Vorderkammertiefe bei langfristiger Sklerallinsenversorgung

Retrospektive Analyse von Pentacam-Messungen über einen mehrjährigen Beobachtungszeitraum

Tim Schwarz, M.Sc. Optometrie
Optometrie Stefan Schwarz FAAO, Hildesheim, Deutschland

Abstract

Hintergrund
Das Tragen von Sklerallinsen kann zu temporären Veränderungen des Vorderkammerwinkels und des Schlemm-Kanals führen. [1] Die Ergebnisse bezüglich der Vorderkammertiefe (ACD) variieren zwischen unveränderten Werten und einer signifikanten Reduktion der ACD. [2]

Während die vorliegende Literatur überwiegend kurzzeitige Änderungen innerhalb weniger Stunden nach dem Aufsetzen untersucht, ist bislang unzureichend erforscht, ob ein langfristiges Tragen von Sklerallinsen mit einer dauerhaften Veränderung der ACD einhergeht.

Zielsetzung
Untersuchung der Veränderung der Vorderkammertiefe (ACD) nach 1, 2, 3, 4 und 5 Jahren langfristigen Sklerallinsentragens im Vergleich zur Baseline.

Methode
Ausgewertet wurden Pentacam-Messungen vor der Sklerallinsenanpassung (Baseline) sowie im Rahmen halbjährlicher bzw. jährlicher Routinekontrollen. Die Abgabe der Sklerallinsen erfolgte innerhalb eines Monats nach der Anpassung. Einschlusskriterium war eine regelmäßige Tragezeit von mindestens 5 von 7 Tagen pro Woche. Bei den Routinekontrollen wurden der Linsensitz beurteilt und der Visus überprüft. Anschließend wurden die Sklerallinsen abgenommen und eine Pentacam-Messung zur Erfassung möglicher morphologischer Veränderungen durchgeführt. Beide Augen wurden eingeschlossen, sofern entsprechende Messungen vorlagen. Aufgrund des retrospektiven Studiendesigns basierte die Analyse auf klinischen Messdaten; ein vorab standardisiertes Messprotokoll lag nicht vor.

Ergebnisse
Das primäre Mixed-Effects-Modell zeigte eine ACD-Zunahme von +0.0097 mm/Jahr (95%-KI +0.0037 bis +0.0158; p=0.0017. Nach Ausschluss großer ΔACD-Werte >0,30 mm war kein zeitabhängiger Trend mehr nachweisbar +0.0002 mm/Jahr (-0.0040 bis +0.0044 p = 0.918).

Fragestellung

Verändert sich die Vorderkammertiefe (ACD) bei langfristiger Sklerallinsen-versorgung im Verlauf mehrerer Jahre?

Studiendesign und statistische Auswertung

Studiendesign
retrospektive longitudinale Analyse bestehender klinischer Daten

Patientenkollektiv
28 Patient*innen,54 Augen mit Baseline, 186 Follow-up-Messungen, 240 Beobachtungen im Primärmodell

Studienpopulation: 28 Patientinnen/Patienten (54 untersuchte Augen)

Indikation	Geschlecht	Anzahl Augen	Anzahl Patienten	Ø Alter bei Start (Jahre)	Spanne (Min – Max)
Keratokonus	Männlich	35	19	37.6 ± 14.5	18.0 – 64.3
	Weiblich	3	3	40.0 ± 13.6	29.2 – 55.3
Reguläre Fehlsichtigkeiten	Männlich	4	2	41.9 ± 12.1	26.8 – 52.8
	Weiblich	4	2	63.2 ± 5.8	57.2 – 70.1
Zustand nach Keratoplastik	Männlich	2	2	51.7 ± 8.6	45.6 – 57.8
	Weiblich	2	2	47.2 ± 13.3	31.9 – 55.3
Hornhautdegenerationen	Männlich	0	0	–	–
	Weiblich	3	2	62.6 ± 1.5	61.7 – 64.3
Sicca-Syndrom	Männlich	0	0	–	–
	Weiblich	1	1	65.4	65.4

* Patientenzahlen nach Indikation sind nicht additiv, da einzelne Patient*innen unterschiedliche Indikationen an beiden Augen aufweisen können.

Messmethode
Pemtacam-Scheimplfug-Tomographie (ACD)

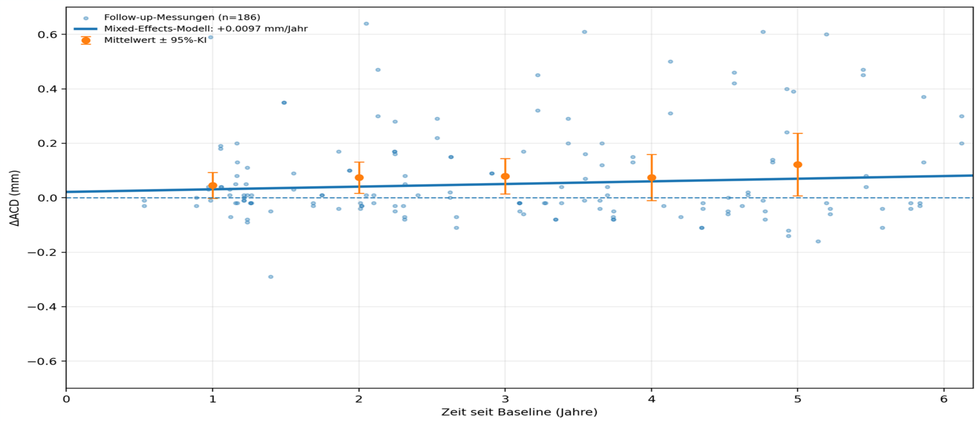
Analyseverfahren
ΔACD = Follow-Up – Baseline | Mixed-Effects-Modell

(zeitlicher Trend, zufälliger Interzept pro Auge) Die statistischen Berechnungen wurden mit der Programmiersprache Python unter Verwendung des Software-Pakets *statsmodels* durchgeführt.

Untersuchungszeitpunkte
≈ 1 / 2 / 3 /4 / 5 Jahre (jeweils Messung ± 6 Monate)

Ergebnisse

Zeitliche Entwicklung der Vorderkammertiefe (ACD)



Das Diagramm zeigt die individuellen ΔACD über die Zeit. Dargestellt sind alle 186 Follow-Up-Messungen, sowie die Konfidenzintervalle für die unterschiedlichen Jahre.

Deskriptive Analyse – ΔACD nach Zeitpunkten

Zeitpunkt	n	Mittlere ΔACD (mm)	SD	95%-KI (mm)
~ 1 Jahr(e)	38	+0.045	0.145	-0.003 bis +0.093
~ 2 Jahr(e)	32	+0.074	0.160	+0.016 bis +0.132
~ 3 Jahr(e)	24	+0.079	0.154	+0.014 bis +0.144
~ 4 Jahr(e)	22	+0.075	0.192	-0.011 bis +0.160
~ 5 Jahr(e)	23	+0.122	0.265	+0.007 bis +0.237

Primäres Mixed-Effects-Modell

+0.0097 mm/Jahr

95%-KI +0.0037 bis +0.0158 mm/Jahr · p = 0.0017

Sensitivitätsanalyse

+0.0002 mm/Jahr

ohne |ΔACD| > 0,30 mm · 95%-KI -0.0040 bis +0.0044
p = 0.918

Stichprobe im Überblick

28 Patient*innen · 54 Augen/Episoden mit Baseline · 186 Follow-up-Messungen · 240 Beobachtungen im Primärmodell

Diskussion

- Kurzfristige Effekte: Jiang et al. zeigten nach 4 Stunden Sklerallinsentragen eine signifikante Abnahme von ACD, AOD500 und TISA500. Die Veränderungen waren nach Linsenentfernung weitgehend reversibel. [2]
- Langfristige ACD: Das primäre Modell zeigte einen kleinen ACD-Anstieg von +0,0097 mm/Jahr (p=0,0017). Nach Ausschluss von 24 großen individuellen Veränderungen (>0,30 mm) war kein zeitabhängiger Trend mehr nachweisbar (+0,0002 mm/Jahr; p=0,918). Der primäre Effekt ist daher nicht robust.
- IOD/Kammerwasserabfluss: Aktuelle Literatur diskutiert mögliche transiente Veränderungen des IOD und des Kammerwasserabflusses während des Sklerallinsentragens [6]; die langfristige klinische Relevanz ist bislang unklar.
- Messqualität: Einzelne Ausreißer können durch Messvariabilität bzw. eingeschränkte Pentacam-Messqualität bedingt sein (z. B. Lidöffnung, Fixation, korneale Trübungen).
- Studiendesign/Confounder: Retrospektive Routinedaten, heterogenes Kollektiv und nicht standardisierte Einflussfaktoren (u. a. Keratokonusprogression, Tragedauer und Linsenparameter) limitieren die Interpretation und schließen eine kausale Zuordnung aus.

Limitationen

- Retrospektive Analyse vorhandener Pentacam-Aufnahmen aus der klinischen Routine
- Kein standardisiertes Messprotokoll; Unterschiede in Tragedauer, Tageszeit, Linsenparametern und Messbedingungen nicht kontrollierbar
- Keratokonusprogression wird mit einer Zuhnahme der ACD assoziiert [3–5]
- Keine standardisierte Erfassung bzw. Modellierung der Keratokonusprogression als Kovariable

Schlussfolgerung

Das primäre Mixed-Effects-Modell ergab einen statistisch signifikanten Anstieg von +0.0097 mm/Jahr, p=0.0017. Nach Ausschluss großer ΔACD-Werte war der Trend nicht mehr signifikant (p=0.918). Die Ergebnisse zeigen keinen Hinweis darauf, dass das langfristige Tragen von Sklerallinsen zu einer systematischen Veränderung der ACD im untersuchten Kollektiv geführt hat.

Die Ergebnisse liefern erste Langzeitdaten aus der klinischen Routine, erlauben aufgrund des retrospektiven Studiendesigns jedoch keine kausale Aussage zum Einfluss des Sklerallinsentragens auf die ACD.

Weitere prospektive, standardisierte Studien sind notwendig, um allgemeingültige kausale Aussagen über den langfristigen Einfluss des Sklerallinsentragens auf die ACD treffen zu können.

Literatur

1. Queiruga-Piñeiro, J. *et al.* Assessment by Optical Coherence Tomography of Short-Term Changes in IOP-Related Structures Caused by Wearing Scleral Lenses. *J. Clin. Med.* 12, 4792 (2023).

2. Jiang, Q. *et al.* Changes in anterior segment after short-term scleral lens wear in healthy Chinese population. *Contact Lens Anterior Eye J. Br. Contact Lens Assoc.* 48, 102291 (2025).

3. Choi, J. A. & Kim, M.-S. Progression of keratoconus by longitudinal assessment with corneal topography. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 53, 927–935 (2012).

4. Mas-Aixala, E., Gispets, J., Lupón, N. & Cardona, G. Anterior chamber parameters in early and advanced keratoconus. A meridian by meridian analysis. *Contact Lens Anterior Eye J. Br. Contact Lens Assoc.* 41, 538–541 (2018).

5. Emre, S., Doganay, S. & Yologlu, S. Evaluation of anterior segment parameters in keratoconic eyes measured with the Pentacam system. *J. Cataract Refract. Surg.* 33, 1708–1712 (2007).

6. Michaud, L. The Impact of Scleral Lenses on Intraocular Pressure. *J. Clin. Med.* 15, 1635 (2026).