OPHTHALMO CHIRURGIE

MAI 2025
37. JAHRGANG
3. HEFT

# Wann sollte eine tiefe Sklerektomie in eine Trabekulektomie umgewandelt werden?

(When should a deep sclerectomy be converted to a trabeculectomy?)

**Abdelwahhab Azzawi, Naser Salehi**
(Großenhain)

KADEN

Diese PDF-Datei darf nur für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und nicht in privaten, sozialen und wissenschaftlichen Plattformen eingestellt werden. © Kaden Verlag 2025, www.kaden-verlag.de

# Wann sollte eine tiefe Sklerektomie in eine Trabekulektomie umgewandelt werden?

## (When should a deep sclerectomy be converted to a trabeculectomy?)

**Abdelwahhab Azzawi, Naser Salehi**
(Großenhain)

→ **Zusammenfassung: Die klassische Trabekulektomie ist eine etablierte Methode zur Behandlung des Glaukoms, kann jedoch Komplikationen wie eine Bulbushypotonie verursachen. Eine Alternative, die tiefe Sklerektomie, bietet weniger Risiken. Diese Methode hat eine Erfolgsrate von etwa 77,6 % nach 10 Jahren, die durch den Einsatz von Medikamenten auf 95 % gesteigert werden kann. Manchmal kann im Anschluss an eine tiefe Sklerektomie nach der Entfernung des Schlemm'schen Kanals ein reduzierter Kammerwasserabfluss erkannt werden. Bei diesen Patienten kann das Trabekelmaschenwerk eröffnet werden, um den Abfluss zu verbessern, und die tiefe Sklerektomie in eine Trabekulektomie umgewandelt werden.**

**OPHTHALMO-CHIRURGIE 37: 170 – 172 (2025)**

→ **Summary: Classic trabeculectomy is an established method of treating glaucoma, but can cause complications such as bulbar hypotony. An alternative, deep sclerectomy, offers fewer risks. This method has a success rate of around 77.6 % after 10 years, which can be increased to 95 % with the use of mitomycin c. Sometimes, following a deep sclerectomy, reduced aqueous humor outflow can be seen after removal of Schlemm's canal. In these patients, the trabecular meshwork can be opened to improve outflow and the deep sclerectomy can be converted into a trabeculectomy.**

**OPHTHALMO-CHIRURGIE 37: 170 – 172 (2025)**

→ Die klassische Trabekulektomie als filtrierende Glaukomoperation hat seit langer Zeit ihre feste Stellung in der Glaukomchirurgie. Allerdings weist die Trabekulektomie, bei der ein vollständiges Durchtrennen aller Bulbusstrukturen notwendig ist, auch mehrere ernsthafte Komplikationen auf – wie Bulbushypotonie, Hyphäma, Abflachung der Vorderkammer, Aderhautschwellung, suprachoroidale Blutungen, Endophthalmitis und Sekundärkatarakt. Um einige dieser Komplikationen zu vermeiden, wurde eine neuartige, nicht penetrierende OP-Technik eingeführt: die tiefe Sklerektomie nach Zimmermann [1]. Die tiefe Sklerektomie ermöglicht es, den Intraokulardruck (IOD) zu kontrollieren und das Auge weniger Risiken auszusetzen. Bei dieser Form der tiefen Sklerektomie werden das juxtakanalikuläre Maschenwerk und die Innenwand des Schlemm'schen Kanals entfernt, aber eine dünne filternde Membran zum Kammerwinkel hin bleibt bestehen. Durch diese kann das Kammerwasser besser ablaufen, ohne eine Bulbushypotonie zu induzieren. Anfangs wurde bei der Technik der tiefen Sklerektomie die Außenwand des Schlemm'schen entfernt, die Innenwand des Schlemm'schen Kanals und das juxtakanalikuläre Maschenwerk wurden freigelegt, aber nicht entfernt.

Diese Operation kann außer bei Winkelblock- und Neovaskularisationsglaukom auch bei den meisten Glaukomformen durchgeführt werden. Die Operationstechnik besteht darin, zunächst die Konjunktiva und die Tenonkapsel zu öffnen und anschließend einen limbusbasierten, oberflächlichen Skleradeckel von rund 5x5 mm zu schaffen. Dann werden ein tiefer Skleralappen von 4x4 mm und das Dach des Schlemm'schen Kanals reseziert (Abbildung 1).

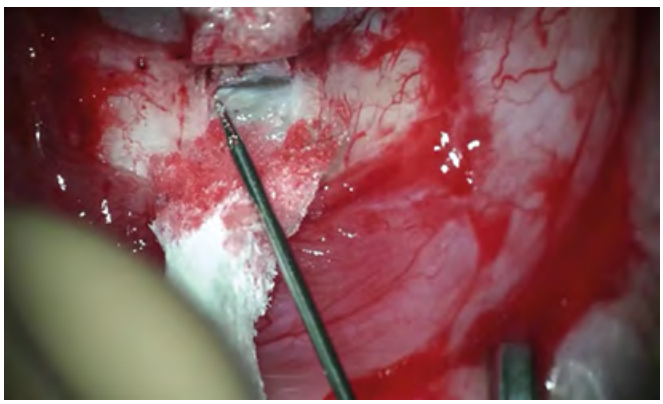

Abbildung © A. Azzawi

Abbildung 1: Entfernung der Außenwand des Schlemm'schen Kanals.


© KADEN VERLAG / NUR FÜR DEN PERSÖNLICHEN GEBRAUCH

Am Ende werden der oberflächliche Skleradeckel, die Tenonkapsel und die Konjunktiva wieder verschlossen. Die Erfolgsrate, definiert nach vollständigem Erfolg (IOD <22 mmHg ohne Medikamente) und qualifiziertem Erfolg (IOD <22 mmHg mit oder ohne Medikamente) nach 10 Jahren liegt bei 77,6 %, die Komplikationsrate ist gering, der IOD liegt bei 12,2 +/- 4,7 mmHg [2]. In der Arbeit von Kozoboli et al. [3] konnte die Erfolgsrate der tiefen Sklerektomie durch Anwendung von MMC 0,2 mg/ml mittels eines Schwamms für 2,5 Minuten von 72,5 % auf 95 % verbessert werden.

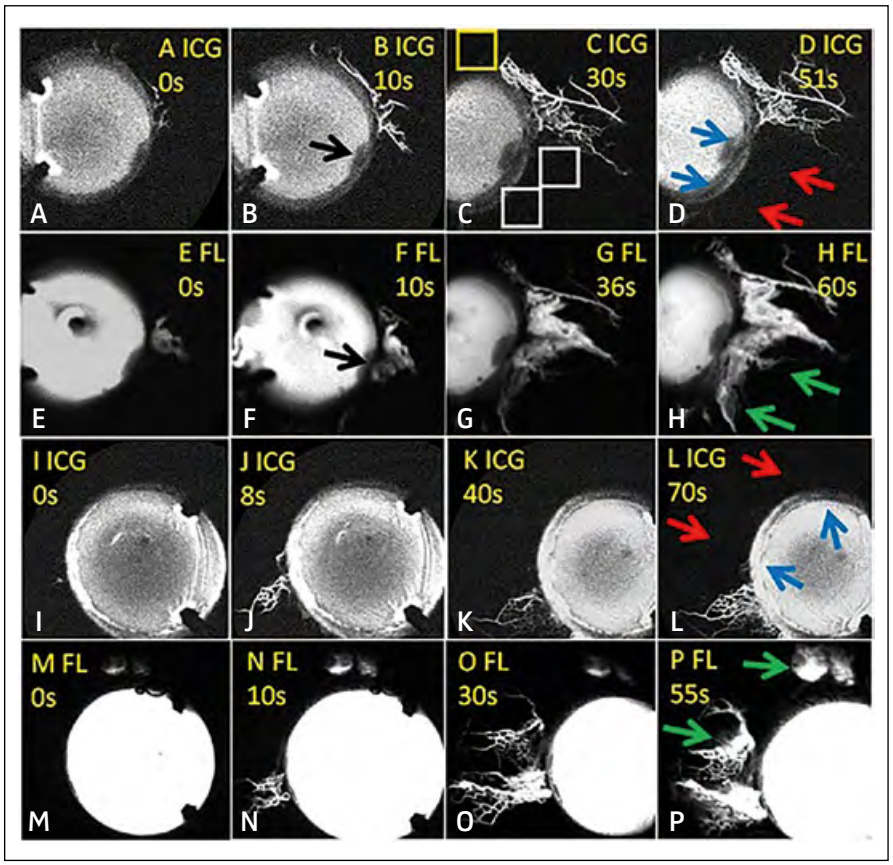


Abbildung 2: A–H) Patient 1, I–P) Patient 2 (als Beispiel von einer Reihe von Patienten, die in der Studie inkludiert wurden). A–D und I–L) Zuerst wurde eine Indocyaningrün-Angiografie des Kammerwassers durchgeführt. D/L) Danach wurde eine „Trabecular meshwork bypass" (TMB) mit dem iStent) durchgeführt E–H und M–P) Im Anschluss wurde unmittelbar nach der TMB eine Kammerwasserangiografie mit Fluoreszein (FL) durchgeführt. B/F) Beim ersten Patienten weisen schwarze Pfeile auf Bindehautpigment auf der Hornhaut hin, das die Fluoreszenzübertragung blockierte. Diese Stelle dient als Referenzpunkt für alle Bilder dieses Auges. D/L) Rote Pfeile weisen auf nasale Bereiche der Augen ohne initiales ICG-Angiografiesignal hin. H/P) Grüne Pfeile weisen auf Regionen mit neuem Fluoreszein-Angiografiesignal nach TMB hin. C) Dieses Bild dient als Beispiel für die Berechnung eines angiografischen Signalintensitätsverhältnisses. Eine 75 × 75 Pixel große Region wurde in der Nähe der TMB-Region platziert (weiße Kästen). Dann wurde die Signalintensität für jede Region normalisiert, indem sie durch das Signal in einer Region mit bekanntem Hintergrund geteilt wurde, die von den vorgeschlagenen TMB-Bereichen entfernt war (gelbe Box). Dies ermöglichte die Bewertung der Signalintensität in jedem Bild, intern normalisiert auf die Einstellungen des Spectralis. Ein Verhältnis von 1 würde bedeuten, dass sich die Signalintensität in der betreffenden Region nicht von der des Hintergrunds unterscheidet. (s = Sekunden nach Signalbeginn, aus [4])

Bei den Patienten, bei denen die tiefe Sklerektomie nicht zum gewünschten Ergebnis führt, tritt eine Fibrosierung des Operationsgebietes auf. Deshalb muss dann eine YAG-Laser-Goniotomie durchgeführt werden, damit der Abfluss wieder verbessert wird. Aber ist die Fibrosierung der einzige Grund für den Misserfolg?

Huang et al. [4] führten eine Studie durch, in der sie mit Hilfe der Fluoreszenzangiografie den Abfluss des Kammerwassers an der Augenoberfläche von Glaukompatienten vor und nach Implantation eines trabekulären Microbypasses darstellten. Die klassische Darstellung der Abflusswege des Kammerwassers ist ein 360° um den Limbus angelegtes Gefäßplexus, über den das Kammerwasser zirkulär drainiert wird. Huang et al. konnten unter anderem belegen, dass bei Glaukompatienten meistens im nasal oberen oder nasal unteren Quadranten dieser Gefäßplexus das Kammerwasser nur über 1–2 Uhrzeiten drainiert und nicht über 12 Uhrzeiten, wie bisher angenommen (Abbildung 2).

Üblicherweise wird die tiefe Sklerektomie zwischen 11 h und 1 h am Limbus durchgeführt. Nun könnte man annehmen, dass hierbei die Drainage des Kammerwassers über die angrenzenden Gefäße nicht oder weniger wichtig sei. Das Kammerwasser würde in den kleinen Raum unter dem Skleradeckel und in den Schlemm'schen Kanal rechts und links der operierten Stelle fließen. Die Arbeit von Chen et al. [5] belegt jedoch, dass der Schlemm'sche Kanal keinen konstanten Durchmesser hat. Untersuchungen ergaben, dass der Durchmesser an einem Auge zwischen 50,8 µm und 393,5 µm schwankt. Der Durchmesser des Schlemm'schen Kanals war bei älteren Menschen geringer als bei Kindern und bei Glaukompatienten geringer als bei Personen ohne Glaukomerkrankung. Somit kann ein enger Schlemm'scher Kanal die Wirkung der IOD-Senkung noch weiter verringern.

Di Matteo et al. [6] führten bei Glaukompatienten, die nach einer tiefer Sklerektomie noch einen erhöhten IOD aufwiesen, eine YAG-Laser-Goniotomie durch. Der IOD fiel von durchschnittlich 23 mmHg auf 12,5 mmHg nach 6 Monaten, 11,8 mmHg nach 12 Monaten und 10,5 mmHg nach 24 Monaten. Einen IOD

© KADEN VERLAG / NUR FÜR DEN PERSÖNLICHEN GEBRAUCH

von ≤ 15 mmHg wiesen 85 % der Patienten nach 6 Monate auf, 76 % nach 1 Jahr und 62 % der Patienten nach 2 Jahren.

Wir entschieden uns für eine andere Vorgehensweise: Statt im Nachhinein eine YAG-Laser-Goniotomie durchzuführen, wird während der Operation überprüft, wie gut die Drainage des Kammerwassers im OP-Gebiet erfolgt. Dies wurde anhand des Abflusses nach der Entfernung des Schlemm'schen Kanals bewertet, dann wird BSS in die Vorderkammer eingegeben und subjektiv geprüft, wie lange die Tensio hoch bleibt und ob der Abfluss sich verstärkt. Falls die Drainage zu gering ist, erfolgt mit einem Parazentesemesser eine kleine Öffnung in das Trabekelmaschenwerk (eine sogenannte Goniotomie), um den Abfluss zu verbessern. Der Skleradeckel, die Tenonkapsel und die Bindehaut werden dann wie üblich verschlossen. So kann man schon frühzeitig prüfen, ob die Wirkung der tiefen Sklerektomie wie gewünscht ist und diese ggf. gleich in eine Trabekulektomie „umwandeln".

Obwohl in den letzten Jahren neue und verbesserte Operationsverfahren in der Glaukomchirurgie vorgestellt wurde, bleibt deren Erfolgsrate begrenzt. Heutzutage weiß man, dass das Glaukom eine Systemerkrankung ist, einige sprechen auch von einer neurodegenerativen Erkrankung. Es gibt somit viele Faktoren, die in der Behandlung des Glaukoms berücksichtigt werden müssen. Gajda-Derylo et al. [7] belegten in einer Untersuchung des Kammerwassers bei Glaukompatienten mit Fibrosebildung nach einer Trabekulektomie, dass die Patienten eine höhere Konzentration an bestimmten Zytokinen wie TGF-ß und VEGF aufwiesen als Patienten mit Trabekulektomie ohne Fibrosebildung. Dies belegt erneut, dass es bei der Behandlung von Glaukompatienten viele verschiedene Aspekte zu berücksichtigen gilt – die Chirurgie ist nur ein Teil davon.

## Literatur


1. *Varga Z, Shaarawy T (2009)* Deep sclerectomy: safety and efficacy. Middle East Afr J Ophthalmol 16: 123–126
2. *Roy S, Mermoud A (2012)* Deep sclerectomy. Dev Ophthalmol 50: 29–36
3. *Kozobolis VP, Christodoulakis EV, Tzanakis N, Zacharopoulos I, Pallikaris IG (2002)* Primary deep sclerectomy versus primary deep sclerectomy with the use of mitomycin C in primary open-angle glaucoma. J Glaucoma 11: 287–293
4. *Huang AS, Penteado RC, Papoyan V, Voskanyan L, Weinreb RN (2019)* Aqueous angiographic outflow improvement after trabecular microbypass in glaucoma patients. Ophthalmol Glaucoma 2: 11–21
5. *Chen Z, Sun J, Li M, Liu S, Chen L et al (2018)* Effect of age on the morphologies of the human Schlemm's canal and trabecular meshwork measured with swept source optical coherence tomography. Eye (Lond) 32: 1621–1628
6. *Di Matteo F, Bettin P, Fiori M, Ciampi C, Rabiolo A, Bandello F (2016)* Nd:Yag laser goniopuncture for deep sclerectomy: efficacy and outcomes. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 254: 535–539
7. *Gajda-Deryło B, Stahnke T, Struckmann S, Warsow G et al (2019)* Comparison of cytokine/chemokine levels in aqueous humor of primary open-angle glaucoma patients with positive or negative outcome following trabeculectomy. Biosci Rep 39: BSR20181894

**Korrespondenzadresse:**
Abdelwahhab Azzawi, MD,
FEBO, MRCPS (Glasg)
Azzawi Augenpraxis
Katharinengasse 18
01558 Großenhain
info@azzawi-augenpraxis.com



© KADEN VERLAG / NUR FÜR DEN PERSÖNLICHEN GEBRAUCH