

Aus der Augenklinik und Poliklinik  
Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. med. Siegfried Priglinger

**Innovative Diagnostik und Therapie von  
Sehnerv-Erkrankungen**

Habilitationsschrift

Zum Erwerb der Venia Legendi

für das Fach

Augenheilkunde

vorgelegt von Dr. med. Marc J. Mackert

2025

# Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort und Danksagung .....	3
2	Einleitung .....	4
3	Eigene Arbeiten zum Thema .....	11
3.1	Diagnostik bei Glaukom Erkrankungen .....	11
3.2	Therapie von Glaukom Erkrankungen.....	18
3.3	Diagnostik der Drusenpapille .....	29
3.4	Sonographie bei akuten arteriellen okulären Gefäßverschlüssen.....	32
4	Zusammenfassung .....	57
5	Schriftenverzeichnis .....	60
5.1	Originalarbeiten als Erst- oder Letztautor.....	60
5.2	Originalarbeiten als Ko-Autor.....	63
5.3	Kasuistiken/ Case Reports .....	68
5.4	Übersichtsartikel/ Reviews.....	69
5.5	Bücher/ Buchkapitel .....	69
5.6	Sonstige Veröffentlichungen (z.B. Letters to the Editor) .....	71
6	Literaturverzeichnis (Eigen- und Fremdliteratur im Fließtext) .....	73

# 1 Vorwort und Danksagung

Die vorliegende kumulative Habilitationsarbeit mit dem Thema „Innovative Diagnostik und Therapie von Sehnerv-Erkrankungen“ bildet einen Teil meiner wissenschaftlichen Arbeiten ab. Alle angeführten Arbeiten sind Originalarbeiten, die einen peer-review Prozess durchlaufen haben und im Onlineverzeichnis von MEDLINE gelistet sind. Die klinischen Studien hierzu habe ich während meiner Zeit an der Augenklinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) durchgeführt und ausgewertet. Alle Studien wurden von der Ethikkommission der LMU begutachtet und bewilligt. Durch meinen familiären Hintergrund (Vater und beide Brüder Neurologen), meinen klinischen und wissenschaftlichen Werdegang und insbesondere die Spezialisierung in dem Bereich Glaukom mit der Leitung der Glaukom Ambulanz an der Augenklinik der LMU hat sich das Thema meiner Habilitationsarbeit ergeben.

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Siegfried Priglinger, Direktor der Augenklinik der LMU und geschäftsführender Mentor des Fachmentorats, für die stetige Unterstützung und Förderung meiner Studien bedanken.

Ein weiterer Dank geht an Prof. Dr. Wolfgang Mayer und Prof. Dr. Michael Czihal als Mitglieder meines Fachmentorats.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner lieben Frau Johanna Mackert für die stetige Unterstützung bedanken. Nur dadurch, dass Sie mir den Rücken freigehalten hat, ist es möglich gewesen diese Arbeit zu verfassen.

## 2 Einleitung

Die vorliegende kumulative Habilitationsarbeit beschäftigt sich mit dem Thema der innovativen Diagnostik und Therapie von Sehnerv-Erkrankungen.

Die Arbeit gliedert sich in die drei Abschnitte: Diagnostik und Therapie von Glaukom-Erkrankungen, Diagnostik der Drusenpapille und Sonographie bei akuten arteriellen okulären Gefäßverschlüssen.

Das Auge ist mit dem Gehirn über den Sehnerv als zweiten Hirnnerven verbunden und enthält rund eine Million Nervenfasern. Pathologien des Sehnervs verursachen durch einen Verlust von Nervenfasern progrediente Gesichtsfeldausfälle und können in fortgeschrittenen Stadien zur Erblindung führen.

Das Glaukom, im Volksmund auch „grüner Star“ genannt, ist die häufigste Optikusneuropathie und zählt zu den führenden Ursachen für Erblindung weltweit und ist eine Volkserkrankung. Im Jahr 2020 waren in etwa 80 Millionen Menschen von dieser Erkrankung betroffen, allerdings ist die Dunkelziffer hoch. Diese Erkrankung wird in den nächsten Jahren, insbesondere auf Grund der alternden Population, weltweit weiter zunehmen. (Tham, Li et al. 2014)

Hauptrisikofaktor für die Entstehung eines Glaukoms ist ein erhöhter Augeninnendruck (IOD). Der IOD ist von vielen Faktoren abhängig und kann im Tagesverlauf Schwankungen aufweisen. Der Einfluss der Größe des Kammerwinkels auf das Tagesdruckprofil wurde in dieser Arbeit untersucht.

Auch die Messgenauigkeit der unterschiedlichen Verfahren zur IOD-Messung ist insgesamt variabel. Die Validierung einer innovativen, telemetrischen IOD-Messung mit dem EYEMATE-SC Sensors, einem suprachoroidalen Implantat, wurde in dieser Arbeit geprüft.

Bei der häufigsten Glaukom Form, dem primären Offenwinkelglaukom (POWG) können, ähnlich wie beim primären arteriellen Hypertonus, keine ursächlichen Veränderungen am Auge festgestellt werden und es spielen zahlreiche genetische Faktoren eine Rolle. Die sekundären Offenwinkelglaukome sind eine heterogene Gruppe von Erkrankungen, die durch okuläre Pathologien hervorgerufen werden. Die häufigste Form ist das sogenannte Pseudoexfoliationsglaukom (PEXG), bei dem im Auge ein abnormes extrazelluläres fibrilläres Material (Pseudoexfoliationsmaterial) produziert wird, welches den Abflusswiderstand im Trabekelmaschenwerk erhöht. Beim PEXG handelt es sich um eine aggressive Form des Glaukoms mit höheren Ausgangs-Druckwerten, Druckschwankungen und initial meist bereits fortgeschrittenen, schnell fortschreitenden Befunden.(Nobl and Mackert 2019) Ein weiteres sekundäres Offenwinkelglaukom stellt das Pigmentdispersionsglaukom dar, bei dem es durch Reibungen von Linsenfasern, sogenannten Zonulafasern, an der Rückfläche der Regenbogenhaut zur Freisetzung von Pigmentgranula kommt, welche wiederum den Abfluss durch das Trabekelmaschenwerk verlegen.(Nobl and Mackert 2021)

Die Therapie der Glaukom Erkrankung besteht hauptsächlich in der Senkung des IOD, um einen weiteren Verlust an retinalen Nervenfasern (RNFL) und damit ein Fortschreiten der Erkrankung zu verhindern. Als „first-line“ Therapie stehen unterschiedliche Wirkstoffe zur Verfügung, um den IOD entweder durch Verbesserung des Kammerwasserabflusses oder die Hemmung der Kammerwasserproduktion medikamentös zu senken. Neuerdings wird zudem als „first-line“ Therapie eine Laserbehandlung, die selektive Laser Trabekuloplastik (SLT), zur Verbesserung des Kammerwasserabflusses empfohlen.(Gazzard, Konstantakopoulou et al. 2019) Abhängig von unterschiedlichen Faktoren wie das Alter des Patienten, die Progression und Schwere der Erkrankung, aber auch die Glaukom Form und die Höhe des IOD ist

eine medikamentöse Therapie oder SLT-Lasertherapie zur Senkung des IOD nicht ausreichend und es bedarf einer chirurgischen Intervention. Eine Vielzahl von Operationen steht hierfür zur Verfügung. Der Goldstandard ist die Trabekulektomie (TET), ein filtrierendes Verfahren, um das Kammerwasser über einen Deckel in der Lederhaut (Sklera) nach außen unter die Bindehaut als Reservoir abfließen zu lassen. Dieses operative Verfahren weist allerdings eine erhöhte Komplikationsrate von bis zu 37%, sowie eine lange visuelle Rehabilitationszeit von bis zu 78 Tagen auf und nicht selten sind Folgeeingriffe notwendig. (King, Rotchford et al. 2007, Francis, Hong et al. 2011, Gedde, Herndon et al. 2012) Mit dem XEN<sup>®</sup> Gel Stent der Firma Abbvie steht ein neues Implantat zur Verfügung, welches den IOD minimal-invasiv und ähnlich effektiv im Vergleich zur TET senkt. Das Material dieses Röhrchens, welches ab interno implantiert wird und das Kammerwasser aus der vorderen Augenkammer nach außen unter die Bindehaut des Auges ableitet, besteht aus einem biokompatiblen, weichen und flexiblen Material aus procinem, mit Glutaraldehyd quervernetztem Gelatin. Mit dem XEN<sup>®</sup> 45 Gel Stent konnte eine effektive Drucksenkung von 28,2% über zwei Jahre (Reitsamer, Sng et al. 2019) und von 24% über 5 Jahre (Ansari 2024) nachgewiesen werden. Ein alternatives mikroinzisionales filtrierendes Verfahren stellt der Preserflo MicroShunt der Firma Santen dar. Dieses ebenfalls biokompatible, weiche und flexible Implantat besteht aus dem Material SIBS (Poly(styrene-block-*isobutylene*-block-styrene)), wird ab externo implantiert und führt zu einer effektiven Drucksenkung durch Ableiten des Kammerwassers aus der Vorderkammer unter die Bindehaut. (Pinchuk, Wilson et al. 2008) 5-Jahres Daten haben eine effektive Drucksenkung von 46,7% zum Ausgangsdruck beim POWG ergeben. (Batlle, Corona et al. 2021) Die operativen Ergebnisse dieser beiden minimalinvasiven Verfahren wurden in Rahmen dieser Arbeit in Langzeituntersuchungen evaluiert und miteinander gegenübergestellt.

Des Weiteren wurde die Effektivität und Sicherheit des Preserflo MicroShunt beim PEXG in dieser Arbeit untersucht und mit dem POWG verglichen.

Im nächsten Schritt wurde eine Nichtunterlegenheitsstudie im Vergleich zur TET durchgeführt.

Auch andere Abflusswege, wie zum Beispiel der suprachoroidale Raum, können durch minimalinvasive Verfahren (MIGS) genutzt werden, um den IOD effektiv zu senken. Dies gelingt beispielsweise mit dem MINject Implantat der Firma iSTAR (iSTAR Medical SA, Wavre, Belgien). Ein weiches, flexibles, antifibrotisches Implantat aus Silikon mit vielen Mikroporen, welches den suprachoroidalen Abfluss von Kammerwasser ermöglicht. Die Effektivität und Sicherheit dieses Implantats wurde bereits in mehreren prospektiven, multizentrischen Studien nachgewiesen. (Denis, Hirneiss et al. 2019, Garcia Feijoo, Denis et al. 2020, Denis, Hirneiss et al. 2022)

Im Rahmen dieser Arbeit wurden nun die Langzeitergebnisse des MINject prospektiv untersucht und ausgewertet.

Bei der Drusenpapille handelt es sich um eine weitere Sehnerv-Erkrankung. Hier kommt es zu azellulären Hyalin Ablagerungen (Drusen) im Bereich des Sehnervenkopfs und können post mortem bei ca. 2,4% der Bevölkerung festgestellt werden. (Friedman, Beckerman et al. 1977) Ein durch Drusen ausgelöster mechanischer Stress im Bereich des Sehnervenkopfs im Sinne eines Kompartmentsyndroms kann zu einer progressiven Optikusneuropathie mit teilweise schweren Gesichtsfeldausfällen führen. (Lorentzen 1966) Man geht davon aus, dass hierdurch provozierte mikrovaskuläre Veränderungen letztlich ursächlich für den Verlust der RNFL sind. Die Drusenpapille kann sehr gut mittels der optischen Kohärenztomographie (OCT) diagnostiziert und nachverfolgt werden. Mit diesem Verfahren können Schnittbilder des Augenhintergrunds in hoher Auflösung aufgenommen werden und unter anderem die Dicke der RNFL und der

Ganglienzellschicht (GCC) gemessen und mit einem alterskorrelierten Normalkollektiv verglichen werden. Basierend auf der OCT, wurden verschiedene drei-dimensionale Methoden entwickelt, um die Gefäße am Augenhintergrund nicht-invasiv und reproduzierbar darzustellen. Mithilfe der OCT-Angiographie (OCT-A) haben wir in einer prospektiven Studie die peripapilläre Gefäßdichte der Drusenpapille untersucht und mit einem Normalkollektiv verglichen. Die Sensitivität der OCT-A wurde erhoben und mit der funktionellen Gesichtsfelduntersuchung, als auch mit den strukturellen OCT-Parametern der RNFL und GCC korreliert.

Die Drusenpapille geht auch mit einem höheren Risiko für Gefäßverschlüsse und einer anterioren ischämischen Optikusneuropathie (AION) einher. (Lorentzen 1966, Lee and Zimmerman 2005, Nentwich, Maertz et al. 2016) In dem folgenden Abschnitt geht es um sekundäre Optikusneuropathien, die durch Gefäßverschlüsse am Auge bedingt sind. Der Zentralarterienverschluss (CRAO), Arterienastverschluss (BRAO) und die AION sind die häufigsten ischämischen Ursachen eines persistierenden Sehverlusts. Bei einem CRAO kommt es durch einen Verschluss der Zentralarterie in 80% der Fälle zu einer vollständigen monokularen Blindheit gemäß der Definition der WHO. (Hayreh and Zimmerman 2005) Bei der AION kommt es vorübergehend zu einer Hypoperfusion des Sehnervenkopfes mit transienter Beeinträchtigung der Sauerstoffversorgung. Ischämische, okuläre Verschlussgeschehen stellen akute Notfälle dar, die zwar primär ophthalmologisch diagnostiziert werden, aber ein interdisziplinäres Management durch Augenärzte, Internisten, Neurologen und Radiologen erfordern. In dieser Arbeit haben wir einen diagnostischen Algorithmus für CRAO und ischämische Optikusneuropathien vorgestellt. Ziel ist es schnell eine korrekte Diagnose zu stellen, um insbesondere die Sehkraft des Partnerauges zu schützen und weitere kardiovaskuläre Ereignisse zu verhindern. Diese Sekundärprophylaxe ist insbesondere von Bedeutung, da das Risiko ein Monat vor und ein Monat nach einem

CRAO einen Schlaganfall oder Myokardinfarkt zu erleiden um das sieben bis 14-fache und innerhalb der ersten Wochen sogar um das 45-fache erhöht ist.(Park, Choi et al. 2015) Unterschieden werden zwei Formen als Ursache des Gefäßverschlusses. Es handelt sich zum einen um den nicht-arteriitischen, meist thrombo-embolischen Gefäßverschluss und zum anderen um den entzündlichen, arteriitischen Gefäßverschluss im Rahmen einer kranialen Riesenzelleriitis (cGCA). Die frühe und exakte Diagnose einer cGCA ist auf Grund des hohen Risikos schwerer okulärer ischämischer Komplikationen und der Gefahr, dass das kontralaterale Auge nach kurzer Zeit betroffen sein kann, essenziell. Die Therapie des arteriitischen Gefäßverschlusses ist eine andere als bei thromboembolischen Gefäßverschlüssen und besteht aus einer Hochdosis Steroidgabe, die sofort nach Diagnosestellung initiiert werden sollte. In einer retrospektiven Studie haben wir die Risikofaktoren für einen permanenten Sehverlust bei Patienten mit cGCA mit besonderem Fokus auf sonographische Befunde und ischämische Risiko Scores wie dem CHADS<sub>2</sub>-Score (congestive heart failure, hypertension, age >75 years, diabetes mellitus, prior stroke/transient ischaemic attack) identifiziert. Die Farb-Duplex Sonographie ist zur Diagnostik der cGCA das Mittel der Wahl, auch wenn diese abhängig von der Erfahrung des Untersuchers ist. Typisch ist das nicht-komprimierbare „Halo“ Zeichen im Sinne einer konzentrischen Wandverdickung der Temporalarterie. Die diagnostische Genauigkeit der temporalen Arterienkompressionssonographie (TCS) wurde im Rahmen dieser Arbeit untersucht. Das Ziel einer weiteren Studie war es eine klinische Entscheidungsregel zu entwickeln und in einen diagnostischen Algorithmus zu integrieren, der die Genauigkeit der hochauflösenden temporalen Kompressionssonographie (hrTCS) verbessert. Die sonographische Untersuchung der oberflächlichen Schläfen- und Gesichtsarterien ist ein wichtiges Diagnosewerkzeug bei Verdacht auf cGCA. Arteriosklerotische Veränderungen, die

durch hyperechogene Intimaesionen (HIL) charakterisiert werden, können jedoch die Diagnostik erschweren. In einer Studie haben wir den Zusammenhang zwischen HIL und der Wanddicke der Schläfen- und Gesichtsarterien bei älteren Patienten mit nicht-arteriitischen Gefäßverschlüssen am Auge untersucht. Patienten mit nicht-arteriitischen Gefäßverschlüssen haben hohe kardiovaskuläre Risikoprofile. Bei Patienten mit einer nicht-arteriitischen AION (n-AION) kommt es vorübergehend zu hämodynamischen Veränderungen und Beeinträchtigungen der Sauerstoffversorgung im Bereich des Sehnervenkopfes. Wiederum bei dem CRAO und BRAO handelt es sich charakteristischerweise um embolische Arterienverschlüsse. Eine transokuläre Ultraschalluntersuchung mit dem B-Modus ermöglicht die Visualisierung der Emboli in der Zentralarterie des Auges (Arteria centralis retinae). Dabei kann das sogenannte echoreiche „spot sign“ zentral im Bereich des Sehnervs dargestellt werden. (Smith, Wilbert et al. 2020) Eine systemische intravenösen (IVT) erbrachte bei einem positiven „spot sign“ eine niedrige Rate an Reperfusion und einen geringen Behandlungserfolg. (Nedelmann, Graef et al. 2015) In vorliegender Arbeit wurde der diagnostische Wert des „spot sign“ in der transokularen Sonographie (TOS) bei älteren Patienten mit akuten arteriellen Gefäßverschlüssen am Auge bewertet. Die Ergebnisse wurden mit klinischen Diagnosen und kardiovaskulären Befunden korreliert. Interobserver-Reliabilität und diagnostische Genauigkeit wurden evaluiert. In einer weiteren retrospektiven Pilot Studie wurde die Wirksamkeit und Sicherheit der IVT bei CRAO untersucht und die zugrunde liegende Ätiologie analysiert. Später wurde dann im Rahmen einer randomisierten, doppelblinden, Placebo-kontrollierten, multizentrischen Phase-III-Studie die Wirksamkeit und Sicherheit einer IVT von CRAO mit Alteplase innerhalb von 4,5 Stunden nach Beginn der Symptome geprüft.

### 3 Eigene Arbeiten zum Thema

#### 3.1 Diagnostik bei Glaukom Erkrankungen

Müller M, Pavlovic A, Niermann T, Pavlovic I, Priglinger S, Kohnen T, Shajari M,  
**Mackert MJ.**

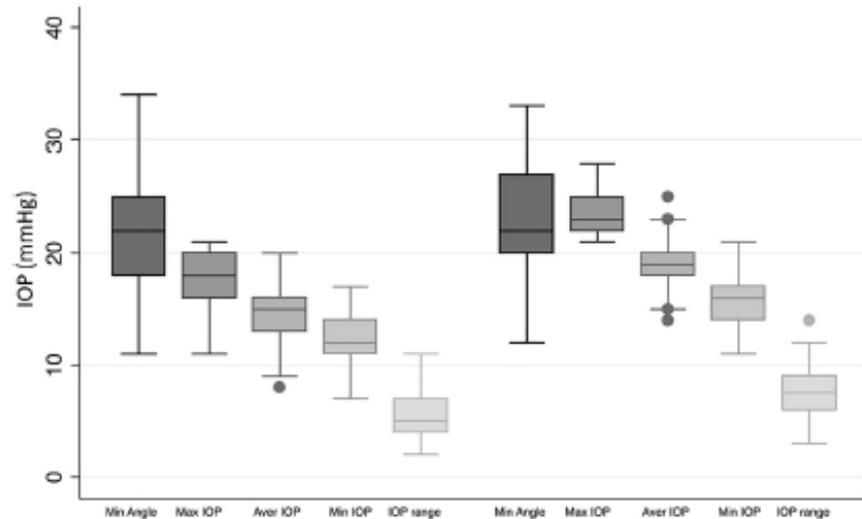
Effect of the iridocorneal angle size on the diurnal pressure profile in a glaucoma suspect cohort and patients with glaucoma.

*Int Ophthalmol.* 2023 Nov;43(11):4067-4078

<https://doi.org/10.1007/s10792-023-02823-x>

Bei dieser Veröffentlichung geht es um den Einfluss der Größe des iridokornealen Winkels (ICAS), also des Kammerwinkels, durch den das Kammerwasser abfließt, auf das Tagesdruckprofil bei Patienten mit Glaukomverdacht und Patienten mit Glaukom. In einer retrospektiven Analyse wurden die IOD-Profile von 120 Patienten (205 Augen) über 48 Stunden untersucht. Patienten mit Augendruck senkenden Medikamenten oder Operationen wurden ausgeschlossen. Die ICAS-Messung erfolgte mit einer rotierenden Scheimpflug-Kamera. Die Studie fand keinen signifikanten Einfluss der ICAS-Größe ( $>10^\circ$ ) auf Minimum, Durchschnitt, Maximum oder Schwankungsbreite des IOD. Innerhalb der Gruppe mit Glaukom lag der durchschnittliche IOD bei 18,77 mmHg, während er in der Kontrollgruppe 14,77 mmHg betrug. Ein ICAS von  $10^\circ$  bis  $20^\circ$  zeigte keine erhöhte Häufigkeit von IOD-Spitzen ( $>21$  mmHg). Die Unterschiede beim IOD zwischen Glaukom- und Kontrollgruppe waren signifikant, jedoch nicht in Bezug auf die ICAS-Größe.

**Fig. 1** Boxplot of the minimum iridocorneal angle as well as minimum, average, maximum IOP and IOP range in a HCG (on the left) and eyes with glaucoma (on the right). It is visible that there is no significant difference in terms of the iridocorneal angle, but a noticeable difference in IOP



Die Größe des ICAS ( $>10^\circ$ ) beeinflusst somit das Tagesdruckprofil bei Patienten mit offenem Kammerwinkel nicht, weder bei Patienten mit Glaukom noch bei gesunden Probanden. Die IOD-Diagnostik sollte weiterhin auf etablierten Parametern wie Papillen Morphologie und Gesichtsfeldausfällen basieren, während ICAS-Messungen keine Vorhersagen zu IOD-Änderungen erlauben. Die Studie unterstreicht, dass ein ICAS über  $10^\circ$  bei der Abgrenzung zwischen gesunden Augen und solchen mit frühem Glaukom keine zusätzliche diagnostische Aussagekraft bietet. Einschränkungen umfassen die einmalige Messung des ICAS und die fehlende Berücksichtigung von Pupillenveränderungen. Zukünftige Studien könnten den Einfluss engerer Winkel ( $<10^\circ$ ) genauer untersuchen, insbesondere mit fortgeschrittener Technologie wie die Vorderabschnitts-OCT (AS-OCT).

Szurman P, Mansouri K, Dick HB, Mermoud A, Hoffmann EM, **Mackert M**,

Weinreb RN, Rao HL, Seuthe AM; EYEMATE-SC study group.

Safety and performance of a suprachoroidal sensor for telemetric measurement of intraocular pressure in the EYEMATE-SC trial.

*Br J Ophthalmol.* 2023 Apr;107(4):518-524

<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-320023>

Szurman P, Gillmann K, Seuthe AM, Dick HB, Hoffmann EM, Mermoud A,

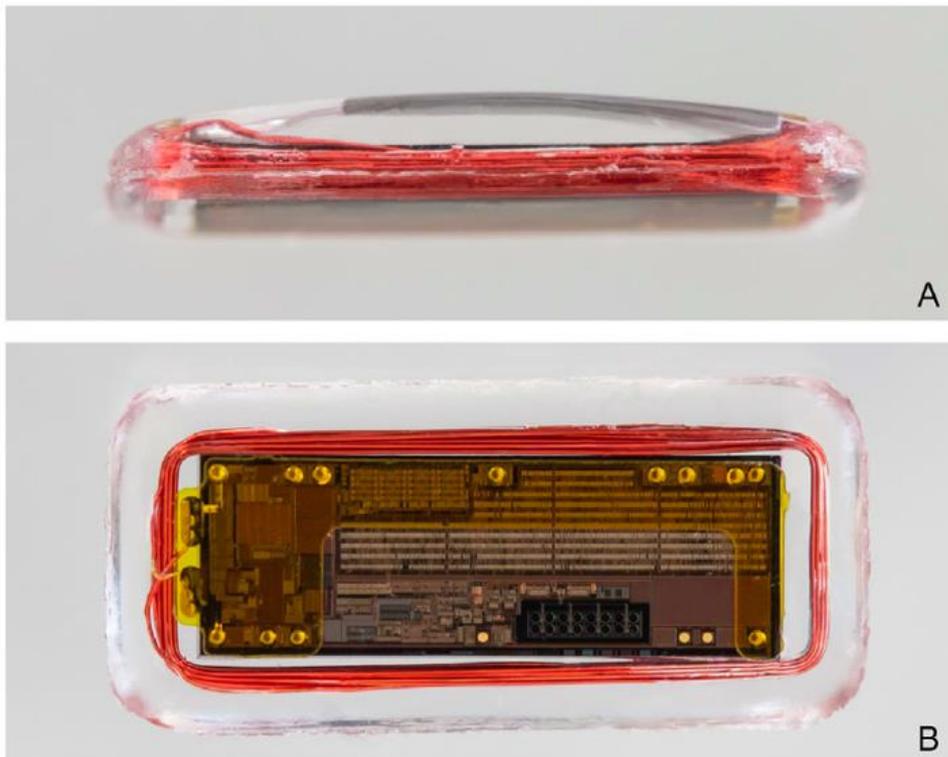
**Mackert MJ**, Weinreb RN, Rao HL, Mansouri K; EYEMATE-SC Study Group.

EYEMATE-SC Trial: Twelve-Month Safety, Performance, and Accuracy of a Suprachoroidal Sensor for Telemetric Measurement of Intraocular Pressure.

*Ophthalmology.* 2023 Mar;130(3):304-312

<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2022.09.021>

Der IOD ist ein zentraler Risikofaktor für die Entwicklung und Progression des Glaukoms. Die Standardmessverfahren, wie die Goldmann-Applanationstonometrie (GAT), sind jedoch auf punktuelle Messungen während Arztbesuchen beschränkt. Die beiden prospektiven, multizentrischen Studien untersuchten die Sicherheit, Verträglichkeit und Messgenauigkeit des EYEMATE-SC Sensors, eines suprachoroidalen Implantats zur kontinuierlichen, telemetrischen Messung des IOD bei Patienten mit Offenwinkelglaukom (OAG).



**Figure 1.** Photographs showing the EYEMATE-SC sensor with (A) its surface shape lenticularly rounded to adapt smoothly to the curved scleral shape and (B) its final dimensions ( $7.5 \times 3.5$  mm and an outwardly decreasing thickness of 1.3 mm at the center and 0.9 mm in the periphery).

Insgesamt wurden 24 Patienten in die Studien eingeschlossen, die sich einer nicht-penetrierenden Glaukom Operation (NPGS) (Kanaloplastik oder tiefe Sklerektomie) unterzogen und während des Eingriffs den Sensor implantiert bekamen. Der Nachbeobachtungszeitraum in den Studien lag bei sechs bzw. zwölf Monaten und es zeigten sich hohe Übereinstimmungen der Sensorwerte mit der konventionellen GAT. Die mittlere Abweichung betrug maximal -0,2 mmHg (95 % Konfidenzintervall: -4,6 bis 4,2 mmHg), wobei 100 % der Messwerte innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5$  mmHg lagen. Im ersten Monat zeigten sich größere Abweichungen, die durch postoperativen Astigmatismus beeinflusst wurden. Der Sensor blieb in allen Fällen stabil im suprachoroidalen Raum positioniert, und es traten keine schwerwiegenden gerätebezogenen Komplikationen auf. Die häufigste Nebenwirkung war ein

postoperatives Hyphäma (n=9), welches sich in allen Fällen spontan zurückbildete. Weitere vorübergehende Beschwerden waren Photopsien und leichte Schmerzen. Ein wesentlicher Vorteil des Systems bestand in der Möglichkeit zur kontaktlosen Selbstmessung des IOD durch die Patienten, was eine verbesserte Überwachung und individuelle Therapieanpassung ermöglichten. Die Sensorwerte waren unabhängig von kornealen biomechanischen Einflüssen und bieten damit potenziell präzisere Daten als herkömmliche Verfahren. Die Ergebnisse beider Studien belegen, dass der EYEMATE-SC Sensor eine sichere, gut verträgliche und präzise Methode zur kontinuierlichen IOD-Überwachung darstellt. Er ergänzt bestehende Messverfahren sinnvoll und hat das Potenzial, die Glaukom Therapie nachhaltig zu verbessern. Weitere Langzeitstudien sind notwendig, um die langfristige Sicherheit und Wirksamkeit zu validieren, sowie die Anwendungsmöglichkeiten durch Miniaturisierung des Sensors für stand-alone Eingriffe, die auch bei jüngeren Patienten mit Glaukom eingesetzt werden können, weiterzuentwickeln.

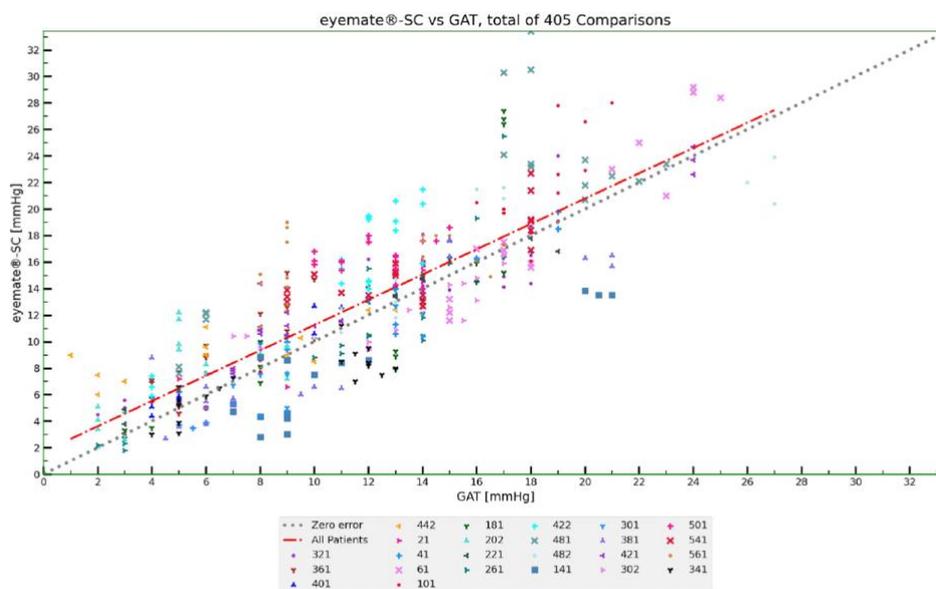


Figure 6 Scatter plot of all paired GAT/EYEMATE-SC comparisons. It reveals that the deviation is evenly and closely distributed around the idealised zero error line (dotted line). The best fit linear regression line (red dash dot) shows a slight positive bias towards lower IOP values. GAT, Goldmann applanation tonometry; IOP, intraocular pressure.

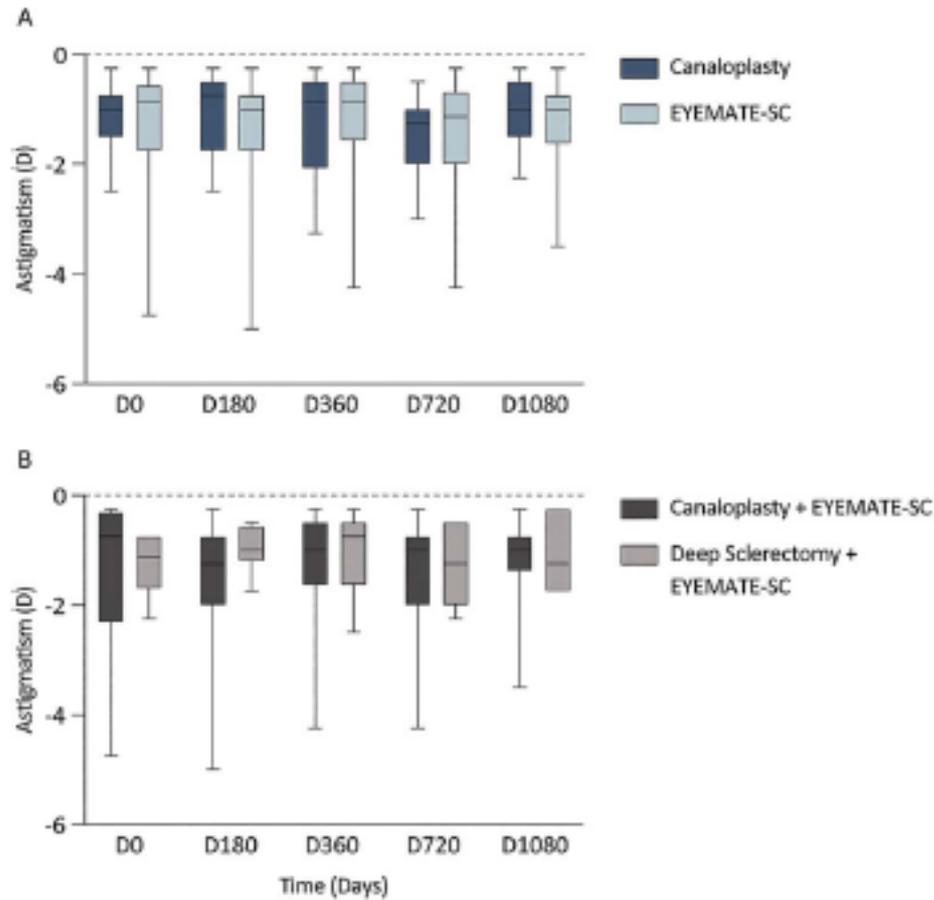
Englisch CN, Boden KT, Szurman P, Mansouri K, Dick HB, Hoffmann EM, **Mackert MJ**, Schütte P, Langenbacher A, Messias A, Wakili P.

Long-term astigmatism after intraocular pressure sensor implantation and nonpenetrating glaucoma surgery: EYEMATE-SC trial.

*J Cataract Refract Surg.* 2024 Sep 1;50(9):899-905

<https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000001470>

In dieser Studie geht es um den langfristigen Astigmatismus, also Hornhautverkrümmung, nach Implantation eines intraokularen Drucksensors und NPGS: EYEMATE-SC Studie. Diese multizentrische, retrospektive Studie analysierte 24 Patienten mit OAG, die sich einer NPGS unterzogen und den EYEMATE-SC Sensor implantiert bekamen. Eine Kontrollgruppe von 24 Patienten wurde nur mit einer Kanaloplastik als NPGS behandelt. Der Untersuchungszeitraum betrug drei Jahre mit Messungen nach 6 Monaten sowie nach 1, 2 und 3 Jahren. Die Analyse mittels 3D-Power-Vektor-Technik zeigte keine signifikanten Veränderungen des Astigmatismus in beiden Gruppen über den gesamten Zeitraum. Die bestkorrigierte Sehschärfe blieb in beiden Gruppen stabil, was darauf hindeutet, dass die Implantation des Sensors keinen negativen Einfluss hat. Der suprachoroidale EYEMATE-SC Sensor beeinträchtigt den langfristigen Astigmatismus nicht und stellt somit eine vielversprechende Option für eine verbesserte IOD-Überwachung bei Glaukom Patienten dar.



**Figure 1.** Box plots showing the time course of astigmatism over 3 years or 1080 days. *A*: Canaloplasty CG vs IOP sensor (EYEMATE-SC) implantation combined with canaloplasty or deep sclerectomy (IG) at D0 ( $n = 24$ ;  $n = 20$ ), D180 ( $n = 23$ ;  $n = 23$ ), D360 ( $n = 18$ ;  $n = 22$ ), D720 ( $n = 19$ ;  $n = 18$ ), and D1080 ( $n = 14$ ;  $n = 17$ ), respectively. *B*: Combined IOP sensor implantation and canaloplasty vs combined IOP sensor implantation and deep sclerectomy at D0 ( $n = 12$ ;  $n = 8$ ), D180 ( $n = 15$ ;  $n = 8$ ), D360 ( $n = 14$ ;  $n = 8$ ), D720 ( $n = 11$ ;  $n = 7$ ), and D1080 ( $n = 10$ ;  $n = 7$ ), respectively. Each box contains the interquartile/25% to 75% quantiles, the whiskers indicate the minimum and maximum, and the horizontal line represents the median. CG = control group; IG = investigation group.

### 3.2 Therapie von Glaukom Erkrankungen

Nobl M, Freissinger S, Rudolph K, Vounotrypidis E, Kassumeh S, Priglinger S,

**Mackert MJ.**

Long-term Outcomes of PreserFlo MicroShunt versus XEN45 Gel Stent in Open-Angle Glaucoma.

*Klin Monbl Augenheilkd.* 2024 Jul;241(7):805-812

<https://doi.org/10.1055/a-2152-8455>

Diese Studie vergleicht die Wirksamkeit und Sicherheit zweier Glaukom Implantate mit subkonjunktivaler Filtration, des PreserFlo MicroShunt und des XEN® 45 Gel Stent, über einen Zeitraum von zwei Jahren. In einer retrospektiven Analyse wurden 106 Augen von 95 Patienten mit OAG untersucht. 51 Augen erhielten eine MicroShunt-Implantation, 55 Augen einen XEN-Stent. Der Behandlungserfolg wurde als vollständiger oder eingeschränkter Erfolg gewertet, je nachdem, ob er ohne oder mit antiglaukomatöser Medikation erzielt wurde. Der IOD wurde vor und nach der Operation über 2 Jahre gemessen, und postoperative Komplikationen und Interventionen wurden dokumentiert. Der durchschnittliche IOD sank in beiden Gruppen signifikant.

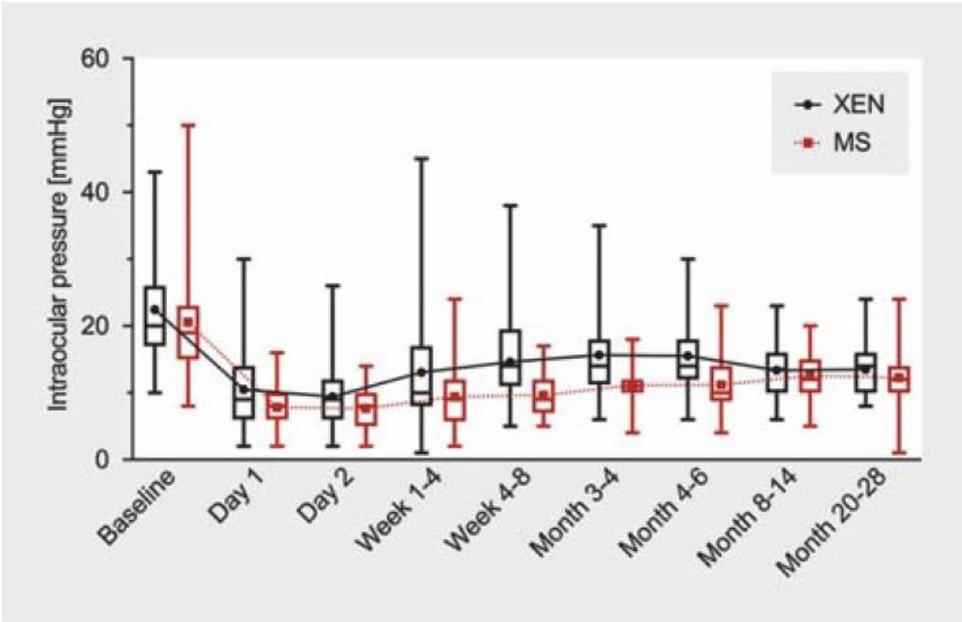
MicroShunt: von  $20,6 \pm 7,5$  mmHg auf  $13,0 \pm 3,9$  mmHg ( $p < 0,0001$ )

XEN: von  $22,5 \pm 7,9$  mmHg auf  $13,5 \pm 4,2$  mmHg ( $p < 0,0001$ )

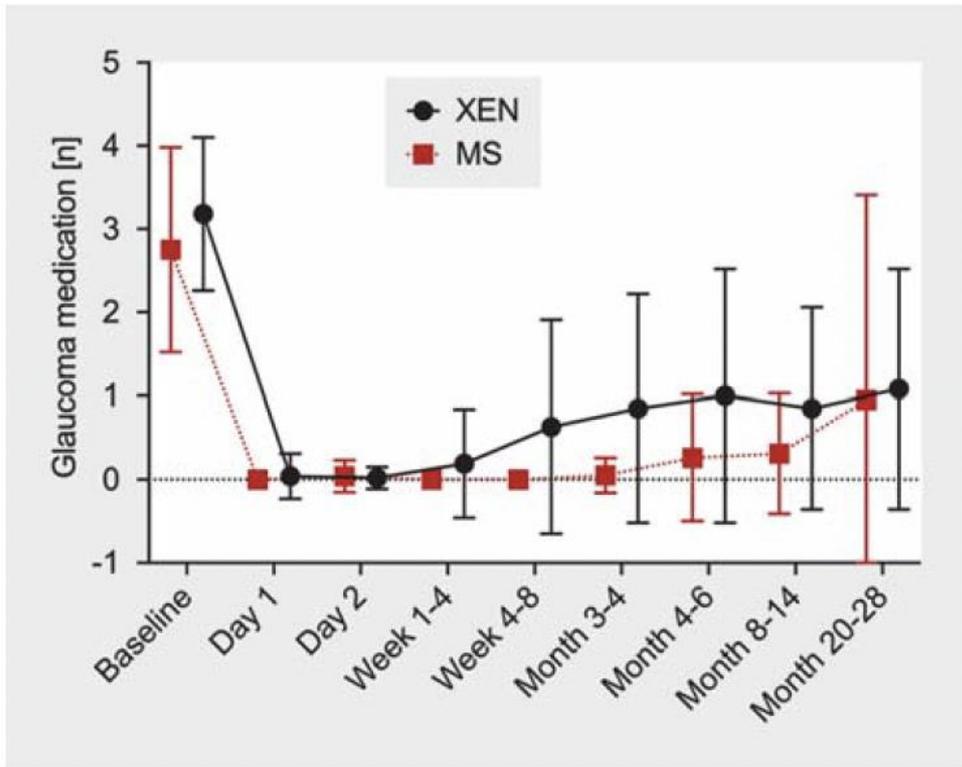
Der Medikamentenbedarf wurde in beiden Gruppen signifikant reduziert.

MicroShunt: von  $2,7 \pm 1,2$  Medikamente auf  $0,9 \pm 2,5$  Medikamente ( $p < 0,0001$ )

XEN: von  $3,2 \pm 0,9$  Medikamente auf  $1,1 \pm 1,5$  Medikamente ( $p < 0,0001$ )



► **Fig. 1** Intraocular pressure. Boxplots of intraocular pressure at each time of follow-up for MicroShunt implantation (MS) and XEN. Mean values of intraocular pressure are connected with a line.



► **Fig. 3** Medical therapy. Mean and standard deviation of number of anti-glaucomatous medications at each time of follow-up for MicroShunt implantation (MS) and XEN.

Nach zwei Jahren erreichten 37 % der MicroShunt-Patienten einen vollständigen Erfolg (keine Medikamente notwendig) gegenüber 25 % in der XEN-Gruppe.

57 % in der MicroShunt Gruppe und 45 % in der XEN-Gruppe erreichten einen eingeschränkten Erfolg (Medikamente notwendig).

Postoperative Komplikationen wie Hypotonie (28 % bei MicroShunt, 20 % bei XEN) waren vergleichbar.

Beide Verfahren zeigten eine signifikante Reduktion des IOD und der Medikamentenanzahl mit ähnlichen Sicherheitsprofilen. Der MicroShunt zeigte leicht bessere Ergebnisse, jedoch ohne statistisch signifikante Unterschiede. Die Studie bestätigt die Wirksamkeit beider Implantate. Der Verlust an Nachverfolgungsdaten in der MicroShunt-Gruppe könnte die Ergebnisse beeinflusst haben. Weitere prospektive Studien sind erforderlich, um Langzeitergebnisse und den Einfluss verschiedener Operationsparameter zu bewerten.

Nobl M, Freissinger S, Kassumeh S, Priglinger S, **Mackert MJ**.

One-year outcomes of microshunt implantation in pseudoexfoliation glaucoma.

*PLoS One*. 2021 Aug 27;16(8):e0256670

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256670>

Diese Studie vergleicht die Sicherheit und Wirksamkeit der MicroShunt-Implantation mit Mitomycin-C Gabe bei Patienten mit PEXG und POAG über einen Zeitraum von einem Jahr. Ziel war es, Unterschiede in den klinischen Ergebnissen und Komplikationsraten zwischen beiden Patientengruppen zu untersuchen. In einer retrospektiven, monozentrischen Studie wurden 46 Augen (20 mit PEXG, 26 mit POAG) untersucht, die sich einer MicroShunt-Implantation unterzogen. Der Erfolg der IOD-Senkung wurde als vollständig (ohne Medikamente) oder eingeschränkter Erfolg (mit Medikamenten) definiert. Postoperative Komplikationen wie Hypotonie, Aderhautschwellung und weitere Eingriffe wurden ebenfalls analysiert.

IOD:

PEXG: Reduktion von  $21,4 \pm 5,8$  mmHg auf  $12,8 \pm 3,0$  mmHg (40,2 %)

POAG: Reduktion von  $18,2 \pm 4,5$  mmHg auf  $12,9 \pm 4,2$  mmHg (29,1 %)

Medikamentenreduktion:

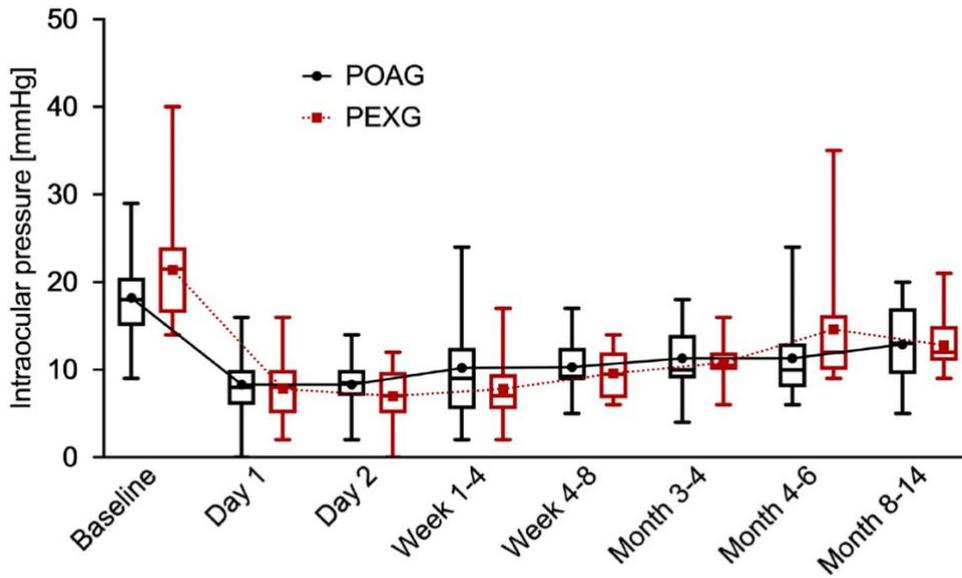
PEXG: Reduktion von  $2,8 \pm 1,3$  Medikamente auf  $0,3 \pm 0,8$  Medikamente

POAG: Reduktion von  $2,7 \pm 1,3$  Medikamente auf  $0,3 \pm 0,8$  Medikamente

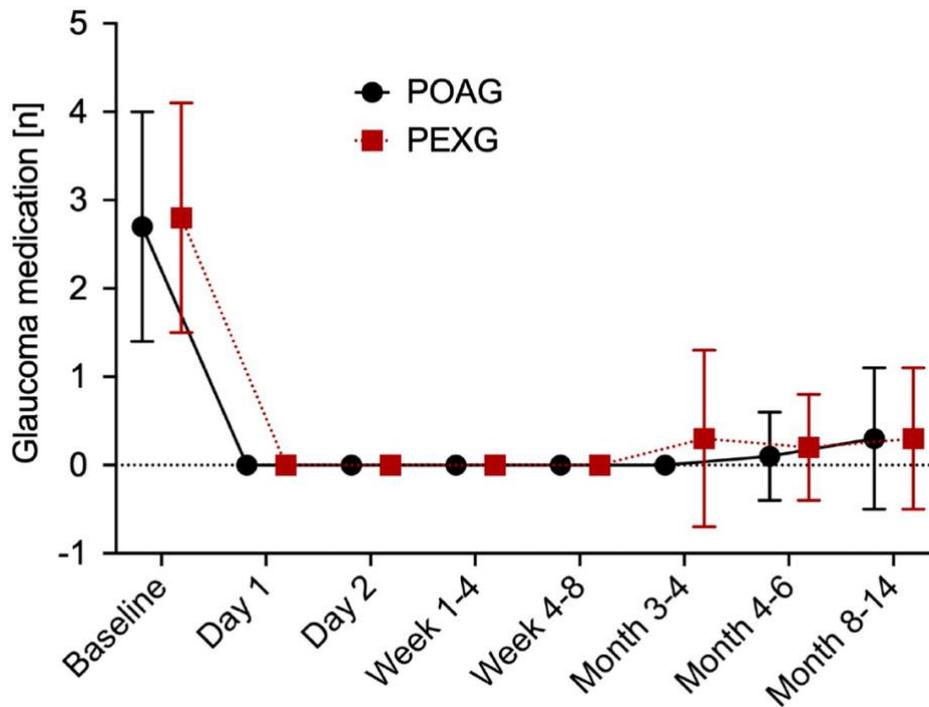
Erfolgsraten:

Vollständiger Erfolg: 75 % (PEXG), 73,1 % (POAG)

Eingeschränkter Erfolg: 80 % (PEXG), 76,9 % (POAG)



**Fig 1. Intraocular pressure.** Box and whisker plots of intraocular pressure preoperative and at each time of follow up for primary open angle glaucoma (POAG) and pseudoexfoliation glaucoma (PEXG). The middle lines indicate the median. The lower and upper ends of boxes indicate the lower and upper quartiles. Whiskers span from the absolute minimum to the absolute maximum. Additionally, mean values of intraocular pressure are shown, connected with a line.



**Fig 4. Medical therapy.** Mean and standard deviation of number of antiglaucomatous medication at each time of follow-up for primary open angle glaucoma (POAG) and pseudoexfoliation glaucoma (PEXG).

Komplikationen:

Hypotonie trat bei 40 % der PEXG-Patienten auf, verglichen mit 11,5 % der POAG-Patienten ( $p = 0,04$ ).

Aderhautschwellungen waren in der PEXG-Gruppe häufiger (30 % vs. 3,8 %,  $p = 0,03$ ), aber zeigten sich in allen Fällen ohne bleibende Schäden selbstlimitierend.

Die MicroShunt-Implantation zeigte eine vergleichbare Wirksamkeit in Hinblick auf die IOD-Senkung und Medikamentenreduktion in beiden Gruppen. Während PEXG-Patienten eine höhere Komplikationsrate (z. B. Hypotonie mit Aderhautschwellung) aufwiesen, waren die Nebenwirkungen vorübergehend und führten zu keiner dauerhaften Beeinträchtigung. Diese Ergebnisse zeigen, dass die MicroShunt-Implantation eine vielversprechende Option für die Behandlung von PEXG und POAG darstellt. Die retrospektive Natur der Studie und die begrenzte Patientenzahl stellen Einschränkungen dar. Langzeitstudien sind erforderlich, um die Nachhaltigkeit der Ergebnisse zu bewerten.

Nobl M, Grün C, Kassumeh S, Priglinger S, **Mackert MJ.**

One-Year Outcomes of Preserflo™ MicroShunt Implantation versus  
Trabeculectomy for Pseudoexfoliation Glaucoma.

*J Clin Med.* 2023 Apr 20;12(8):3000

<https://doi.org/10.3390/jcm12083000>

Diese Studie vergleicht die Wirksamkeit und Sicherheit der Preserflo MicroShunt-Implantation mit der TET, dem Goldstandard für die chirurgische Behandlung von fortgeschrittenen Glaukomen. In dieser retrospektiven monozentrischen Studie wurden 31 Augen (MicroShunt) mit 29 Augen (TET) von Patienten mit PEXG verglichen. Der Erfolg wurde definiert als ein IOD zwischen 5 mmHg und 17 mmHg ohne zusätzliche chirurgische Eingriffe oder Verlust der Lichtwahrnehmung. Die IOD-Werte sowie der Bedarf an IOD-senkenden Medikamenten wurden vor und ein Jahr nach der Operation gemessen.

IOD-Reduktion:

MicroShunt: von  $20,8 \pm 5,9$  mmHg auf  $12,4 \pm 2,8$  mmHg (-40,4 %)

TET: von  $22,3 \pm 6,5$  mmHg auf  $11,1 \pm 3,7$  mmHg (-50,2 %)

Medikamentenreduktion:

MicroShunt: von  $2,7 \pm 1,2$  Medikamente auf  $0,2 \pm 0,7$  Medikamente

TET: von  $2,9 \pm 1,2$  Medikamente auf  $0,3 \pm 0,9$  Medikamente

Erfolgsraten:

Vollständiger Erfolg: MicroShunt 83,9 %, TET 82,8 %

Eingeschränkter Erfolg: MicroShunt 90,3 %, TET 93,1 %

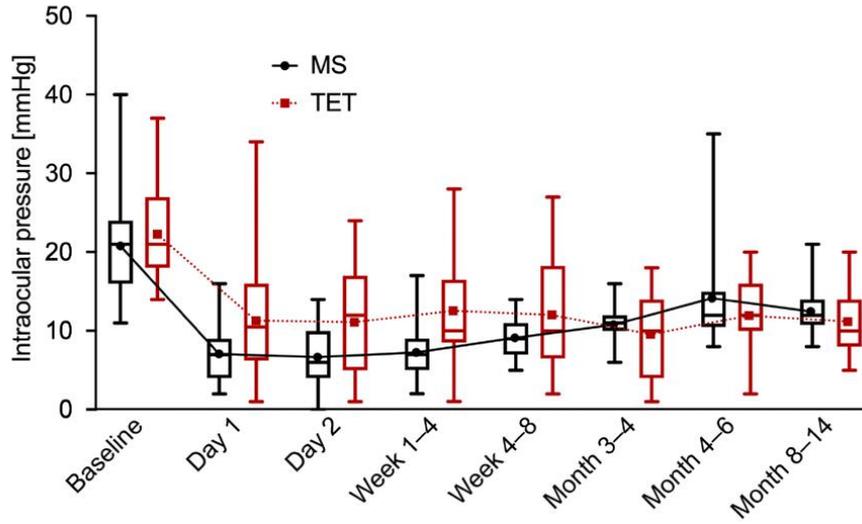


Figure 1. Intraocular pressure. Boxplots of intraocular pressure at each time of follow-up for MicroShunt implantation (MS) and trabeculectomy (TET). The mean values of intraocular pressure are connected by a dotted line.

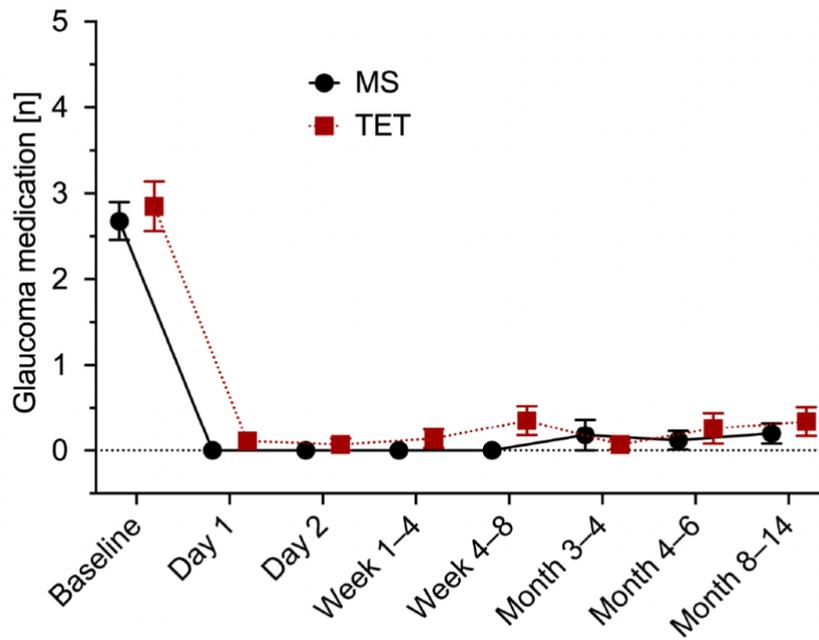


Figure 4. Medical therapy. Mean and standard error of the mean of the number of antiglaucomatous medications at each time of follow-up for MicroShunt implantation (MS) and trabeculectomy (TET).

Komplikationen:

Häufigste Komplikationen waren Hypotonie (MicroShunt 45 %, TET 35 %) und Aderhautschwellung (MicroShunt 36 %, TET 17 %). Die meisten Komplikationen waren innerhalb von 4 Wochen spontan selbstlimitierend.

Die Preserflo MicroShunt-Implantation ist ein weniger invasives Verfahren mit ähnlicher Wirksamkeit und Sicherheit wie die TET bei PEXG. Sie bietet Vorteile wie kürzere Operationszeiten, schnellere Genesung und vereinfachte Nachsorge, insbesondere für ältere Patienten. Beide Verfahren erreichten signifikante IOD-Reduktionen und Medikamentenreduktion. Die höhere Komplikationsrate bei MicroShunt könnte durch PEXG-spezifische Gewebsveränderungen beeinflusst sein. Weitere Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiten sind erforderlich, um die Langzeiteffekte zu bewerten.

Dick HB, **Mackert MJ**, Ahmed IIK, Denis P, Hirneiß C, Flowers BE, Singh IP, Mansouri K, Fea AM.

Two-Year Performance and Safety Results of the MINject Supraciliary Implant in Patients With Primary Open-Angle Glaucoma: Meta-Analysis of the STAR-I, II, III Trials.

*Am J Ophthalmol.* 2024 Apr;260:172-181

<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2023.12.006>

Ziel dieser Meta-Analyse war es, die Sicherheit und Wirksamkeit des MINject über zwei Jahre hinweg zu bewerten, basierend auf Daten aus drei prospektiven Studien (STAR-I, II, III). Studienpopulation: 82 Patienten mit leichtem bis moderatem POAG aus elf Zentren in sechs Ländern (Kolumbien, Frankreich, Deutschland, Indien, Panama, Spanien). Intervention: Implantation des MINject-Implantats in einer stand-alone Prozedur. Primäre Ergebnisse: Reduktion des IOD im Vergleich zum Ausgangswert. Sekundäre Ergebnisse: Medikamentenreduktion, Anteil der Patienten mit  $\geq 20$  % IOD-Reduktion und  $\text{IOD} \leq 18$  mmHg.

IOD-Reduktion:

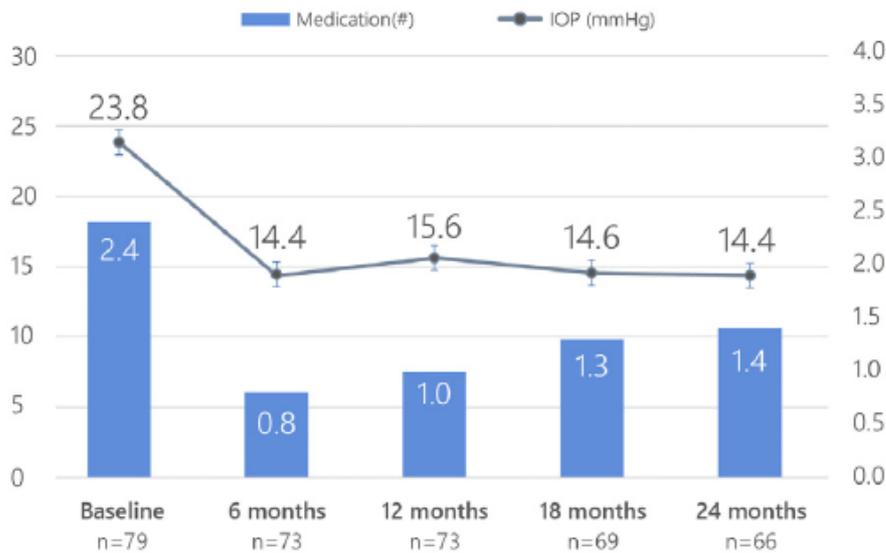
Mittlerer IOD sank von  $23,8 \pm 3,3$  mmHg auf  $14,4 \pm 4,5$  mmHg nach zwei Jahren (39,3 % Reduktion,  $p < 0,0001$ ).

89,4 % der Patienten erreichten eine  $\geq 20$  % IOD-Reduktion, 84,8 % hatten einen  $\text{IOD} \leq 18$  mmHg.

Medikamentenreduktion:

Die durchschnittliche Anzahl an IOD-senkenden Medikamenten sank von  $2,4 \pm 1,1$  Medikamente auf  $1,4 \pm 1,4$  Medikamente.

Nach zwei Jahren waren 37,9 % der Patienten medikamentenfrei.



**FIGURE 2. IOP and medication reduction between baseline and 24-month follow-up after MINInject implantation. Error bars show 95% confidence intervals. IOP = intraocular pressure; n = number of patients.**

Sicherheitsprofil:

Häufigste Nebenwirkungen: Vorderkammerentzündung (24,4 %), Hyphäma (13,4 %), reduzierte Sehschärfe (17,1 %).

Kein Patient zeigte einen kornealen endothelialen Zellverlust >30 %.

Die Ergebnisse zeigen, dass das MINInject-Implantat eine sichere und wirksame Option zur IOD-Senkung bei POAG ist, mit geringem Risiko für schwerwiegende Komplikationen. Es bietet Vorteile gegenüber anderen MIGS-Implantaten durch die suprachoroidale Platzierung, die unabhängig von venösen Widerständen wirkt.

Das MINInject-Implantat ist eine effektive und sichere Alternative für Patienten mit leichtem bis moderatem POAG. Es reduziert den IOD signifikant und verringert den Medikamentenbedarf. Weitere Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiten sind erforderlich, um die langfristige Sicherheit und Wirksamkeit zu bewerten.

### 3.3 Diagnostik der Drusenpapille

Engelke H, Shajari M, Riedel J, Mohr N, Priglinger SG, **Mackert MJ.**

OCT angiography in optic disc drusen: comparison with structural and functional parameters.

*Br J Ophthalmol.* 2020 Aug;104(8):1109-1113

<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2019-314096>

Drusenpapillen (ODD) sind zellfreie Ablagerungen am Sehnervenkopf, die zu Defekten der RNFL und Gesichtsfeldverlust führen können. Die Studie untersucht, wie Veränderungen der Gefäßdicke (VD), die mithilfe der OCT-A gemessen wurden, mit strukturellen und funktionellen Parametern korrelieren.

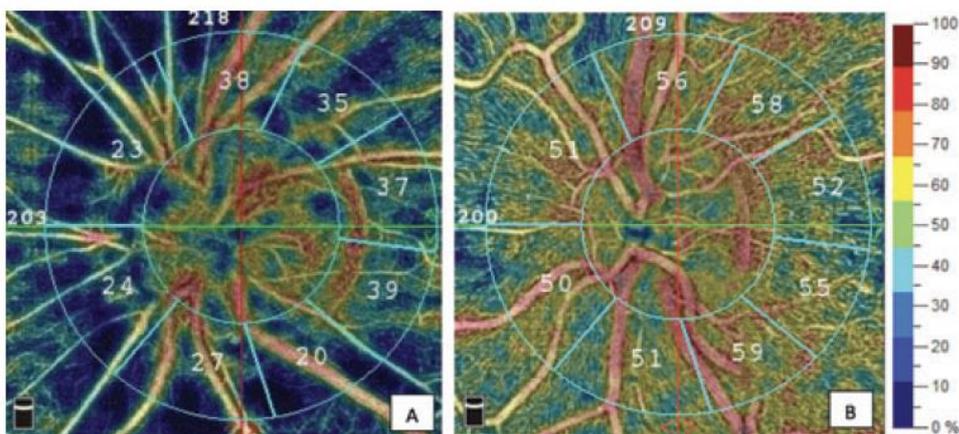


**Figure 1** Optic disc drusen in funduscopy showing prominent drusen in the optic nerve head.

Die retrospektive Fall-Kontroll-Studie umfasst 25 Patienten mit ODD und eine mit dem Alter und Geschlecht gematchte Kontrollgruppe mit 25 gesunden Probanden. Gemessen wurden die RNFL, die GCC und die minimale Randsaumbreite (Minimum Rim Width (MRW)). Die OCT-A wurde zur Bestimmung der Gefäßdichte in verschiedenen Bereichen des Sehnervenkopfs eingesetzt. Gesichtsfelddefekte wurden mit der Standard Automated Perimetrie (SAP) analysiert.

VD: Die peripapilläre Kapillardichte war bei ODD-Patienten signifikant reduziert (43,15 % vs. 51,70 % in der Kontrollgruppe).

Alle Sektoren (nasal, inferior, superior, temporal) zeigten ähnliche Reduktionen ( $p < 0,0001$ ).



**Figure 5** Vessel density in a patient with optic disc drusen (A) and control (B).

RNFL:

Die RNFL war bei ODD-Patienten, insbesondere im superioren Bereich, signifikant dünner (110  $\mu\text{m}$  vs. 129  $\mu\text{m}$ ;  $p = 0,001$ ).

GCC:

Eine signifikante Verringerung der GCC-Dicke wurde festgestellt (87  $\mu\text{m}$  vs. 98  $\mu\text{m}$ ;  $p < 0,0001$ ).

Positive Korrelationen zwischen VD und GCC-Dicke ( $r = 0,532$ ).

Gesichtsfeld:

Ein negativer Zusammenhang zwischen der Gefäßdicke und der Pattern Standard Deviation der SAP (PSD;  $r = -0,726$ ) deutet auf eine Verbindung zwischen Mikrozirkulationsverlust und funktionellen Defiziten hin.

Die Ergebnisse zeigen signifikante mikrovaskuläre Veränderungen bei ODD-Patienten, die mit strukturellen Defiziten wie der RNFL- und GCC-Dicke korrelieren. Die Gefäßdicke könnte ein sensitiver Marker für frühe pathologische Veränderungen sein, bevor sichtbare strukturelle Defizite auftreten. Diese Befunde erweitern das Verständnis der Pathophysiologie von ODD und unterstreichen den potenziellen Nutzen von OCT-A für Diagnose und Verlaufsbeobachtung. Die OCT-A liefert wertvolle Einblicke in die mikrovaskulären Veränderungen bei ODD und zeigt eine starke Korrelation mit strukturellen Parametern wie RNFL und GCC. Sie könnte künftig eine zentrale Rolle in der nicht-invasiven Diagnostik und im Management von ODD spielen.

### 3.4 Sonographie bei akuten arteriellen okulären Gefäßverschlüssen

Czihal M, Köhler A, Lottspeich C, Prearo I, Hoffmann U, Schulze-Koops H, Priglinger SG, Dechant C, **Mackert MJ**. (Geteilte Letztautorenschaft)

Temporal artery compression sonography for the diagnosis of giant cell arteritis in elderly patients with acute ocular arterial occlusions.

*Rheumatology (Oxford)*. 2021 May 14;60(5):2190-2196

<https://doi.org/10.1093/rheumatology/keaa515>

Die cGCA ist eine potenziell schwerwiegende Erkrankung, die unbehandelt zu Erblindung führen kann. Die Studie untersucht die diagnostische Genauigkeit der TCS bei älteren Patienten mit akuten arteriellen Augenverschlüssen, insbesondere die Validierung eines etablierten Grenzwerts für die Arterienwanddicke von  $\geq 0,7$  mm. In die retrospektive Studie wurden 114 Patienten mit akuten Augenarterienverschlüssen einbezogen, darunter CRAO, AION und BRAO. Zusätzlich wurden 114 Kontrollpersonen ohne Gefäßerkrankungen untersucht. Die TCS-Messungen wurden auf Wanddicke und ein numerisches Punktesystem (0–12) erweitert, welches die Dicke und Anzahl betroffener Arteriensegmente berücksichtigte.

Diagnostische Leistung:

Der etablierte Grenzwert von  $\geq 0,7$  mm zeigte in der Gesamtkohorte eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 84,5 %.

Bei männlichen Patienten über 70 Jahren reduzierte sich die Spezifität auf 70 % aufgrund altersbedingter Wandverdickungen.

Ein höherer Grenzwert ( $\geq 1,0$  mm) erhöhte die Spezifität (98,8 %) auf Kosten der Sensitivität (73,3 %).

Patienten mit cGCA:

Von 30 Patienten mit gesicherter cGCA hatten alle eine Wanddicke  $\geq 0,7$  mm.

Der numerische TCS-Score brachte keinen signifikanten Zusatznutzen.

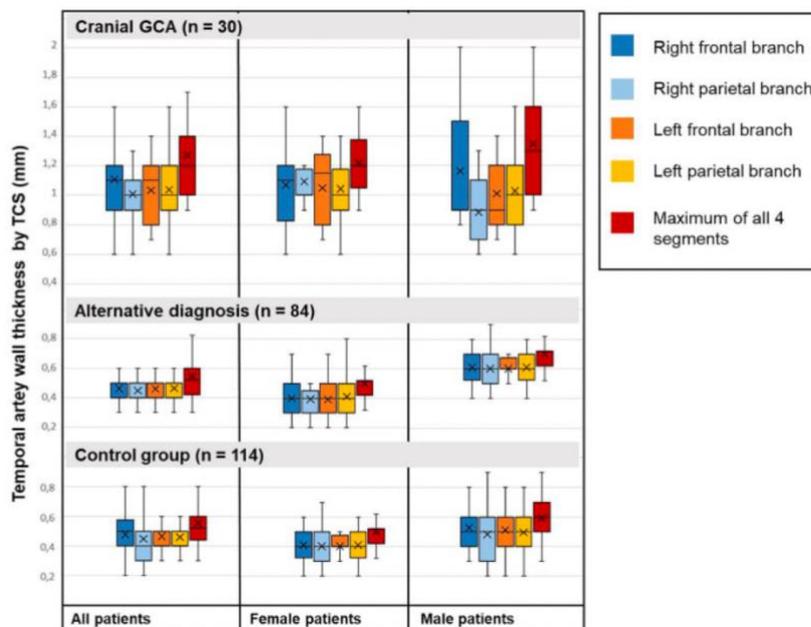
Alter- und geschlechtsspezifische Unterschiede:

Männliche Patienten und ältere Personen (>70 Jahre) zeigten häufiger eine nicht-arteriitische Wandverdickung, was die diagnostische Genauigkeit beeinflusste.

TABLE 3 Diagnostic accuracy of TCS cut-off values and the TCS score in the overall cohort and in certain subgroups

	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Positive predictive value (95% CI)	Negative predictive value (95% CI)
<b>Overall cohort (N = 114)</b>				
TCS score $\geq 5$	100 (88.7, 100)	85.7 (77.7, 91.6)	71.4 (56.4, 82.8)	100 (94.9, 100)
TCS $\geq 0.7$ mm	100 (88.7, 100)	84.5 (75.3, 90.7)	69.8 (54.9, 81.4)	100 (94.9, 100)
TCS $\geq 1.0$ mm	73.3 (55.6, 85.2)	98.8 (93.6, 99.8)	95.7 (79, 99.2)	91.2 (83.6, 95.5)
<b>Patients with AION (n = 53)</b>				
TCS score $\geq 5$	100 (87.5, 100)	88.5 (71, 96)	90 (74.4, 96.5)	100 (85.7, 100)
TCS $\geq 0.7$ mm	100 (87.5, 100)	84.6 (66.5, 93.9)	87.1 (71.2, 94.9)	100 (85.1, 100)
TCS $\geq 1.0$ mm	70.4 (51.5, 84.2)	100 (87.1, 100)	100 (83.2, 100)	76.5 (60, 87.6)
<b>Male patients <math>\geq 70</math> years of age (n = 38)</b>				
TCS score $\geq 5$	100 (67.6, 100)	70 (52.1, 83.3)	47.1 (26.2, 69)	100 (84.5, 100)
TCS $\geq 0.7$ mm	100 (67.6, 100)	70 (52.1, 83.3)	47.1 (26.2, 69)	100 (96.3, 100)
TCS $\geq 1.0$ mm	87.5 (52.9, 97.8)	96.7 (83.3, 99.4)	87.5 (52.9, 97.8)	96.7 (83.3, 99.4)
<b>Male patients &lt;70 years of age and female patients (n = 76)</b>				
TCS score $\geq 5$	100 (85.1, 100)	94.4 (84.9, 98.1)	88 (70, 95.8)	100 (93, 100)
TCS $\geq 0.7$ mm	100 (85.1, 100)	92.6 (82.5, 97.1)	84.6 (66.5, 94.9)	100 (92.9, 100)
TCS $\geq 1.0$ mm	68.2 (47.3, 83.6)	100 (93.4, 100)	100 (79.6, 100)	88.5 (78.2, 94.3)

Fig. 1 Temporal artery wall thickness in patients with/without cGCA and in independent controls



TCS erwies sich als eine präzise und leicht erlernbare Methode zur Diagnose von cGCA, insbesondere in der Notfalldiagnostik bei akuter Sehverschlechterung. Alters- und geschlechtsbedingte Unterschiede in der Arterienwanddicke erfordern jedoch eine sorgfältige Interpretation der Ergebnisse. Der Grenzwert von  $\geq 0,7$  mm bleibt der Standard, sollte jedoch durch künftige Studien an alters- und geschlechtsspezifische Referenzwerte angepasst werden. Die TCS ist eine zuverlässige Methode zur Diagnostik von cGCA bei akuten Augenarterienverschlüssen. Künftige Studien sollten sich auf die Entwicklung spezifischer Referenzwerte und den Vergleich verschiedener sonographischer Techniken konzentrieren, um die diagnostische Genauigkeit weiter zu verbessern.

Czihal M, Lottspeich C, Köhler A, Prearo I, Hoffmann U, Priglinger SG, **Mackert**

**MJ.**

Transocular sonography in acute arterial occlusions of the eye in elderly patients:

Diagnostic value of the spot sign.

*PLoS One.* 2021 Feb 12;16(2):e0247072

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247072>

Ziel der Studie war es, den diagnostischen Wert des „spot sign“ in der TOS bei älteren Patienten mit akuten arteriellen Augenverschlüssen zu bewerten. 123 Patienten mit CRAO, BRAO oder AION wurden untersucht. Die transokulare Sonographie identifizierte das „spot sign“ als hyperechogene Struktur in der Netzhautarterie. Die Ergebnisse wurden mit klinischen Diagnosen und kardiovaskulären Befunden korreliert. Interobserver- Reliabilität und diagnostische Genauigkeit wurden evaluiert.

„spot sign“ und Diagnose:

Das „spot sign“ wurde bei 69,6 % der CRAO-Patienten, 30,4 % der BRAO-Patienten und keinem der AION-Patienten festgestellt.

Bei Patienten mit CRAO durch cGCA wurde kein „spot sign“ beobachtet (negativ prädiktiver Wert von 100 %).

Korrelation mit kardiovaskulären Befunden:

Patienten mit einem „spot sign“ wiesen häufiger kardiovaskuläre Erkrankungen (62,8 %) und Herzklappenpathologien (51,9 %) auf.

„spot sign“ negative Patienten hatten signifikant häufiger ein persistierendes Foramen ovale (PFO; 83 %).

Diagnostische Genauigkeit:

Das „spot sign“ zeigte eine exzellente Interobserver-Reliabilität (Cohens Kappa = 0,98).

Die diagnostische Sicherheit wurde durch die „spot sign“ Information signifikant erhöht.

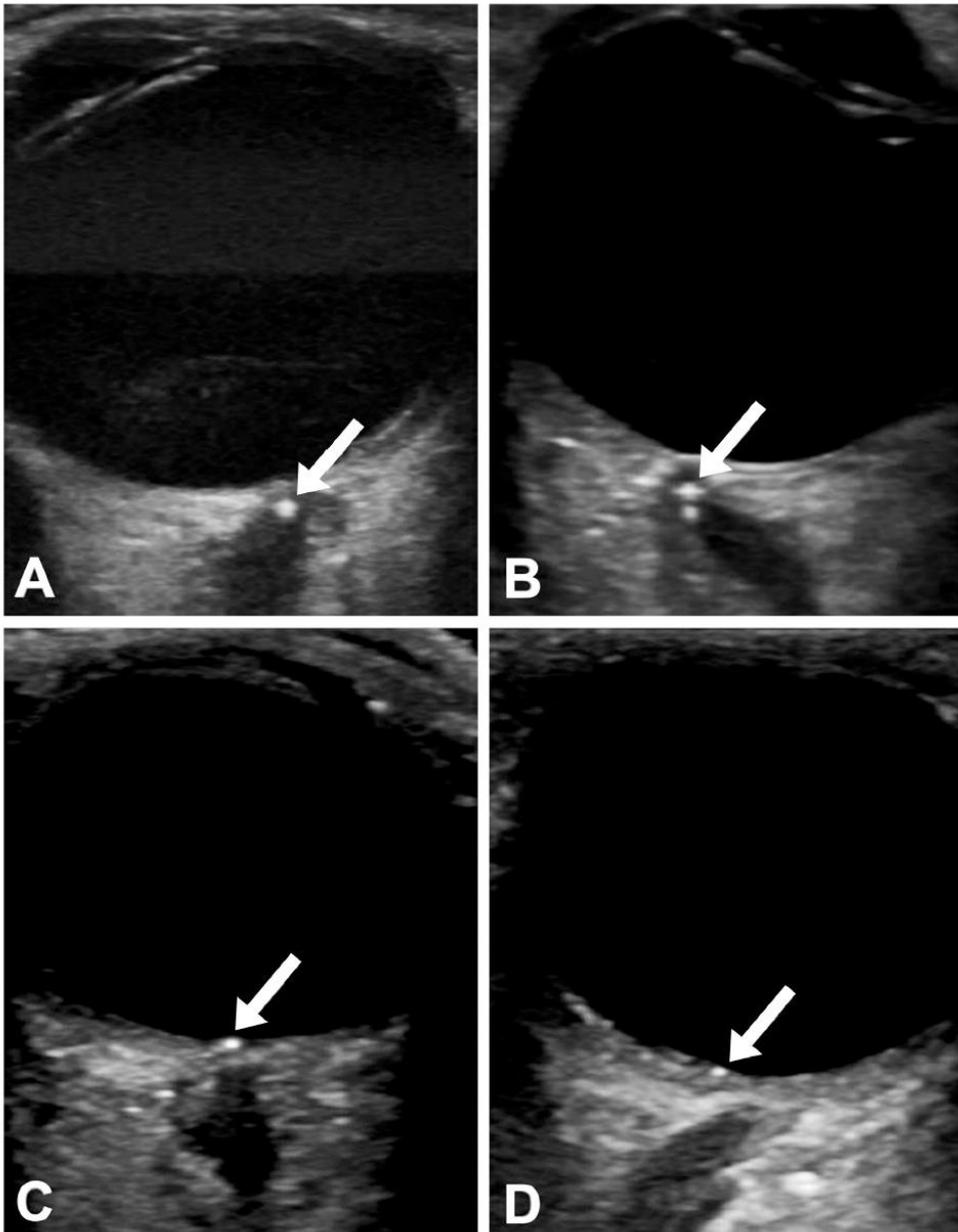


Fig 1. Spot sign on transocular B-mode ultrasound. Spot sign at the level of the optic nerve with (A) and without (B) comet tail artefact in CRAO. Spot sign at the level of the optic nerve disc (C) and the retina nearby the optic nerve disc (D) in BRAO is shown.

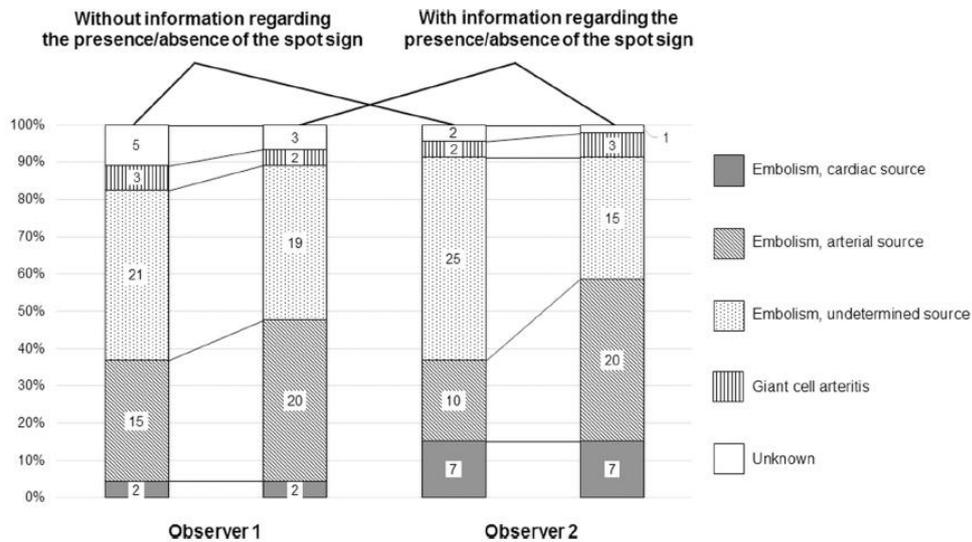


Fig 3. Aetiology of 46 cases with CRAO. Assumed aetiology of 46 cases with CRAO after independent case review by two experienced cardiovascular physicians, with and without the knowledge of the presence or absence of a spot sign.

Das „spot sign“ ist ein einfach zu identifizierender sonographischer Befund mit hoher diagnostischer Relevanz. Er erlaubt eine zuverlässige Unterscheidung zwischen embolischen und arteriitischen Ursachen bei CRAO und kann als Ergänzung zur Standarddiagnostik dienen. Der Nachweis eines „spot sign“ deutet auf eine embolische Ätiologie hin, während das Fehlen eine arteriitische Ursache nicht ausschließt, jedoch eine weitere kardiovaskuläre Abklärung rechtfertigt. Die transokulare Sonographie mit dem „spot sign“ ist ein wertvolles diagnostisches Instrument bei akuten arteriellen okulären Verschlussgeschehen. Sie bietet eine präzise Differenzierung zwischen verschiedenen Ursachen und verbessert die diagnostische Sicherheit. Künftige Studien sollten die Integration in standardisierte diagnostische Protokolle weiter evaluieren.

Poli S, Grohmann C, Wenzel DA, Poli K, Tünnerhoff J, Nedelmann M, Fiehler J, Burghaus I, Lehmann M, Glauch M, Schadwinkel HM, Kalmbach P, Zeller J, Peters T, Eschenfelder C, Agostini H, Campbell BC, Fischer MD, Sykora M, Mac Grory B, Feltgen N, Kowarik M, Seiffge D, Strbian D, Albrecht M, Alzureiqi MS, Auffarth G, Bätzner H, Behnke S, Berberich A, Bode F, Bohmann FO, Cheng B, Czihal M, Danyel LA, Dimopoulos S, Pinhal Ferreira de Pinho JD, Fries FN, Gamulescu MA, Gekeler F, Gomez-Exposito A, Gumbinger C, Guthoff R, Hattenbach LO, Kellert L, Khoramnia R, Kohnen T, Kürten D, Lackner B, Laible M, Lee JI, Leithner C, Liegl R, Lochner P, **Mackert M**, Mbroh J, Müller S, Nagel S, Prasuhn M, Purrucker J, Reich A, Mundiyanapurath S, Roysl G, Salchow DJ, Schäfer JH, Schlachetzki F, Schmack I, Thomalla G, Tieck Fernandez MP, Wakili P, Walter P, Wolf A, Wolf M, Bartz-Schmidt KU, Schultheiss M, Spitzer MS.

Early REperfusion therapy with intravenous alteplase for recovery of VISION in acute central retinal artery occlusion (REVISION): Study protocol of a phase III trial.

*Int J Stroke. 2024 Aug;19(7):823-829*

<https://doi.org/10.1177/17474930241248516>

Der okuläre CRAO ist ein akutes okuläres Verschlussgeschehen, das häufig zu einem dauerhaften Sehverlust führt. Obwohl die frühzeitige IVT in Metaanalysen positive Ergebnisse gezeigt haben, fehlen randomisierte kontrollierte Studien. Die REVISION-Studie untersucht die Wirksamkeit und Sicherheit einer IVT mit Alteplase innerhalb von 4,5 Stunden nach Beginn der Symptome.

Design: Randomisierte, doppelblinde, Placebo-kontrollierte, multizentrische Phase-III-Studie.

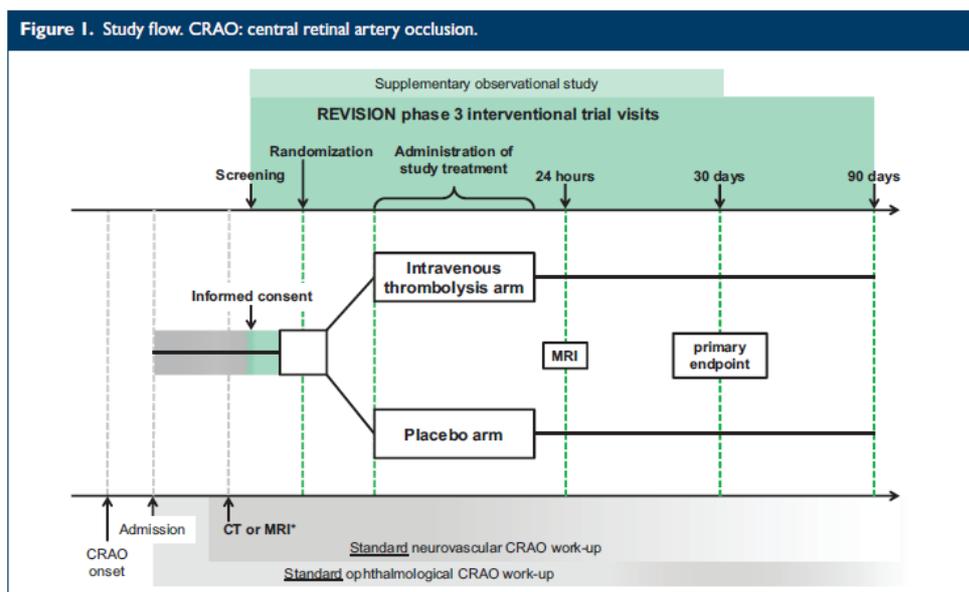
Einschlusskriterien: Patienten ab 18 Jahren mit akutem, schmerzlosem, einseitigem Sehverlust (CRAO) und einer bestmöglichen Sehschärfe (LogMAR) von  $\geq 1,3$ .

Intervention: Verabreichung von Alteplase (0,9 mg/kg) oder Placebo.

Ziel: Funktionelle Wiederherstellung des Sehvermögens (LogMAR  $\leq 0,5$ ) nach 30 Tagen.

Sekundäre Ziele: Sehschärfe nach 24 Stunden, 30 und 90 Tagen, modifizierter Rankin-Score, sowie Sicherheitsparameter wie intrakranielle Blutungen und Mortalität.

Teilnehmeranzahl: Bis zu 422 Patienten; Zwischenauswertungen zur Anpassung der Stichprobengröße sind vorgesehen.



Frühere Metaanalysen und Fallserien deuten darauf hin, dass IVT innerhalb von 4,5 Stunden eine verbesserte Sehschärfe mit einem geringen Risiko schwerer Blutungen (1 %) ermöglicht.

Die Studie basiert auf den Thrombolyse Protokollen für den akuten ischämischen Schlaganfall, da CRAO und Schlaganfall ähnliche Pathophysiologien aufweisen. Die REVISION-Studie ist die erste Phase-III-Studie, die den Nutzen von Alteplase bei

CRAO systematisch evaluiert. Sie unterscheidet sich durch die Begrenzung des Einschlussfensters auf 4,5 Stunden und die Verwendung etablierter Protokolle aus der Schlaganfalltherapie. Der Fokus auf LogMAR-Werte  $\leq 0,5$  als primäres Ziel stellt sicher, dass eine klinisch relevante Verbesserung gemessen wird. Die Ergebnisse der REVISION-Studie werden entscheidend dazu beitragen, die Evidenzbasis für die Anwendung von IVT bei CRAO zu erweitern und die klinische Praxis zu verändern, unabhängig vom Ergebnis. Eine frühzeitige Reperfusion bleibt das zentrale Ziel, um bleibenden Sehverlust zu minimieren.

Schönecker S, Wischmann J, Thunstedt DC, Feil K, **Mackert MJ**, Priglinger S, Kellert L.

Retinal Infarction: A Pilot Study on the Efficacy and Safety of Intravenous Thrombolysis and Underlying Aetiologies.

*Life (Basel)*. 2022 Aug 22;12(8):1279

<https://doi.org/10.3390/life12081279>

Diese Studie untersucht die Wirksamkeit und Sicherheit der IVT bei CRAO und analysiert die zugrunde liegende Ätiologie.

38 Patienten mit akuter Sehinderung wurden zwischen 2015 und 2020 untersucht. Davon erhielten 9 Patienten mit nicht-arteriitischer CRAO (NA-CRAO) eine IVT innerhalb von 4,5 Stunden nach Symptombeginn. Alle Patienten durchliefen eine ophthalmologische und neurologische Untersuchung sowie eine Bildgebung (CT/MRT). Diagnostische Maßnahmen umfassten u. a. die Suche nach kardiovaskulären Risikofaktoren und Gefäßläsionen.

Sicherheit und Wirksamkeit:

Patienten, die mit IVT behandelt wurden, zeigten bessere funktionelle Ergebnisse (modifizierter Rankin-Score [mRS]) im Vergleich zu konservativ behandelten Patienten.

**Table 1.** Modified Rankin Scale.

Grade	Description
0	No symptoms at all
1	No significant disability despite symptoms: able to carry out all usual duties and activities
2	Slight disability: unable to carry out all previous activities but able to look after own affairs without assistance
3	Moderate disability: requiring some help, but able to walk without assistance
4	Moderately severe disability: unable to walk without assistance, and unable to attend to own bodily needs without assistance
5	Severe disability: bedridden, incontinent, and requiring constant nursing care and attention
6	Death*

\* Commonly used in clinical trials.

**Table 3.** Clinical outcome parameters.

	Total Population	TVL	NA-CRAO/BRAO	NA-CRAO	p-Value
	n = 38	n = 13 Standard of Care	n = 16 Standard of Care	n = 9 IV Thrombolysis	
mRS admission—discharge	0.3 ± 0.7	0.2 ± 0.6 <sup>c</sup>	0.1 ± 0.6 <sup>c</sup>	0.9 ± 0.9 <sup>a,b</sup>	0.006
Cardiovascular events	7.9%	15.4%	6.3%	0.0%	0.400
Non-vascular death	2.6%	0.0%	6.3%	0.0%	0.494
detection of atrial fibrillation	7.9%	7.7%	6.3%	11.1%	0.914

Significantly different compared to <sup>a</sup> TVL, <sup>b</sup> NA-CRAO/BRAO—standard of care, <sup>c</sup> NA-CRAO—IV thrombolysis. TVL transient visual loss; NA-CRAO non-arteritic central retinal artery occlusion; BRAO branch retinal artery occlusion; ESUS embolic stroke of undetermined source; mRS modified Rankin Scale.

Eine asymptomatische Hirnblutung trat bei einem Patienten auf, ohne weitere schwere Komplikationen.

Atherosklerose war die häufigste zugrunde liegende Ursache, während Embolien durch Vorhofflimmern oder hochgradige Karotisstenosen seltener waren.

Koexistierende Hirninfarkte wurden bei keinem der Patienten festgestellt.

Langzeitprognose:

Innerhalb von 12 Monaten traten keine weiteren vaskulären Ereignisse bei Patienten mit Karotisstenosen auf.

Table 2. Demographic and clinical data.

	Total Population	TVL	NA-CRAO/BRAO	NA-CRAO	
		Standard of Care	Standard of Care	IV Thrombolysis	<i>p</i> -Value
	<i>n</i> = 38	<i>n</i> = 13	<i>n</i> = 16	<i>n</i> = 9	
Age	69.4 ± 11.5	65.2 ± 11.3	72.4 ± 13.2	70.2 ± 6.9	0.084
Female	31.6%	30.8%	43.8%	11.1%	0.241
right sided	63.2%	61.5%	75.0%	55.6%	0.684
ESUS	81.6%	69.2%	81.3%	100.0%	0.187
Cardioembolic	10.5%	15.4%	12.5%	0.0%	0.484
Macroangiopathic	7.9%	15.4%	6.3%	0.0%	0.400
Prior symptomatic stroke or TIA	2.6%	7.7%	0.0%	0.0%	0.372
Hypertension	68.4%	69.2%	62.5%	77.8%	0.730
Diabetes	13.2%	15.4%	18.8%	0.0%	0.395
Current smoking	21.1%	30.8%	12.5%	22.2%	0.461
Hypercholesterolemia	28.9%	30.8%	43.8%	0.0%	0.067
Positive family history	10.5%	30.8%	0.0%	0.0%	<b>0.014</b>
Body mass index	26.8 ± 4.2	27.1 ± 3.8	26.4 ± 4.5	27.0 ± 4.8	0.824
Plaque rating	1.6 ± 1.0	1.2 ± 1.0	1.8 ± 1.0	2.0 ± 0.9	0.157

Significantly different compared to TVL, NA-CRAO/BRAO—standard of care, NA-CRAO—IV thrombolysis. TVL transient visual loss; NA-CRAO non-arteritic central retinal artery occlusion; BRAO branch retinal artery occlusion; ESUS embolic stroke of undetermined source; mRS modified Rankin Scale.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die IVT eine sichere und effektive Therapie für NA-CRAO ist. Die Studie betont, dass Mikroembolien, verursacht durch atherosklerotische Plaques, eher die zugrunde liegende Pathogenese sind als makrovaskuläre Embolien. Dies könnte die Notwendigkeit einer Anpassung der diagnostischen und therapeutischen Ansätze bedeuten, wobei die Stabilisierung atherosklerotischer Plaques im Vordergrund stehen sollte.

Die IVT stellt eine vielversprechende Option zur Behandlung von NA-CRAO dar. Die Ergebnisse legen nahe, dass atherosklerotische Ablagerungen die Hauptursache sind, was zukünftige diagnostische und therapeutische Strategien beeinflussen könnte. Randomisierte Studien sind erforderlich, um diese Ergebnisse zu validieren und die optimale Behandlung zu bestimmen.

Czihal M, Köhler A, Prearo I, Hoffmann U, Schulze-Koops H, Dechant C, Priglinger SG, **Mackert MJ**, Lottspeich C.

Hyperechogenic intimal lesions and wall thickness of the temporal and facial arteries in elderly patients with arterial occlusions of the eye.

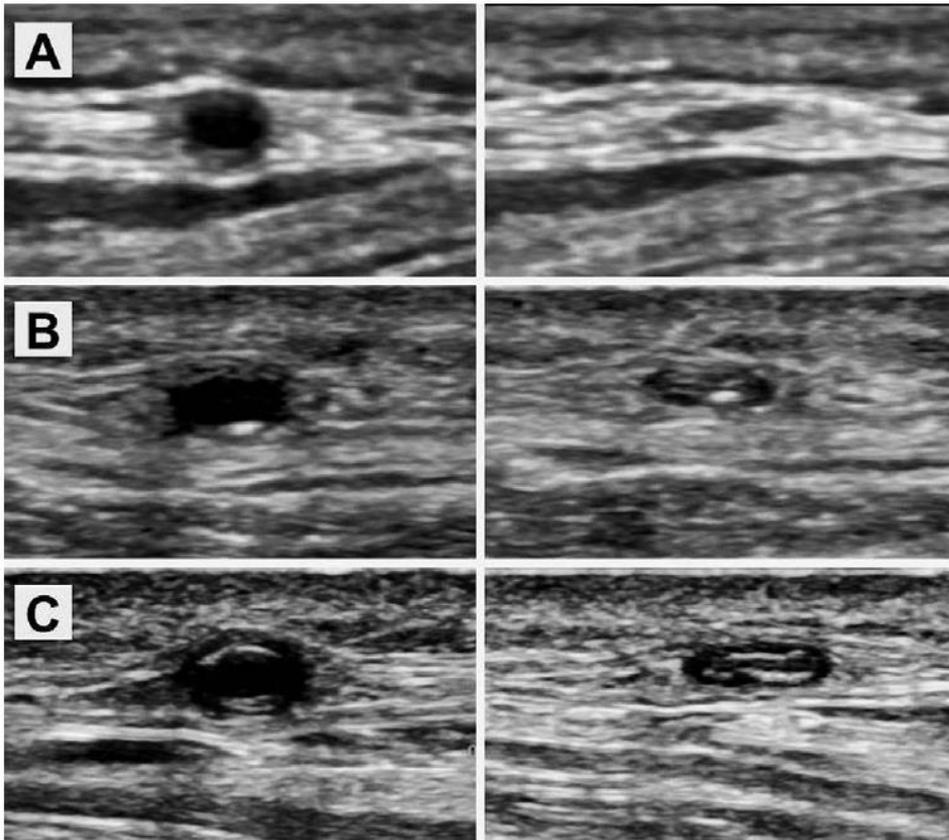
*RMD Open. 2021 Sep;7(3):e001688*

<https://doi.org/10.1136/rmdopen-2021-001688>

Die sonographische Untersuchung der oberflächlichen Schläfen- und Gesichtsarterien ist ein wichtiges Diagnosetool bei Verdacht auf cGCA. Arteriosklerotische Veränderungen, die durch HIL charakterisiert werden, können jedoch die Diagnostik erschweren. Ziel dieser Studie war es, den Zusammenhang zwischen HIL und der Wanddicke der Schläfen- und Gesichtsarterien bei älteren Patienten mit nicht-arteriitischen Augengefäßverschlüssen zu untersuchen.

Patientenkohorte: 55 Patienten mit nicht-arteriitischem CRAO, BRAO oder n-AION wurden retrospektiv analysiert.

Untersuchung: Hochauflösende B-Mode-Kompressionssonographie (HRCS) der Schläfen- und Gesichtsarterien zur Messung der Wanddicke und Klassifikation von HIL (Grad 0–2).



**Figure 1** Examples of HIL of the cranial arteries with and without compression. Temporal artery branch without HIL (grade 0) (A), with focal HIL (grade 1) (B) and with marked HIL (grade 2) (C). The intima-media complex is markedly thickened in the artery displayed in panel (C) not distinguishable from vasculitic wall thickening. HIL, hyperechogenic intimal lesion.

Statistische Analysen: Vergleich von Patienten mit und ohne HIL, sowie Korrelation von Wanddicke mit Alter, Geschlecht und kardiovaskulären Risikofaktoren.

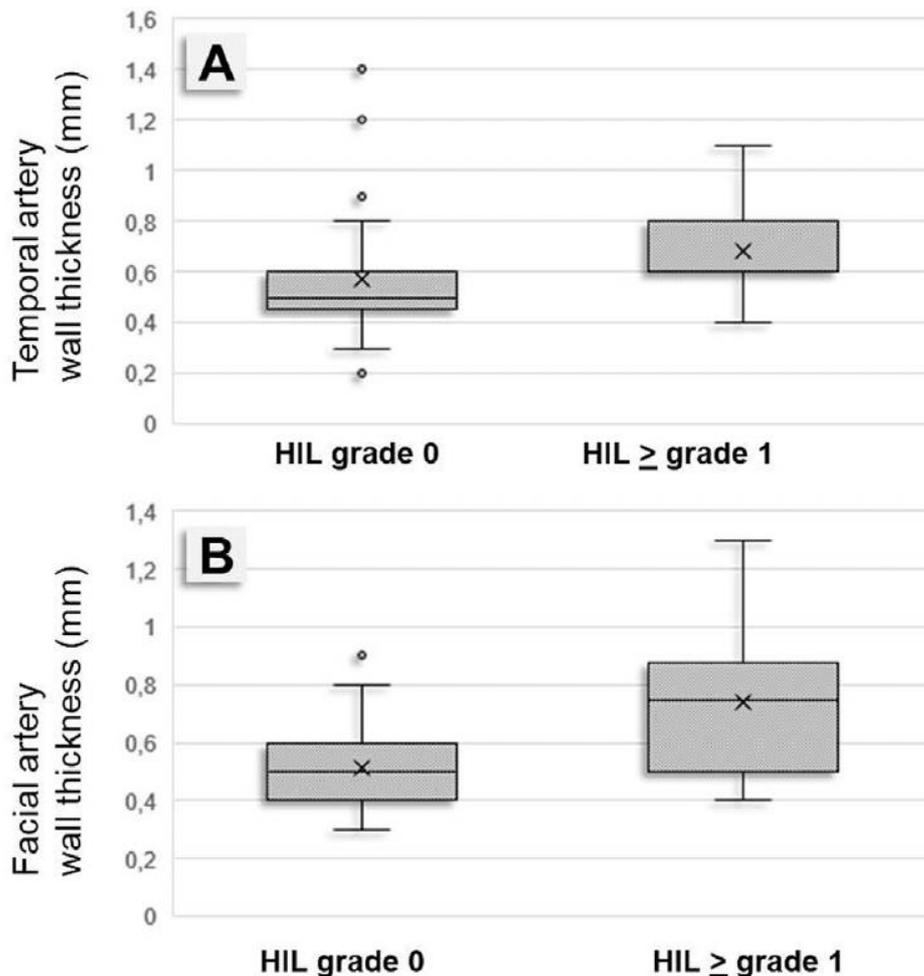
Prävalenz von HIL:

HIL  $\geq$  Grad 1 wurden bei 38,1 % der Patienten und in 13 % der untersuchten Arteriensegmente festgestellt.

Gesichtsarterien waren häufiger betroffen als Schläfenarterien (20 % vs. 9,6 %).

Wanddicke:

Patienten mit HIL zeigten eine signifikant größere Wanddicke der Schläfenarterien (0,62 mm vs. 0,50 mm;  $p < 0,01$ ) und der Gesichtsarterien (0,71 mm vs. 0,54 mm;  $p = 0,01$ ).



**Figure 2** Boxplots of temporal artery wall thickness (A) and facial artery wall thickness (B) in high-resolution B-mode compression sonography, illustrating the comparison between patients with and without HIL in at least one arterial segment. HIL, hyperechogenic intimal lesion.

Risikofaktoren:

HIL ≥ Grad 1 waren häufiger bei männlichen Patienten (71,4 % vs. 41,2 %;  $p = 0,05$ )

und bei Diabetes mellitus (47,6 % vs. 21,6 %;  $p = 0,07$ ).

Alters- und Geschlechtsabhängigkeit:

Alter  $\geq 70$  Jahre und männliches Geschlecht waren unabhängig mit erhöhter Arterienwanddicke assoziiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass HIL bei älteren Patienten mit nicht-arteriitischen Augengefäßverschlüssen häufig auftreten und mit einer erhöhten Arterienwanddicke einhergehen. Dies könnte die Interpretation von sonographischen Befunden bei Verdacht auf cGCA beeinflussen. Die Studie schlägt vor, alters- und geschlechtsspezifische Grenzwerte für die Wanddicke zu etablieren, um die diagnostische Genauigkeit zu verbessern.

Die Anwesenheit von HIL sollte bei der Bewertung der Wanddicke der Schläfen- und Gesichtsarterien berücksichtigt werden, insbesondere bei der Diagnostik von cGCA. Zukünftige Studien sollten größere Kohorten und prospektive Designs verwenden, um Referenzwerte und Diagnosealgorithmen weiter zu optimieren.

Czihal M, Lottspeich C, Bernau C, Henke T, Prearo I, **Mackert M**, Priglinger S, Dechant C, Schulze-Koops H, Hoffmann U.

A Diagnostic Algorithm Based on a Simple Clinical Prediction Rule for the Diagnosis of Cranial Giant Cell Arteritis.

*J Clin Med.* 2021 Mar 10;10(6):1163

<https://doi.org/10.3390/jcm10061163>

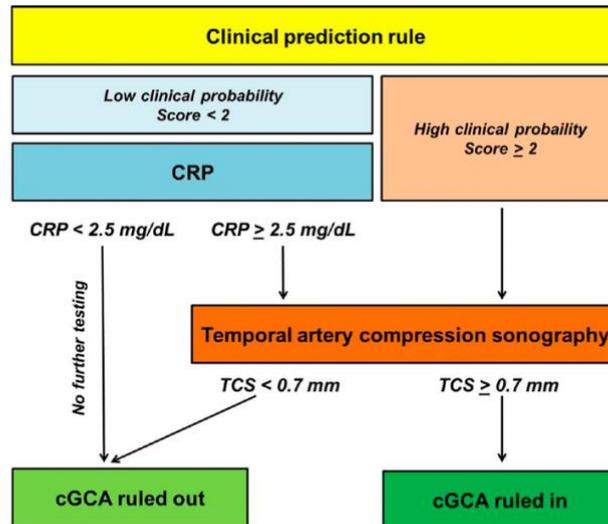
Die cGCA ist eine systemische Vaskulitis, die unbehandelt zu schweren Komplikationen wie Sehverlust führen kann. Die hohe Variabilität klinischer Präsentationen und das Fehlen spezifischer Biomarker erschweren die Diagnostik. Ziel der Studie war es, einen klinischen Entscheidungsalgorithmus zu entwickeln und in einen diagnostischen Algorithmus zu integrieren, der die Genauigkeit der hrTCS verbessert.

Zwei Kohorten mit insgesamt 201 Patienten wurden retrospektiv untersucht: eine Ableitungs- und eine Validierungskohorte.

Ein klinischer Algorithmus basierend auf vier Faktoren (Alter >70 Jahre, neu auftretender Kopfschmerz, Kiefer-Claudicatio und AION) wurde entwickelt.

Der Algorithmus wurde mit C-reaktivem Protein (CRP) und hrTCS in einem stufenweisen Algorithmus kombiniert.

Ziel war die Kategorisierung der Patienten in Risikogruppen (niedrig vs. nicht-niedrig) für cGCA.



**Figure 2.** Setup of the proposed diagnostic algorithm integrating the clinical score, a CRP cut-off of  $\geq 2.5$  mg/dL in patients with low clinical probability, and high-resolution compression sonography (hrTCS) in patients with low clinical probability exhibiting CRP values above the cut-off of  $\geq 2.5$  mg/dL, as well as in all patients with non-low clinical probability regardless of CRP values. Patients with low clinical probability and a CRP value  $< 2.5$  mg/dL are not assigned to undergo sonographic imaging. CRP, C-reactive protein, cGCA, cranial giant cell arteritis.

#### Diagnostische Genauigkeit:

Der klinische Algorithmus zeigt eine exzellente Diskriminationsfähigkeit in beiden Kohorten (AUC 0,96 in der Ableitungskohorte, 0,92 in der Validierungskohorte).

#### Algorithmus-Leistung:

Patienten mit niedriger klinischer Wahrscheinlichkeit (Score  $< 2$ ) und CRP  $< 2,5$  mg/dl wurden von hrTCS ausgeschlossen, ohne dass cGCA übersehen wurde.

Der Algorithmus reduzierte die Anzahl der hrTCS-Untersuchungen um 32,8 % in der Ableitungs- und 49,1 % in der Validierungskohorte.

#### Prädiktive Werte:

In der nicht-niedrigen Risikogruppe (Score  $\geq 2$ ) hatte hrTCS einen positiven prädiktiven Wert (PPV) von 85,3 % und einen negativen prädiktiven Wert (NPV) von 100 %.

Der vorgeschlagene Algorithmus verbessert die diagnostische Genauigkeit und optimiert den Ressourceneinsatz, indem unnötige hrTCS-Untersuchungen reduziert werden. Durch die Integration einer klinischen Entscheidungsregel und CRP-Werte ermöglicht der Algorithmus eine präzisere Differenzierung von Patienten mit Verdacht

auf cGCA. Alters- und geschlechtsspezifische Anpassungen der Grenzwerte für die Arterienwanddicke könnten die diagnostische Leistung weiter steigern.

Der diagnostische Algorithmus zeigt Potenzial, die Versorgung von Patienten mit cGCA zu verbessern, indem er die diagnostische Sicherheit erhöht und Überdiagnosen vermeidet. Eine prospektive Validierung ist notwendig, um die Anwendbarkeit in der klinischen Praxis zu bestätigen.

Lottspeich C, **Mackert MJ**, Hoffmann U, Czihal M.

Diagnostic work-up in central retinal artery occlusion and ischemic optic neuropathy - what is important?

*Dtsch Med Wochenschr.* 2020 Aug;145(16):1112-1117

<https://doi.org/10.1055/a-1010-2039>

CRAO und AION sind akute Durchblutungsstörungen des Auges, die häufig mit irreversiblen Sehverlusten einhergehen. Diese Erkrankungen erfordern eine interdisziplinäre Diagnostik zur Klärung der Ursache und Prävention weiterer kardiovaskulärer Ereignisse. Ziel dieser Arbeit ist es, einen diagnostischen Algorithmus für CRAO und AION vorzustellen.

Primäre Abklärung:

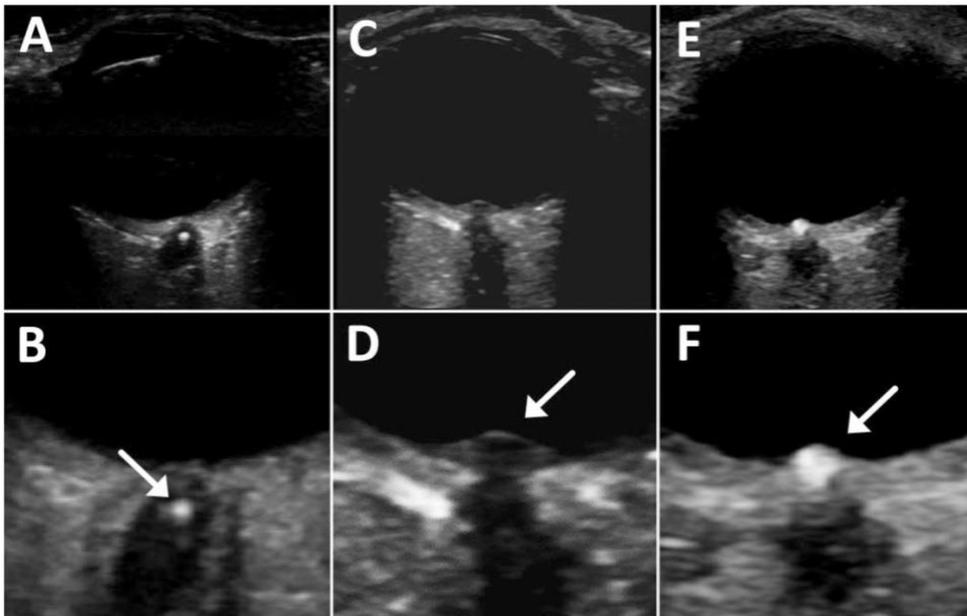
cGCA: Die Sicherung oder der Ausschluss einer cGCA ist essenziell, um das Risiko einer Erblindung des kontralateralen Auges zu minimieren. Ultraschall der Temporal- und Axillarerterien dient als zentrale Bildgebungsmethode (Halo-Zeichen).

n-CRAO: Die Emboliequellensuche steht im Vordergrund, unter anderem durch Duplexsonographie der hirnzuführenden Gefäße, transthorakale Echokardiographie und Langzeit-EKG.

TOS:

Das retrobulbäre „spot sign“ ist ein typischer Befund bei embolischem CRAO und schließt eine arterielle Ursache aus.

Die Sonographie ermöglicht auch die Darstellung von Papillenödemen (bei AION) oder Drusenpapillen als Risikofaktoren für n-AION.



► **Abb. 3** Pathologische Befundbeispiele der transorbitalen B-Bild-Sonografie. **a, b** Echoreicher Embolus im Sehnervenkopf bei Zentralarterienverschluss (retrobulbäres Spot-Zeichen; Pfeil). **c, d** Papillenödem (Pfeil) bei einem Patienten mit anteriorer ischämischer Optikusneuropathie. **e, f** Drusenpapille (Pfeil).

### Erweiterte Diagnostik:

Zerebrale Schnittbildgebung bei neurologischen Symptomen oder embolischem CRAO.

24-Stunden-Blutdruckmessung und Schlafapnoe-Screening bei Verdacht auf Hypoperfusion oder obstruktive Schlafapnoe (OSAS).

	ZAV	ION
Internische Basisdiagnostik Anamnese, körperliche Untersuchung, Basislabor inkl. Blutbild und CRP, 12-Kanal-EKG	+	+
Duplexsonografie der Temporal- sowie Axillararterien	+ (Halo?)	+ (Halo?)
Transorbitale Sonografie	+ (Spot-Zeichen?)	(+)
Emboliequellsuche Duplexsonografie der augenzuführenden Gefäße, Langzeit-EKG, transthorakale Echokardiografie	+	-
Erweiterte Diagnostik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transösophageale Echokardiografie</li> <li>• CT-Angiografie der thorakalen Aorta</li> <li>• Neurologisches Konsil, ggf. kranielles MRT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlafapnoe-Screening</li> <li>• Langzeit-Blutdruck (nächtliche Hypotonien?)</li> <li>• Langzeit-EKG</li> </ul>

► **Abb. 2** Internistische Diagnostik bei Zentralarterienverschluss (ZAV) und ischämischer Optikusneuropathie (ION).

Ergebnisse und klinische Implikationen:

CRAO und n-AION beruhen auf unterschiedlichen Ätiologien:

Embolischer CRAO: Häufig bedingt durch kardiale oder arterio-arterielle Embolien (z. B. Vorhofflimmern, Karotisstenose).

n-AION: Multifaktoriell, oft in Zusammenhang mit kardiovaskulären Risikofaktoren wie Hypertonie, Diabetes mellitus oder OSAS.

Patienten mit CRAO haben ein signifikant erhöhtes Risiko für Schlaganfälle oder Myokardinfarkte, insbesondere innerhalb der ersten Woche nach Symptombeginn.

cGCA als Ursache einer AION oder eines CRAO erfordert eine schnelle Diagnostik und sofortige Therapie mit hochdosierten Glukokortikoiden.

Die diagnostische Abklärung bei CRAO und AION erfordert eine interdisziplinäre Zusammenarbeit. Transorbitale Sonographie, ergänzt durch kardiovaskuläre und neurologische Untersuchungen, liefert entscheidende Hinweise zur Ätiologie. Ein standardisierter Algorithmus, der Bildgebung und klinische Risikofaktoren integriert, kann die diagnostische Genauigkeit verbessern und Komplikationen verhindern.

Czihal M, Tschaidse J, Bernau C, Lottspeich C, Köhler A, Dechant C, Schulze-Koops H, Hoffmann U, **Mackert MJ**, Thureau S.

Ocular ischaemic complications in giant cell arteritis: CHADS2-score predicts risk of permanent visual impairment.

*Clin Exp Rheumatol.* 2019 Mar-Apr;37 Suppl 117(2):61-64

<https://www.clinexprheumatol.org/pubmed/find-pii.asp?pii=31162028>

Ziel dieser retrospektiven Studie war es, Risikofaktoren für permanenten Sehverlust (PVL) bei cGCA-Patienten zu identifizieren, mit besonderem Fokus auf sonographische Befunde und ischämische Risiko Scores wie dem CHADS2-Score.

Studienpopulation: 152 Patienten mit cGCA (diagnostiziert zwischen 2002 und 2013) wurden aus einer prospektiven Datenbank ausgewählt.

Diagnostische Kriterien: Positive Temporalarterienbiopsie, typische sonographische Befunde (Halo-Zeichen) oder klinische Kriterien.

Erhebungen: Ophthalmologische Untersuchung, Laboranalysen, Sonographie der temporalen, axillären und Arteria carotis sowie Berechnung des CHADS2- und CHA2DS2-VASc-Scores.

Datenanalyse: Multivariate logistische Regression zur Identifikation unabhängiger Risikofaktoren.

Inzidenz von PVL:

PVL trat bei 30,2 % der Patienten auf, wobei die häufigste Ursache eine AION war (91,3 %).

CRAO wurde bei 7 Patienten dokumentiert, häufig in Kombination mit AION.

Risikofaktoren für PVL:

Höheres Alter (OR: 10,7 für CHADS2-Score 1; OR: 25 für Score  $\geq 2$ )

Atherosklerose der Karotiden (82,6 % bei PVL-Patienten)

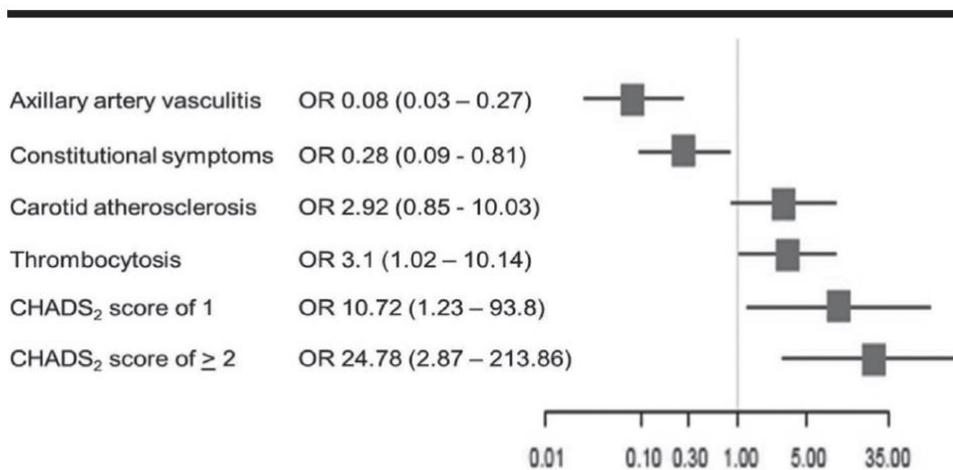
Fehlen von systemischen Symptomen wie Fieber (OR: 0,1)

Axilläre Arteriitis zeigte einen protektiven Effekt (OR: 0,3)

Thrombozytose als potenzieller Risikofaktor

CHADS2-Score:

Patienten mit einem höheren CHADS2-Score hatten ein signifikant höheres Risiko für PVL.



**Fig. 2.** Forest plot showing the odds ratios with corresponding 95% confidence intervals of the variables included in the final logistic regression model.

Bedeutung des CHADS2-Scores: Der Score zeigt großes Potenzial, um Patienten mit hohem Risiko für PVL zu identifizieren.

Systemische Symptome: Das Vorhandensein von Fieber oder Gewichtsverlust war mit einem geringeren PVL-Risiko verbunden, möglicherweise durch Interleukin-6-vermittelte angiogene Effekte.

Klinische Implikationen: Patienten mit hohem Risiko (CHADS2  $\geq 2$ , typische kraniale Symptome) könnten von präventiver Behandlung profitieren, etwa mit Glukokortikoiden oder antithrombotischer Therapie.

Die Studie zeigt, dass der CHADS2-Score eine wertvolle Ergänzung zur Risikostratifizierung bei cGCA-Patienten ist. Zukünftige Studien sollten prospektiv untersuchen, ob der Score die Behandlung von Hochrisikopatienten optimieren kann.

## 4 Zusammenfassung

Die vorliegende kumulative Habilitationsschrift beschäftigt sich mit der innovativen Diagnostik und Therapie von Sehnervenerkrankungen. Der Fokus liegt auf drei Schwerpunkten: der glaukomatösen Optikusneuropathie, der Drusenpapille und den sekundären Optikusneuropathien durch akut arterielle Gefäßverschlüsse des Auges.

Im ersten Teil wurde der Einfluss der Kammerwinkelgröße auf das tageszeitliche Druckprofil bei Glaukom Patienten untersucht. Es zeigte sich, dass Winkelgrößen  $>10^\circ$  keinen signifikanten Einfluss auf IOD-Verläufe haben. Weiterhin wurden neue telemetrische Verfahren zur kontinuierlichen IOD-Messung mittels eines suprachoroidalen Sensors (EYEMATE-SC) evaluiert. Die Studien bestätigen die Sicherheit, Genauigkeit und Anwendbarkeit dieses Systems zur Selbstmessung durch die Patienten. Langzeitdaten zeigten zudem keinen Einfluss auf den Astigmatismus.

Im therapeutischen Teil konnte die Effektivität und Sicherheit des MicroShunt Preserflo insbesondere bei Patienten mit einer aggressiven Glaukom Form, dem PEX-Glaukom, nachgewiesen werden. Dies ermöglicht erstmals die mikroinzisionale Behandlung dieser Personengruppe mit kürzerer Operationsdauer, niedrigerer Komplikationsrate und schnellerer visueller Regeneration. Darüber hinaus wurden die Wirksamkeit minimalinvasiver filtrierender Glaukom Implantate (PreserFlo™ MicroShunt und XEN® 45 Gel Stent) untersucht. Beide Verfahren führten zu signifikanten IOD-Senkungen, wobei der MicroShunt tendenziell bessere Druckwerte und Erfolgsraten zeigte. In Subanalysen bei PEXG bestätigte sich die Effektivität, jedoch mit erhöhter Komplikationsrate. Ein Vergleich zur TET ergab vergleichbare Drucksenkung, jedoch zugunsten des MicroShunt in Bezug auf Erholung und Nachsorge. Zusätzlich wurde

das suprachoroidal platzierte MINject®-Implantat analysiert, das eine signifikante Druckreduktion bei gleichzeitig geringer Medikamentenabhängigkeit über zwei Jahre erzielte.

Der zweite Themenblock beleuchtet die Drusenpapille. Zusammenfassend lässt sich hierzu sagen, dass die innovative Diagnostik mit der OCT-A ganz neue Aspekte und Aussagen bezüglich der veränderten Mikrovaskularisation bei der Drusenpapille ermöglicht. Mit dieser nicht-invasiven Gefäßdarstellung können Rückschlüsse auf die strukturellen Veränderungen und die funktionellen Einschränkungen dieser Erkrankung gemacht werden. Die OCT-A erwies sich als sensitives Instrument zur frühzeitigen Diagnostik, wobei bei betroffenen Patienten eine signifikant reduzierte peripapilläre Gefäßdichte nachgewiesen wurde, die sowohl mit strukturellen Defiziten (RNFL- und GCC-Verdünnung) als auch funktionellen Einschränkungen (Gesichtsfeldausfällen) korrelierte.

Der dritte Abschnitt widmet sich der Diagnostik von sekundären Optikusneuropathien durch akut arterielle Gefäßverschlüsse. Weitere hier beschriebene innovative diagnostische Verfahren wie das „spot sign“ mit dem transokulären Ultraschall und die Kompressions-Sonographie der Temporalarterie helfen uns, klare Aussagen in der Differentialdiagnose von akuten Gefäßverschlüssen im Bereich des Sehnervs zu machen. Hierdurch kann bei diesen Notfällen schnell eine präzise Diagnose gestellt, die notwendige Therapie eingeleitet und damit weitere, zum Teil lebensbedrohliche, Erkrankungen abgewendet werden. Die transokulare Sonographie mit Nachweis des „spot sign“ erlaubt die Differenzierung zwischen embolischer und arteriitischer Genese. Die Farbduplexsonographie der Temporalarterien erwies sich als sensitiv für die cGCA. Zudem wurde ein klinisch-sonographischer Algorithmus zur

Diagnosesicherung entwickelt. Der CHADS<sub>2</sub>-Score konnte als Prädiktor für das Risiko eines permanenten Sehverlustes bei cGCA validiert werden. Erste Studien zur IVT bei CRAO zeigten Hinweise auf Sicherheit und Effektivität, die derzeit in einer randomisierten Phase-III-Studie (REVISION) geprüft werden.

Insgesamt zeigt diese Arbeit auf, wie strukturierte Diagnostik und neue Technologien zur verbesserten Patientenversorgung bei Sehnervenerkrankungen beitragen können.

## 5 Schriftenverzeichnis

### 5.1 Originalarbeiten als Erst- oder Letztautor

1. Long-term Outcomes of PreserFlo MicroShunt versus XEN45 Gel Stent in Open-Angle Glaucoma.

Nobl M, Freissinger S, Rudolph K, Vounotrypidis E, Kassumeh S, Priglinger S, **Mackert MJ**.

Klin Monbl Augenheilkd. 2024 Jul;241(7):805-812

Impact factor (2023): 0,8

2. Effect of the iridocorneal angle size on the diurnal pressure profile in a glaucoma suspect cohort and patients with glaucoma.

Müller M, Pavlovic A, Niermann T, Pavlovic I, Priglinger S, Kohnen T, Shajari M, **Mackert MJ**.

Int Ophthalmol. 2023 Nov;43(11):4067-4078

Impact factor (2023): 1,4

3. One-Year Outcomes of Preserflo™ MicroShunt Implantation versus Trabeculectomy for Pseudoexfoliation Glaucoma.

Nobl M, Grün C, Kassumeh S, Priglinger S, **Mackert MJ**.

J Clin Med. 2023 Apr 20;12(8):3000

Impact factor (2023): 3,0

4. One-year outcomes of microshunt implantation in pseudoexfoliation glaucoma.

Nobl M, Freissinger S, Kassumeh S, Priglinger S, **Mackert MJ**.

PLoS One. 2021 Aug 27;16(8):e0256670

Impact factor (2021): 3,752

5. Temporal artery compression sonography for the diagnosis of giant cell arteritis in elderly patients with acute ocular arterial occlusions.

Czihal M, Köhler A, Lottspeich C, Prearo I, Hoffmann U, Schulze-Koops H, Priglinger SG, **Mackert MJ**, Dechant C.

Rheumatology (Oxford). 2021 May 14;60(5):2190-2196

Impact factor (2021): 7,046

*Geteilte Letztautorenschaft*

*Eigenanteil Mackert: Konzept/ Planung des Projekts, Methodik, Validierung, Akquirieren von Daten/ Datenerhebung, Datenauswertung, Supervision, kritische Durchsicht und Überarbeitung des schriftlichen Entwurfs*

6. Predictability of Refractive Outcome of a Small-Aperture Intraocular Lens in Eyes With Irregular Corneal Astigmatism.

Langer J, Shajari M, Kreutzer T, Priglinger S, Mayer WJ, **Mackert MJ**.

J Refract Surg. 2021 May;37(5):312-317

Impact factor (2021): 3,255

7. Transocular sonography in acute arterial occlusions of the eye in elderly patients: Diagnostic value of the spot sign.

Czihal M, Lottspeich C, Köhler A, Prearo I, Hoffmann U, Priglinger SG, **Mackert MJ**.

PLoS One. 2021 Feb 12;16(2):e0247072

Impact factor (2021): 3,752

8. Analysis of opacification patterns in intraocular lenses (IOL).

**Mackert M**, Muth DR, Vounotrypidis E, Deger C, Goldblum D, Shajari M, Hasler PW, Priglinger S, Wolf A.

BMJ Open Ophthalmol. 2021 Feb 11;6(1):e000589

Impact factor (2020): 2,148

*Geteilte Erstautorenschaft*

*Eigenanteil Mackert: Konzept und Design, Supervision, Datenerhebung, Verwaltung der Daten, statistische Analyse, Daten Interpretation, Schreiben eines Teils des ersten Entwurfs, kritische Durchsicht und Verbesserung des gesamten Entwurfs, endgültige Genehmigung, Präsentation der Daten*

9. OCT angiography in optic disc drusen: comparison with structural and functional parameters.

Engelke H, Shajari M, Riedel J, Mohr N, Priglinger SG, **Mackert MJ**.

Br J Ophthalmol. 2020 Aug;104(8):1109-1113

Impact factor (2020): 4,638

10. Safety and efficacy of a small-aperture capsular bag-fixated intraocular lens in eyes with severe corneal irregularities.

Shajari M, **Mackert MJ**, Langer J, Kreutzer T, Wolf A, Kohnen T, Priglinger S, Mayer WJ.

J Cataract Refract Surg. 2020 Feb;46(2):188-192

Impact factor (2020): 3,351

*Geteilte Erstautorenschaft*

*Eigenanteil Mackert: Idee und Konzept, Erstellen eines Protokolls, Einwerben von Drittmitteln, Einreichung bei der Ethik Kommission, Operation –*

*Datenerhebung, Supervision, Dateninterpretation, Präsentation der Ergebnisse, kritische Durchsicht des Manuskripts und endgültige Freigabe, Einreichen des Manuskripts*

## 5.2 Originalarbeiten als Ko-Autor

1. Early REperfusion therapy with intravenous alteplase for recovery of VISION in acute central retinal artery occlusion (REVISION): Study protocol of a phase III trial.

Poli S, Grohmann C, Wenzel DA, Poli K, Tünnerhoff J, Nedelmann M, Fiehler J, Burghaus I, Lehmann M, Glauch M, Schadwinkel HM, Kalmbach P, Zeller J, Peters T, Eschenfelder C, Agostini H, Campbell BC, Fischer MD, Sykora M, Mac Grory B, Feltgen N, Kowarik M, Seiffge D, Strbian D, Albrecht M, Alzureiqi MS, Auffarth G, Bätzner H, Behnke S, Berberich A, Bode F, Bohmann FO, Cheng B, Czihal M, Danyel LA, Dimopoulos S, Pinhal Ferreira de Pinho JD, Fries FN, Gamulescu MA, Gekeler F, Gomez-Exposito A, Gumbinger C, Guthoff R, Hattenbach LO, Kellert L, Khoramnia R, Kohnen T, Kürten D, Lackner B, Laible M, Lee JI, Leithner C, Liegl R, Lochner P, **Mackert M**, Mbroh J, Müller S, Nagel S, Prasuhn M, Purrucker J, Reich A, Mundiyanapurath S, Royl G, Salchow DJ, Schäfer JH, Schlachetzki F, Schmack I, Thomalla G, Tieck Fernandez MP, Wakili P, Walter P, Wolf A, Wolf M, Bartz-Schmidt KU, Schultheiss M, Spitzer MS.

Int J Stroke. 2024 Aug;19(7):823-829

Impact factor (2023): 6,3

2. Two-Year Performance and Safety Results of the MINInject Supraciliary Implant in Patients With Primary Open-Angle Glaucoma: Meta-Analysis of the STAR-I, II, III Trials.

Dick HB, **Mackert MJ**, Ahmed IIK, Denis P, Hirneiß C, Flowers BE, Singh IP, Mansouri K, Fea AM.

Am J Ophthalmol. 2024 Apr;260:172-181

Impact factor (2023): 4,1

3. Long-term astigmatism after intraocular pressure sensor implantation and nonpenetrating glaucoma surgery: EYEMATE-SC trial.

Englich CN, Boden KT, Szurman P, Mansouri K, Dick HB, Hoffmann EM, **Mackert MJ**, Schütte P, Langenbacher A, Messias A, Wakili P.

J Cataract Refract Surg. 2024 Sep 1;50(9):899-905

Impact factor (2023): 2,6

4. Safety and performance of a suprachoroidal sensor for telemetric measurement of intraocular pressure in the EYEMATE-SC trial.

Szurman P, Mansouri K, Dick HB, Mermoud A, Hoffmann EM, **Mackert M**, Weinreb RN, Rao HL, Seuthe AM; EYEMATE-SC study group.

Br J Ophthalmol. 2023 Apr;107(4):518-524

Impact factor (2023): 3,8

5. EYEMATE-SC Trial: Twelve-Month Safety, Performance, and Accuracy of a Suprachoroidal Sensor for Telemetric Measurement of Intraocular Pressure.

Szurman P, Gillmann K, Seuthe AM, Dick HB, Hoffmann EM, Mermoud A, **Mackert MJ**, Weinreb RN, Rao HL, Mansouri K; EYEMATE-SC Study Group.

Ophthalmology. 2023 Mar;130(3):304-312

Impact factor (2023): 13,2

6. Retinal Infarction: A Pilot Study on the Efficacy and Safety of Intravenous Thrombolysis and Underlying Aetiologies.

Schönecker S, Wischmann J, Thunstedt DC, Feil K, **Mackert MJ**, Priglinger S, Kellert L.

Life (Basel). 2022 Aug 22;12(8):1279

Impact factor (2022): 3,2

7. Hyperechogenic intimal lesions and wall thickness of the temporal and facial arteries in elderly patients with arterial occlusions of the eye.

Czihal M, Köhler A, Prearo I, Hoffmann U, Schulze-Koops H, Dechant C, Priglinger SG, **Mackert MJ**, Lottspeich C.

RMD Open. 2021 Sep;7(3):e001688

Impact factor (2021): 5,806

8. A Diagnostic Algorithm Based on a Simple Clinical Prediction Rule for the Diagnosis of Cranial Giant Cell Arteritis.

Czihal M, Lottspeich C, Bernau C, Henke T, Prearo I, **Mackert M**, Priglinger S, Dechant C, Schulze-Koops H, Hoffmann U.

J Clin Med. 2021 Mar 10;10(6):1163

Impact factor (2021): 4,964

9. Diagnostic work-up in central retinal artery occlusion and ischemic optic neuropathy - what is important?

Lottspeich C, **Mackert MJ**, Hoffmann U, Czihal M.

Dtsch Med Wochenschr. 2020 Aug;145(16):1112-1117

Impact factor (2020): 0,628

10. Ocular ischaemic complications in giant cell arteritis: CHADS2-score predicts risk of permanent visual impairment.

Czihal M, Tschaidse J, Bernau C, Lottspeich C, Köhler A, Dechant C, Schulze-Koops H, Hoffmann U, **Mackert MJ**, Thureau S.

Clin Exp Rheumatol. 2019 Mar-Apr;37 Suppl 117(2):61-64

Impact factor (2019): 3,319

11. Secondary intraocular lens implantation: a large retrospective analysis.

Vounotrypidis E, Schuster I, **Mackert MJ**, Kook D, Priglinger S, Wolf A.

Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2019 Jan;257(1):125-134

Impact factor (2019): 2,396

12. Prospective, randomized, double-blind trial to investigate the efficacy and safety of corneal cross-linking to halt the progression of keratoconus.

Lang SJ, Messmer EM, Geerling G, **Mackert MJ**, Brunner T, Dollak S, Kutchoukov B, Böhringer D, Reinhard T, Maier P.

BMC Ophthalmol. 2015 Jul 21;15:78

Impact factor (2015): 1,238

13. Distribution of antigen presenting cells in the human cornea: correlation of in vivo confocal microscopy and immunohistochemistry in different pathologic entities.

Mayer WJ, **Mackert MJ**, Kranebitter N, Messmer EM, Grüterich M, Kampik A,  
Kook D.

Curr Eye Res. 2012 Nov;37(11):1012-8

Impact factor (2012): 1,710

14. In vivo confocal microscopy of pigmented conjunctival tumors.

Messmer EM, **Mackert MJ**, Zapp DM, Kampik A.

Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2006 Nov;244(11):1437-45

Impact factor (2006): 1,609

15. In vivo confocal microscopy of filtering blebs after trabeculectomy.

Messmer EM, Zapp DM, **Mackert MJ**, Thiel M, Kampik A.

Arch Ophthalmol. 2006 Aug;124(8):1095-103

Impact factor (2006): 3,206

16. In vivo confocal microscopy of normal conjunctiva and conjunctivitis.

Messmer EM, **Mackert MJ**, Zapp DM, Kampik A.

Cornea. 2006 Aug;25(7):781-8

Impact factor (2006): 1,708

17. In vivo confocal microscopy in blepharitis.

Messmer EM, Torres Suárez E, **Mackert MI**, Zapp DM, Kampik A.

Klin Monbl Augenheilkd. 2005 Nov;222(11):894-900

Impact factor (2005): 0,412

### 5.3 Kasuistiken/ Case Reports

1. Intraocular lens opacification after combined cataract and minimally invasive glaucoma surgery (MIGS).

Kern C, Priglinger S, **Mackert MJ**.

Ophthalmologe. 2021 Jul;118(7):724-727

Impact factor (2021): 1,174

2. Retrobulbar Spot Sign in Metachronous Bilateral Central Retinal Artery Occlusion of Cardioembolic Origin.

Lottspeich C, **Mackert MJ**, Köhler A, Bauer A, Hoffmann U, Czial M.

J Neuroophthalmol. 2021 Mar 1;41(1):e105-e106

Impact factor (2021): 4,415

3. BILATERAL VISUAL FIELD DEFECTS IN A PATIENT TREATED WITH THE MEK AND BRAF INHIBITORS TRAMETINIB AND DABRAFENIB FOR MELANOMA OF UNKNOWN ORIGIN.

Siedlecki J, **Mackert M**, Wolf A, Berking C, Priglinger SG, Eibl-Lindner K.

Retin Cases Brief Rep. 2019 Summer;13(3):215-219

Impact factor (2019): 0,85

4. Large choroidal melanoma diagnosed after cataract surgery.

Nentwich MM, **Mackert MJ**, Hintschich C, Messmer EM.

Int Ophthalmol. 2012 Oct;32(5):481-3

Impact factor (2012): 1.194

## 5.4 Übersichtsartikel/ Reviews

### 1. Pigment Dispersion Syndrome.

Nobl M, **Mackert M.**

Klin Monbl Augenheilkd. 2021 Apr 19

Impact factor (2021): 0,742

### 2. Pseudoexfoliation Syndrome and Glaucoma.

Nobl M, **Mackert M.**

Klin Monbl Augenheilkd. 2019 Sep;236(9):1139-1155

Impact factor (2019): 0,605

## 5.5 Bücher/ Buchkapitel

### 1. Autor

Klinische Angiologie.

Kapitel "Arterielle Durchblutungsstörungen des Auges."

Lottspeich, C., **Mackert, M.J.**, Czihal, M. (2023)

Hoffmann, U., Weiss, N., Czihal, M., Mühlberg, K.S., Freisinger, E.

(Herausgeber)

Buch Springer Verlag. 2023. ISBN 9783662613795

### 2. Autor

Cataract and Lens Surgery.

Kapitel „Cataract and Glaucoma“

Shajari, M., Priglinger, S., Kohnen, Th., Kreutzer, Th.C., Mayer, W.J.  
(Herausgeber)

Buch Springer Verlag. 2023. ISBN 9783031053931

3. Autor

Katarakt- und Linsen Chirurgie.

Kapitel „Cataract und Glaukom“

Shajari, M., Priglinger, S., Kohnen, Th., Kreutzer, Th.C., Mayer, W.J.  
(Herausgeber)

Buch Springer Verlag. 2022. ISBN 9783662624586

4. Herausgeber

Standardabläufe in der Augenheilkunde.

Christoph Hirneiß, **Marc Mackert**, Elisabeth Messmer, Siegfried Priglinger.  
(Herausgeber)

Buch Thieme Verlag. 2020. ISBN 9783132419506

5. Autor

Standardabläufe in der Augenheilkunde.

*Kapitel 3.1 Glaukom konservativ*

*Kapitel 7.18 Arterielle Gefäßverschlüsse am Auge*

Christoph Hirneiß, **Marc Mackert**, Elisabeth Messmer, Siegfried Priglinger.  
(Herausgeber)

Buch Thieme Verlag. 2020. ISBN 9783132419506

## 5.6 Sonstige Veröffentlichungen (z.B. Letters to the Editor)

1. Ärzte: Cannabis als Glaukom-Primätherapie nicht sinnvoll.

Mackert M.

DOZ – Optometrie. Ästhetik. Business. 2024 Oct; 6-11

2. Postoperative fibrin coating on the IOL: rtPA or Nd:YAG laser treatment?

Kern C, Priglinger S, **Mackert MJ**.

Ophthalmologe. 2021 Oct;118(10):1068

3. Comment on: Temporal artery compression sonography for the diagnosis of giant cell arteritis in elderly patients with acute ocular arterial occlusions: reply.

Czihal M, Köhler A, Lottspeich C, Prearo I, Hoffmann U, Schulze-Koops H, Priglinger S, **Mackert M**, Dechant C.

Rheumatology (Oxford). 2021 Jun 18;60(6):e213-e214

4. Irregular corneas stand to benefit from small-aperture IOL design.

**Mackert MJ**.

Ophthalmology Times Europe, December 2020

5. „Glaukomanfall“ – ein Leitfaden für die klinische Praxis.

Gerhardt M., **Mackert M**.

Augenheilkunde up2date 2019; 9(04): 313-318.

6. Intraokularlinse mit Lochblendenfunktion (IC-8) bei irregulärem kornealem Astigmatismus.

**Mackert M**.

7. Präzision/Stabilität einer neuen intraoperativen Implantationshilfe für torische IOLs: Z-ALIGN vs. Standard-Markeur-Methode.

**M. J. Mackert**, E. Vounotrypidis, A. Kampik, C. Haritoglou, C.-A. Lackerbauer.  
Jahresband 2012 zum 26. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für  
Intraokularlinsen-Implantation, Interventionelle und Refraktive Chirurgie.

## 6 Literaturverzeichnis (Eigen- und Fremdliteratur im Fließtext)

Ansari, E. (2024). "Five-year outcomes of ab interno Xen 45 gel stent implantation."

Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol **262**(4): 1263-1269.

Battle, J. F., A. Corona and R. Albuquerque (2021). "Long-term Results of the PRESERFLO MicroShunt in Patients With Primary Open-angle Glaucoma From a Single-center Nonrandomized Study." J Glaucoma **30**(3): 281-286.

Denis, P., C. Hirneiss, G. M. Durr, K. P. Reddy, A. Kamarthy, E. Calvo, Z. Hussain and I. K. Ahmed (2022). "Two-year outcomes of the MINInject drainage system for uncontrolled glaucoma from the STAR-I first-in-human trial." Br J Ophthalmol **106**(1): 65-70.

Denis, P., C. Hirneiss, K. P. Reddy, A. Kamarthy, E. Calvo, Z. Hussain and I. I. K. Ahmed (2019). "A First-in-Human Study of the Efficacy and Safety of MINInject in Patients with Medically Uncontrolled Open-Angle Glaucoma (STAR-I)." Ophthalmol Glaucoma **2**(5): 290-297.

Francis, B. A., B. Hong, J. Winarko, S. Kawji, L. Dustin and V. Chopra (2011). "Vision loss and recovery after trabeculectomy: risk and associated risk factors." Arch Ophthalmol **129**(8): 1011-1017.

Friedman, A. H., B. Beckerman, D. H. Gold, J. B. Walsh and S. Gartner (1977). "Drusen of the optic disc." Surv Ophthalmol **21**(5): 373-390.

Garcia Feijoo, J., P. Denis, C. Hirneiss, F. Aptel, L. Perucho Gonzalez, Z. Hussain, K. Lorenz, N. Pfeiffer and S.-I. Investigators (2020). "A European Study of the Performance and Safety of MINInject in Patients With Medically Uncontrolled Open-angle Glaucoma (STAR-II)." J Glaucoma **29**(10): 864-871.

Gazzard, G., E. Konstantakopoulou, D. Garway-Heath, A. Garg, V. Vickerstaff, R. Hunter, G. Ambler, C. Bunce, R. Wormald, N. Nathwani, K. Barton, G. Rubin, M. Buszewicz and G. H. T. T. S. G. Li (2019). "Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial." Lancet **393**(10180): 1505-1516.

Gedde, S. J., L. W. Herndon, J. D. Brandt, D. L. Budenz, W. J. Feuer, J. C. Schiffman and G. Tube Versus Trabeculectomy Study (2012). "Postoperative complications in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study during five years of follow-up." Am J Ophthalmol **153**(5): 804-814 e801.

Hayreh, S. S. and M. B. Zimmerman (2005). "Central retinal artery occlusion: visual outcome." Am J Ophthalmol **140**(3): 376-391.

King, A. J., A. P. Rotchford, A. Alwitry and J. Moodie (2007). "Frequency of bleb manipulations after trabeculectomy surgery." Br J Ophthalmol **91**(7): 873-877.

Lee, A. G. and M. B. Zimmerman (2005). "The rate of visual field loss in optic nerve head drusen." Am J Ophthalmol **139**(6): 1062-1066.

Lorentzen, S. E. (1966). "Drusen of the optic disk. A clinical and genetic study." Acta Ophthalmol (Copenh): Suppl 90:91-180.

Nedelmann, M., M. Graef, F. Weinand, K. H. Wassill, M. Kaps, B. Lorenz and C. Tanislav (2015). "Retrolbulbar Spot Sign Predicts Thrombolytic Treatment Effects and Etiology in Central Retinal Artery Occlusion." Stroke **46**(8): 2322-2324.

Nentwich, M. M., J. Maertz and G. Rudolph (2016). "[Optic Disk Drusen: Historical and Up-To-Date Aspects]." Klin Monbl Augenheilkd **232**(3): 257-265.

Nobl, M. and M. Mackert (2019). "[Pseudoexfoliation Syndrome and Glaucoma]." Klin Monbl Augenheilkd **236**(9): 1139-1155.

Nobl, M. and M. Mackert (2021). "[Pigment Dispersion Syndrome]." Klin Monbl Augenheilkd.

Park, S. J., N. K. Choi, B. R. Yang, K. H. Park, J. Lee, S. Y. Jung and S. J. Woo (2015). "Risk and Risk Periods for Stroke and Acute Myocardial Infarction in Patients with Central Retinal Artery Occlusion." Ophthalmology **122**(11): 2336-2343 e2332.

Pinchuk, L., G. J. Wilson, J. J. Barry, R. T. Schoepfoerster, J. M. Parel and J. P. Kennedy (2008). "Medical applications of poly(styrene-block-isobutylene-block-styrene) ("SIBS")." Biomaterials **29**(4): 448-460.

Reitsamer, H., C. Sng, V. Vera, M. Lenzhofer, K. Barton, I. Stalmans and G. Apex Study (2019). "Two-year results of a multicenter study of the ab interno gelatin implant in medically uncontrolled primary open-angle glaucoma." Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol **257**(5): 983-996.

Smith, A. T., C. D. Wilbert and R. M. Ferre (2020). "Using the Retrobulbar Spot Sign to Assist in Diagnosis and Management of Central Retinal Artery Occlusions." J Ultrasound Med **39**(1): 197-202.

Tham, Y. C., X. Li, T. Y. Wong, H. A. Quigley, T. Aung and C. Y. Cheng (2014). "Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis." Ophthalmology **121**(11): 2081-2090.