK => Pupille weit (wie Kat.Op)
- Ggf. Abrasio => KL + Antibiose postop
- Epithel-Markierung (Cave: Zu viel Farbe!)
- Ggf. IE bei 6h mit 23G-Vitrektom (Cave: Blutung, Übergröße)



Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

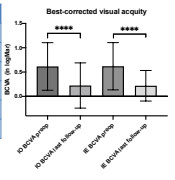
57

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Iridotomie vs Iridektomie

- Retrospektive Erhebung, Mindestnachbeobachtung 3 Monate

Je n = 75	Iridektomie (Gh)	YAG-Iridotomie (6+12h)	P
Verlaufsbeobachtung	19±10	26±15	
IOD > 21mmHg	2 (3%)	25 (33%)	0,0001
Glaukomprävalenz	14,7%	17,3%	0,66
Glaukom de novo	5,34%	5,33%	
Rebubbling	16%	16%	
Visus (LogMAR)	0,62 auf 0,22	von 0,62 auf 0,22	0,93



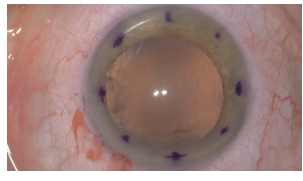
Steindor, Geerling et al (Cornea 2024, submitted)

58

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Descemetorhexis

- Tunnel 2,8 mm + kurz
- Parazenthesen (1,8 mm) bei 3 + 9:00
- Descemetorhexis > Transplantat => Überlappung vermeiden (8,75 / 8,25 mm)
- Luftinfusion bis zur Tp-Injektion => vertieft VK, Visualisierung der Rhexis
- Lamelläre DM-Reste mit 90° Schaber entfernen



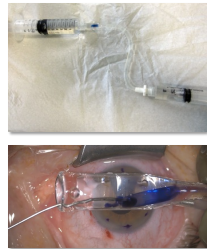
Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

59

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Transplantat-Vorbereitung

- Aus dextranfreiem Kulturmedium
- Trypanblau in Tp-Rolle für 2-3 x 60 s
 - schwierige Empfängersituation => länger färben
 - wenn keine Rollung => Färbung in Kartusche
- Aufnahme in Einmal-Glaskartusche (G-38635)
- Kartusche auf 1 ml Spritze
- Ggf. Nachfärbung



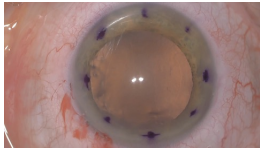
Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

60

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Transplantat-Überführung

- VK luftfrei mit BSS / Infusion vertiefen
- Kartusche in VK einführen
- Trypan-Blau über VK auswaschen
- TP injizieren - Orientierung beachten (TP dreht sich! => Nachrotieren!)
- **Infusion entfernen während Kartusche Tunnel okkludiert!!!**
- ?Nahtverschluss des Tunnels?
- Alternativ: Infusion vorab entfernen => größeres Spritzenvolumen, Parazentesennaht



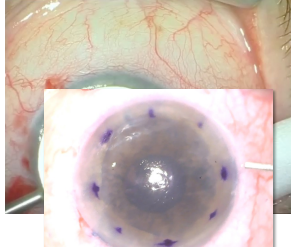
Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

61

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Entfaltung und Orientierung

- Entfaltung des TP's
 - Abflachen der VK => vis á tergo
 - Klopfmanöver via Epithel
 - Entfalteten Teil mit transkornealem Spateldruck fixieren
 - BSS-Kanüle in Rolle ± Luftblasen-Massage
- Orientierung korrekt?
 - Aufgefaltete Ränder oben
 - Markierungen korrekt angeordnet?
 - Ggf. intraoperatives VA-OCT



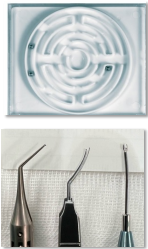
Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020); Jürgensen, Geerling et al (Klein Monatsbl. Augenhkd. 2023)

62

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Entfaltung – Zentrierung

- Massage
- Wasserstöße
- Spatel (cave: Kein Druck Richtung Iris!)
- (((Pinzette)))



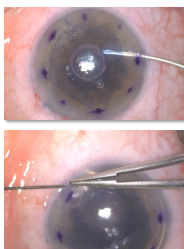
Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

63

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Fixierung

- Eingabe von SF6 20% (Luft) zentral unter TP (Bei Pseudophakie cave: IOL-Kante!)
- (Überprüfung der TP-Orientierung – Markierungen!)
- Vollständige VK-Füllung mit 30g-Kanüle
- Subkonj. Injektion von Steroiden, ggf. Kontaktlinse
- Gas dann mit BSS-„Sprudel“ reduzieren bis an TP-Kante
- Alternativ: Nach 2 Std. auf 90% reduzieren (IO frei?)

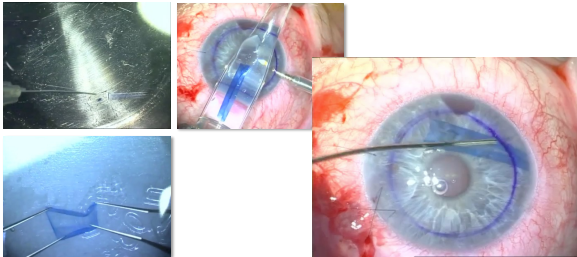


Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

64

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Enge TP-Rolle



65

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Shit happens

Transplantat ...

- mit Kulturbehälter verworfen
- in Parazentese eingeklemmt
- via Tunnel in Auffangtasche gespült
- aus Schale auf Tisch „gespült“



=> Meist transplantiert

66

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Nachsorge - Frühpostoperativ** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Konservative Therapie: Wie nach PKP (Steroid langfristig) Pilocarpin für 1 Woche

Tag 1:

- Rückenlagerung (ggf. 30° erhöht)
- IOD-Kontrolle alle 2-4 Std.
- IOD ≥ 30 => Gasreduktion an Spaltlampe mit steriler Pinzette via Parazentese (Effekt unkontrolliert!) – Antiglaukomatosa nicht sinnvoll.
- Winkelblock:
 - Erneute YAG-IT
 - Spersacarpin und Lagerung
 - Gasreduktion

Tag 2: Rücken-, Seit-, Sitzlagerung (Kopf!) je nach Dehissenzen (nicht Bauchlagerung!)

Seitz, Daas, Flockerzie, Suffo (Ophthalmologie 2020)

67

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Take Home - Empfänger** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

- ① Moderate Markierung => Saubere Descemetorhexis 0,5 mm > als Transplantat
- ② Iridektomie v Iridotomien (6:00 ± 12:00) => Luftdauerinfusion
- ③ Implantation ohne Spüldruck!!! Ggf. Nahtverschluss der Zugänge
- ④ Entfaltung mit vis á tergo => Orientierung prüfen => Zentrierung (möglichst No-Touch)
- ⑤ Fixierung mit SF6 20% => Rückenlagerung => IOD-Kontrollen
- ⑥ Nachsorge: Pilocarpin für 1 Woche, sonst wie nach PKP (Steroide langfristig)

68

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Jenseits der Routine** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

- phake DMEK
- DMEK bei Aphakie, Irisdefekten oder Z.n. Vitrektomie
- Z.n. PKP
- Z. n. Glaukomfiltrationschirurgie
- HSV-Endotheliitis
- Buphthalmus & Mikrophthalmus

69

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **DMEK BEI PHAKEM AUGE** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

TRIPLE-DMEK

70

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Ein- oder Zweizeitige Op?** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Metaanalyse (5 Studien):

- 667 Augen
 - 44% einzeitige OP (Triple-DMEK)
 - 56% zweizeitige Op
- **Kein Unterschied**
 - Visus (p = 0,86)
 - EZZ (p=0,35)
 - Reubbling-Risiko (p = 0,89)
 - Transplantatversagen (p = 0,86)
- „Studienqualität schlecht“

Romano et al./Acta Ophthalmol 2024

71

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Endotheldysfunktion ± Katarakt?** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

- Schwierige Abschätzung ob Linse oder HH visusrelevanter
- **Moderater Hornhautbefund, Einblick gut**
 - => Zuerst Phako in Wartezeit auf Transplantat
 - => Dann Visusreevaluation und ggf. später DMEK
- **Eindeutiger Hornhautbefund, Einblick gut genug für Phako**
 - => Triple-DMEK
- **Hornhautbefund so schlecht, dass keine Katarakt-Op möglich/Restakkommodation**
 - => Phake DMEK (selten)

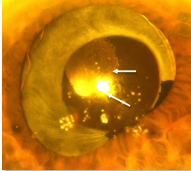
Romano et al./Acta Ophthalmol 2024

72

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Triple-DMEK – IOL-Wahl

- **Zielrefraktion -0,75** (hyperoper Shift von ca. 0,5 D)
 - Keine Multifokallinse (oder deutliche Myopie anstreben und postop. PRK)
 - Keine refraktiven Versprechen!
- **Biometrie** bei massivem HH-Ödem ggf. am Partnerauge orientieren
- **Cave Kalkpräzitate => Hydrophobe IOL!**
 - Bei „unbekannter“ IOL Pilo – Pilo – Pilo + ggf. weniger Gas?



Romano et al (Acta Ophthalmol 2024)

73

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

DMEK bei phakem Auge

- **Melles (n = 52):** 2x Phako im 1. Jahr nach DMEK erforderlich
- Nur phake DMEK Visus ≥ 1.5 erzielt => Bessere Abbildungsqualität bei natürl. Linse
- **Moshiri (n = 62):** 40% benötigten Katarakt-Op im 2. postop. Jahr
- **Katarakt-Op nach DMEK:**
 - Keine Angst vor Transplantatdehiszenz!
 - Vorteil: Kein hyperoper Shift
 - Nachteil: Belastung für Transplantat-Endothel => 1-zeitiges Vorgehen

Parker, Melles et al (JCRS 2012); Moshiri et al (Cornea 2021)

74

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

DMEK bei APHAKIE, IRISDEFEKTEN und Z. n. VITREKTOMIE

75

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

Einfach nur zuschauen... (16 s)



76

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

DMEK nach Vitrektomie

- DSAEK-Indikation?
- Kein Glaskörper-Widerlager => Entfaltung erschwert!
 - Sklerale Indentation / Druck auf Hornhaut / Dauerinfusion via 23g-Port
- Vorzeitiger Verlust der Endotamponade aus der Vorderkammer in den GK-Raum
 - „Maxi-DMEK“: Vollständige Gasfüllung
- Druck auf Sklera oder Hornhaut
- VK ganz mit Luft füllen und TP auf Iris ausbreiten
- „Maxi-DMEK“ (inkl. ppV)
- (Temporäres Diaphragma)

77

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

DMEK bei Aphakie / sklerafix. HKL



- Temporäres Kontaktlinsen-Diaphragma (invers, 10 mm \varnothing)
 - => Irido-/ektomie und Spätere Entfernung zwingend erforderlich
- Maxi-DMEK: Vollständige Gasfüllung von VK + GK-Raum via 23g-Port => Winkelblockgefahr!?

Szurman et al (AJO 2022); Loi, Geerling (Klin. Monatsbl. 2023)

78

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Maxi-DMEK

Op-Dauer 35 Min.



HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

79

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Maxi-Bubbling / Maxi-DMEK

Schwierige DMEK-Situationen:

- Z. n. Glaukomfiltrationschirurgie
- Z. n. Verlust des Iris-Linsen-Diaphragmas
- Z. n. Vitrektomie

Decemet Membrane Endothelial Keratoplasty in Combination with Pars Plana Vitrectomy in Complex Eyes for Enhanced Gas Tamponades

Autoren: Herwig-Carl, Geerling

- Vollständige SF₆-Gasfüllung (20%) von GK-Raum + Vorderkammer
- Intraokulare Druck postoperativ kompensiert?

Pat.	70-j. Mann (Unicus)	80-j. Mann (Unicus)	61-j. Frau
Vor-Ops	5x PKP, Aphakie, Z. n. ppV	Ahmed-Valve, PKP, HKL	Trauma, Aphakie, Z. n. ppV
DMEK	Rebubbling + ppV + SF ₆	DMEK + CPK + ppV + SF ₆	DMEK, nahtfix. HKL-Iris, ppV + SF ₆
Visus prä	1/15	Hbw	0,1
Visus post	0,1	0,2	0,4

Loi, Geerling (Kli. Mo. 2023)

80

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

DMEK nach PKP

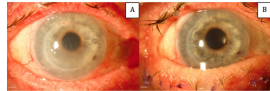

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

81

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

DMEK nach PKP

- Indikation: Endotheldysfunktion jgl. Ursache
- Kontraindikationen: Narbe, hoher Astigm.
- „War der Visus mit dem alten Tp gut?“ => DMEK

- Präop OCT: Stufen => Postop. Dehiszenz-Risiko
- Intraop: Cave iatrogene Interface-Dehiszenz mit Price-Haken!
- Postop: Rebubbling & EZZ-Verlust in 1 Jahr: 25-60%
- Rhexis kleiner oder größer als PKP?

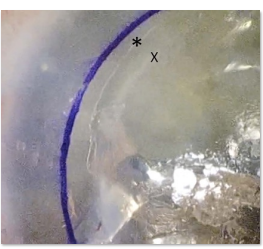
Steindor, Geerling et al (Graefe's Arch 2022)

82

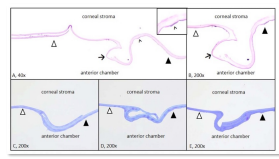
UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Lange nach PKP feste Descemetnarbe

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF



75-j. Frau: DMEK 16 J. nach PKP bei FECD



Steindor, Herwig-Carl, Geerling et al (Cornea 2021)


83

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Rhexis größer oder kleiner als PKP?

HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

- N = 11, 69 J., 1,7 ± 1,0 PKPs
- DMEK 10 ± 7 Jahre (2 - 23) nach PKP
- FU: 15 ± 11 Monate (6 - 39)
- Rebubbling in 18%



- 3 Monate postop Bei gutem Visuspotential (n=8): + 8 Zeilen (p < 0.001).
- Größere DMEK-TPs (= mehr EZ) bei unveränderter Rebubbling rate
- Cave: Z. n. Glaukom-Op = Höheres Risiko für Tp-Versagen

Steindor, Geerling et al (Graefe's Arch 2022)

84

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

DMEK nach GLAUKOMFILTRATIONSCHIRURGIE

85

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

DMEK bei Glaukom

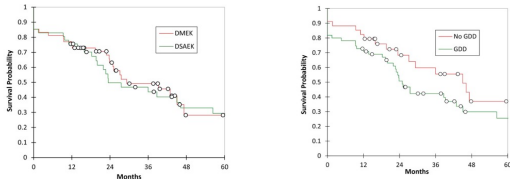
- 1° + 2° Transplantatversagen erhöht (auch ohne Glaukom-Op)
- Z. n. Glaukom-Op => Hohe Komplikationsrate
 - Vordere Synechien + Filtrationsimplantat => Erschwerte Entfaltung, erhöhter EZZ-↓
 - Rascher Verlust der Endotamponade in Sickerkissen



86

UI

Transplantatüberleben nach DSAEK und DMEK



- 5-Jahresüberleben: **30%**
- Ursache: Glaukomfiltrationsimplantate, Kompromittierte Blut-/Kammerwasserschranke, ((Erhöhte Reubbling-Rate? (25 vs 19%))

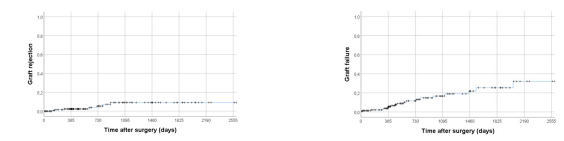
Alshaker et al (Cornea 2021)

87

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Transplantatüberleben nach DMEK - 2

Retrospektive Fallserie: 150 konsekutive DMEKs bei prä-existentm Glaukom



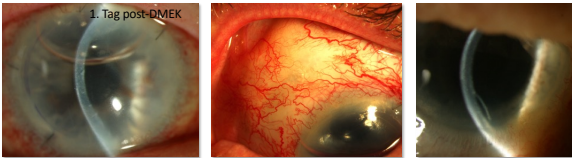
- Transplantatversagen (5 Jahre): **25%**; Immunreaktionsrate: 9.2%
- IOD-Anstieg bei 54% (Nachbeobachtung: 36 Monate)
- Risikofaktoren: Re-DMEK, Glaukomfiltrationsimplantat (nicht TE!)

Maier et al (Graefes Arch 2023)

88

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

DMEK nach Glaukom-Filtrations-Op



- Rascher Verlust der Endotamponade in Sickerkissen
 - ⇒ Ggf. Dehiszenz + Okuläre Hypertension
 - ⇒ IOD-Kontrolle und Reubbling?

89

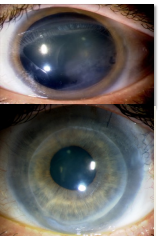
UKD Universitätsklinikum Düsseldorf HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

DMEK bei BUPHTHALMUS & MIKROPHTHALMUS

90

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Kongenitales Glaukom / CHED** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

- Kinder: Compliance??? Alter??? IOD kompensiert?
- Quilindreno et al: 10-12 mm Transplantat (Pat. ca. 30 J. alt)



Pereira: 11 Augen < 8 Jahre (7x CHED, 4x kongenit. Glaukom)

- No-touch-Technik**
- Descemetektomie unter Viskoelastikum
- Alle Zugänge **vernäht** (Tunnel durch TP bedeckt)
- C3F8

Visus: präop 1/35; postop 0,2 (M6)

Quilindreno, Melles et al (Cornea 2013)

91

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Kongenitales Glaukom / CHED** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

TABLE 1. Outcomes of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty in Children

Patient Eye	Patient Age/Sex	Patient Diagnosis	Preop BSCVA	Postop BSCVA	Preop Pachy (µm)	Postop Pachy (µm)	Preop IOD (mm)	Postop IOD (mm)	Donor Age (y)	Donor ECD (cells/mm²)	2 yr Postop ECD (cells/mm²)	Complications
1 OD	6 yr/B	CHED	20/80	20/40	0.00 - 2.25 x 100	910	640	27	67	2500	1542	None
1 OS	7 yr/B	CHED	20/80	20/30	2.00 - 6.00 x 100	890	625	12	51	3144	NA	None
2 OD	5 yr/B	CG	CF 2 m	20/60	-11.00	980	575	42	51	2659	1171	Rehabbing
2 OS	5 yr/B	CG	CF 2 m	20/60	-10.50	910	550	42	31	2457	1730	None
3 OS	2 yr/B	CG	FF	20/50	-6.00	945	525	38	58	2433	1996	None
3 OD	2 yr/B	CG	FF	20/30	-4.00	975	540	36	62	2217	1659	TRK 2 yr postop
4 OS	5 yr/B	CHED	20/120	20/30	1.50 - 4.25 x 155	1091	670	31	62	3058	2183	None
4 OD	5 yr/B	CHED	20/100	20/25	1.50 - 2.75 x 10	1084	680	31	61	2610	1929	None
5 OD	6 yr/B	CHED	20/200	20/40	2.00 - 2.80 x 160	820	630	24	43	2770	1601	None
6 OS	1 yr/B	CHED	LP	FF	NA	920	660	24	54	2994	NA	None
6 OD	1 yr/B	CHED	LP	FF	NA	880	645	21	62	2875	NA	None
Total 11 eyes	65% B	83.6% CHED	Median* 20/200	Median* 20/40	Mean preop IOD ± SEM	Mean 946 ± 83	Mean 596 ± 55	Mean 30 ± 9	Mean 54.7 ± 10.4	Mean† 2588 ± 236	Mean 1726 ± 202	Rehabbing 9.1%

- Postop: Rückenlagerung, Augenreiben verboten
- 1 Woche postop Fadenex in Narkose
- Weiteres Follow-up mit UBM

Pereira et al (Cornea 2021)

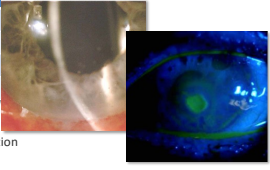
92

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **DMEK bei Z. N. HERPES-KERATOPATHIE** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

93

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **DMEK bei Herpes-Keratopathie** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Komplikationen (n. 2,5 Monaten)	Herpes (n=17)	FECD (n=72)
1° Tp-Versagen	12%	0%
Endothelitis	29%	0%
Ulkus	35%	0%
CMÖ	18%	3%



- Indikation: Posttherpetische Endotheldekompensation (Nicht Narben / Ulzera)
- Abdelmassih et al* (FU 11 ± 6 Monate): Visus ↑ auf 0,62 ± 0.44 logMAR, vermehrt Ulzera!
- Enge Verlaufsbeobachtung, Aciclovir 2 x 400 mg p.o. prophylaktisch

Abdelmassih et al (Cornea 2019)

94

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Take Home – Außerhalb der Routine** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

- Linsenstatus
 - Phakes Auge: ab 55. J. entweder Triple oder Phako in Wartezeit auf Transplantat
 - Pseudophakes Auge: Cave hydrophile Linsen => Verkalkung!
- Aphakie, Irisdefekt, Z. n. Vitrektomie: DMEK möglich ("Maxi-DMEK")
- Nach PKP: Rhexis inner- oder außerhalb des alten Interface, Cave: Stufen => Dehiszenz
- Nach Glaukomchirurgie: Erhöhtes Risiko für IOD- und Tp-Dekompensation!
- Mikro-/Makrokornea: Tp-Größe anpassen!
- Herpes: Hohes Rezidivrisiko => Systemische Aciclovir-Prophylaxe

95

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf **Take Home** HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

- DMEK = Goldstandard für Endotheldysfunktion
- Relative Indikationen & Kontraindikationen
- Phakes Auge: Am besten als Triple-Op oder DMEK nach Phako (Cave IOL-Präzipitate)
- Spenderpräparation: Dextranfrei, (No-)Touch-Technik, Tangentiale Präparation, Orientierungsmarken
- Empfänger: Rhexis unter Luft 0,5 mm > als Tp, Iridektomie / Iridotomien, Implantation ohne Spüldruck!, Entfaltung mit vis á tergo => Orientierung
- Fixierung mit SF6 20% => Rückenlagerung => IOD-Kontrollen, Pilocarpin
- Außerhalb der Routine bei entsprechender Erfahrung möglich!

96



97

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

HEINRICH HEINE

Guttatae nach DMEK

- In 18.7%; meist frühpostoperativ; überwiegend gering ausgeprägt
- Bei starker Guttata:
 - Reduzierter Visus, höhere CCT
 - Pleomorphismus / Polymegalismus ($p = 0.003$ / $p = 0.04$)

Schmitz, Sufi, Seitz et al (Acta Ophthalmol 2022)

98