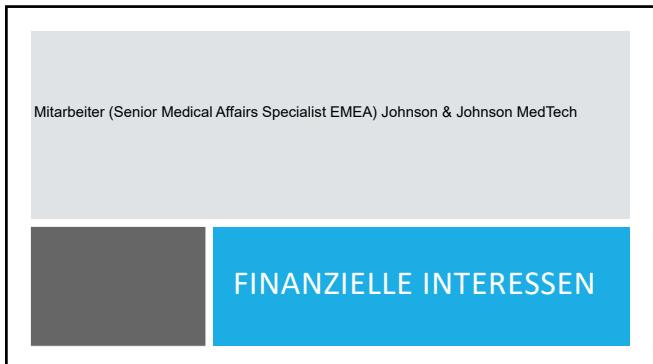
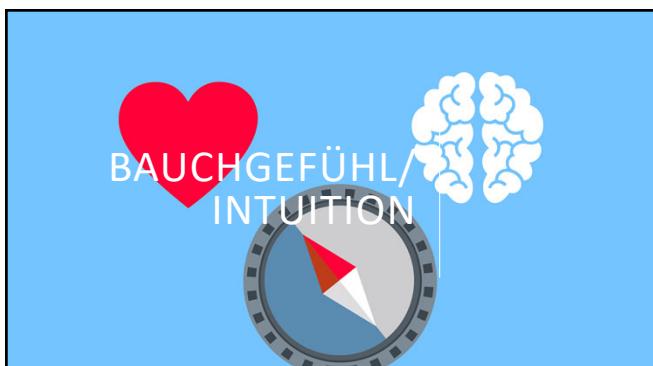




1



2



3

MESSPARAMETER

Achsenlänge = AL
Radius oder Brechkkräfte der HH = R/K
germesen, sondern nur RADEN, welche mit dem fiktiven Brechungsindex (1.3375/ 1.332) in Brechkkräfte umgerechnet werden.
Vorderkammetiefe = VKT
Linsendicke = LD
Weiß zu Weiß Abstand = WZW
Zentrale Hornhautdicke = ZHD

messgenaue Aufnahme (2D) Bild von einer von Europa auf amplatz

4

MESSPARAMETER

Wenn ein Messparameter nicht stimmt, ist der post-operative Refraktionsfehler für den einzelnen Patienten garantiert.

TIPP
Grundsätzlich sollten die Differenzen zwischen zwei Messwerten (zwei verschiedene Geräte oder zwei verschiedene Messungen) folgende Grenzwerte nicht übersteigen*:
 ✓ Achsenlänge 0.1 mm
 ✓ Mittlerer Hornhautradius 0.1 mm (Radius vergleichen NICHT den Astigmatismus zwischen den Messungen!)
 ✓ Vorderkammetiefe 0.2 mm
 ✓ Linsendicke 0.4 mm

Einen Fehler in den Hornhautradien finden Sie 1:1 in der post-operativen Refraktion.

*Höglund P. (2001). Biométrie. Inhoff U. (Hrsg.). Manual der refraktiven Chirurgie (S. 125). Stuttgart: Thieme Verlag.

5

GRUNDSÄTZLICHE LINSENFORMEL

Jede Formel benötigt drei Hauptparameter zur Berechnung der Stärke einer Intraokularlinse (P_0):

- ✓ Achsenlänge = AXL
- ✓ Die Hornhautbrechkraft (K), die auf der Asphärität, der Hornhautdicke, dem Radius der vorderen und hinteren Hornhautkrümmung und dem Verhältnis zwischen hinterer und vorderer Hornhautkrümmung beruht.
- ✓ Die effektive Position der Linse ($EPL = d$) wird anhand mehrerer Variablen geschätzt, wie AXL, Hornhautbrechkraft (K), Vorderkammetiefe (ACD), Linsendicke (LT), Weiß-zu-Weiß-Abstand (WZW), Alter, Refraktion und IOL-Konstanten.

$$P_0 = \frac{n_2}{AXL - d} - \frac{1}{\frac{1}{K} - \frac{d}{n_1}}$$

Basis für alle Linsenformeln.
Die Unterschiede liegen nur in der Vorhersage und Behandlung von d (EPL) sowie der Definition von K.
n2 = Brechungsindex Glaskörper 1.336
n1 = Brechungsindex Kammerwasser 1.336

6

MESSTECHNIK UND IOL-FORMELN		
State of the art 1970	State of the art 1999	State of the art 2024
<ul style="list-style-type: none"> A-Scan Ultraschall Applanzation/ Immersion A-Scan Ultrasound ✓ Manuelle Keratometrie <p>Formeln der 1. Generation: Vor 1980: ELP war konstant für alle Patienten und Linsen (Fyodorov, Brinkhorst; SRK)</p> <p>Formeln der 2. Generation: Ab 1980: AXL wurde für die Vorhersage der ELP benutzt (SRK II, Brinkhorst II)</p> <p>Formeln der 3. Generation: Ab 1990: Neben AXL und K wurden weitere Parameter für die Vorhersage der ELP genutzt bspw. VKT, Haigs oder Hoffer Q (1993)</p> <p>Formeln der 4. Generation: Ab 1995: Neben AXL und K wurden weitere Parameter für die Vorhersage der ELP genutzt bspw. VKT, Haigs (2000), Barrett II (2010)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A-Scan Ultrasound ✓ Manuelle Keratometrie ✓ Topografie (bsp. Keratograph) / Tomografie (bsp. Pentacam 2002) ✓ partial wave interference interferometry (PCI) ✓ IOL-Master 1. Generation (1999, Zeiss) mit Autokeratometrie ✓ optical low coherence reflectometry (OLCR) 1. optische Teilstreckenmessung ✓ Lenstar (2008, Haag Streit) mit Autokeratometrie <p>Formeln der neueren Generation od Programme: Ab 1995: Neben AXL und K wurden weitere Parameter für die Vorhersage der ELP genutzt bspw. VKT, Haigs (2000), Barrett II (2010)</p> <p>Formeln der neueren Generation od Programme: Ab 2002: Neben AXL und K wurden weitere Parameter für die Vorhersage der ELP genutzt bspw. VKT, LD, ZHD, WZW, Alter, Geschlecht, Distanz, und die Berechnung der Krümmung des Hornhauts wurde angepasst oder es wurde mit KL gearbeitet: Kane (2017), Pearl DGS 2019, EVO (1.0 2019, 2.0 2022) usw.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sweep Source OCT (SocCT) für die Biometrie mit optischer Teilstrahlkommunikation; IOL-Master 700 (2014, Zeiss), OH-2000 (xxx, Tomey), Argos (xxx, Movis/Alcon), Anterior (xxx, Heidelberg), Eyestar (xxx, Haag-Streit), ✓ Multizoneautokeratometrie ✓ Tomograf mit Aspherizität, Totalen Brechkräften, Aberrometrie usw.

7

FORMELEINTEILUNG								
Datenstützt			Optischer Ansatz			Hybrid		
Regression	Künstliche Intelligenz (KI)	Parameter verpflichtend	Parameter optional	Parameter verpflichtend	Parameter optional	Kombination aus Optischem Ansatz + KI	Parameter verpflichtend	Parameter optional
SKR	Hill RBF (2.0, 3.0)	AL, VKT	WZW, ZHD, Geschlecht	SRK T	AL, K	Kane	AL, K, VKT, Gender	LD, ZHD
SRK II				Hoffer Q	AL, K	Pearl DGS	AL, K, VKT	LD, ZHD
Masken				Holladay	AL, K	Hoffer Qst	AL, K, VKT, Gender	
				Haigs	AL, K, VKT			
				Holladay II	AL, K, VKT, WZW, LD, RX, Alter			
				Barrett	AL, K, VKT			
				EVO	AL, K, VKT			
				Olson	AL, K, VKT, LD, ZHD			
				Okulix	AL, K, VKT, LD, ZHD			
				Castrop	AL, K, VKT, LD, ZHD			
				Cooke KG	AL, K, VKT, LD, ZHD, WZW			

8

FORMELÜBERBLICK								
	Definition	3. Generation Formeln		4. Generation Formeln		Formeln neuer Generationen		
		Hoffer Q	SRK T	Holladay I	Haigs	Holladay II	Barrett	EVO Hill RBF Kane Pearl DGS
Normale Augen	22mm to 25mm	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Kurze Augen	<22mm			⊕	⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Lange Augen	≥25 mm to ≥28mm					⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Lange Augen	≥28mm to ≥30mm					⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Lange Augen	≥30mm					⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Normale HH		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Flache HH	≤42D			⊕	⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Stille HH	≥46D				⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Normale VKT		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Flache VKT	≤3.0mm				⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕
Tiefe VKT	≥3.5mm				⊕	⊕	⊕	⊕ ⊕ ⊕ ⊕

9

FORMELÜBERBLICK

Weitere neue Formeln bei denen wir auf noch mehr klinische Daten warten:

Castrop
Cooke K6
Panacea
Hoffer Qst

10

FORMELÜBERBLICK

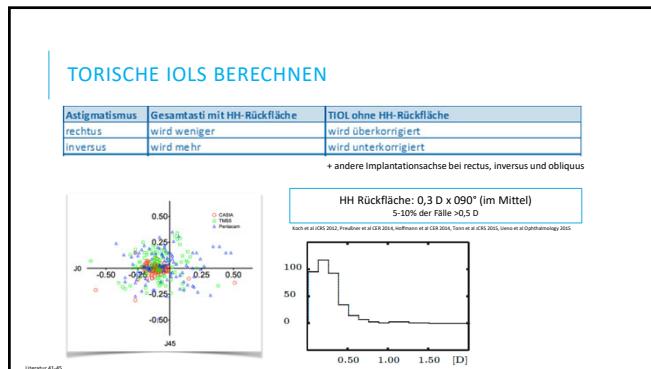
- * Formeln der 3. (SRK T, Holladay, Hoffer Q) und 4. Generation (Holladay II, Haigis, Barrett II) sind in der Regel auf den Biometern installiert
- * Neuere Formeln sind kostenlos online zu finden, entweder direkt auf der Seite der Autoren oder gesammelt (7 Formeln auf der ESCRS Seite) <https://iolcalculator.escrs.org/>
- ✓ Kane <https://www.iolformula.com/>
- ✓ EVO <https://www.evolocalculator.com/calculator.aspx>
- ✓ Pearl DGS <https://iolsolever.com/>
- ✓ Hoffer Qst <https://hofferqst.com/>
- ✓ Cooke K6 <https://www.cookeformula.com/>
- ✓ Castrop Formel <https://iolcon.org/iolpm.php>
- ✓ Panacea <http://www.panaceaiohandicaculator.com/downloads.html>
- ✓ Usw.

11

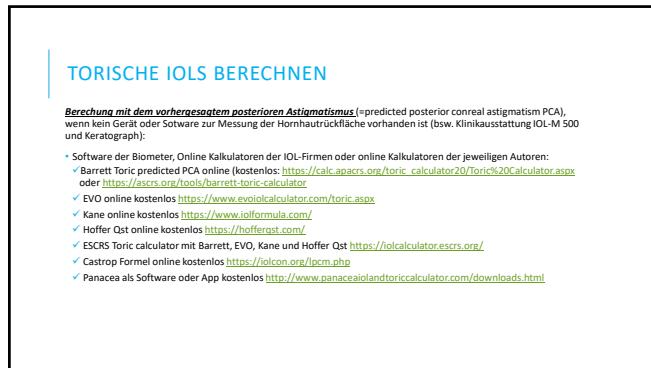
TORISCHE IOLS BERECHNEN



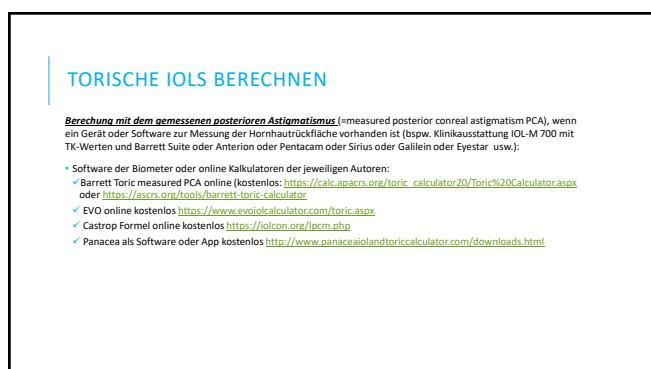
12



13



14



15

TORISCHE IOLS BERECHNEN

Induzierter Astigmatismus (surgical induced astigmatism= SIA)

- > entsteht durch die Inzision, es kommt zu einer Abflachung im Incisionsmeridian und eine Aufsteilung im Meridian 90° dazu (meist aber unsymmetrisch)
- > meist asymmetrisch und induziert daher noch zusätzlich HOAs und Astigmatismus (besonders in Incisionsnähe)
- > beeinflusst das post-operativ refraktive Ergebnis durch:
 - ✓ Restastigmatismus
 - ✓ HOAs
- > hängt ab vom Incisionstyp (Clear Cornea oder limbal) Länge (1,8, 2,2, 2,4, 2,75 mm usw.), Lokation (temporal, nasal, superior, superotemporal, superonasal)
- > geringerer SIA d.h. stabiler Astigmatismus in einer schnelleren Zeit post-operativ (innerhalb von 2 Wochen) und unabhängig vom prä-operativem Astigmatismus mit:
 - ✓ Incision < 3 mm
 - ✓ temporaler Inzision
 - ✓ astigmatismusneutral bei einer temporalen posterior-limbalen Incision von ≤ 2,2 mm und clear cornea Incision ≤ 1,8 mm
- > nach 3-6 Monaten normalisiert sich der SIA (0,26 dpt ± 0,46 dpt nach 6 Mo bei einer temporalen 3,2 mm CCI)
- > **Tip:** SIA nicht für die Berechnung der torischen IOls nehmen (besonders bei Inzisionen auf der flachen Achse), SIA 0,0 D eingeben, SIA ermitteln (Biometer oder online bspw. Seite Warren Hill), um einen Überblick über den evtl. Einfluss des SIAs zu haben

16

ZUSAMMENFASSUNG

- ✓ Optimale Meßergebnisse sind die Voraussetzung für gute Berechnung
- ✓ Neuere Formeln sind genauer besonders bei ungewöhnlicheren Augen (weniger systematische Fehler)
- ✓ Vergleich mit neuen Formeln ist empfehlenswert
- ✓ Bei der Berechnung von torischen Linsen die posteriore Hornhaut beachten (je nach technischer Voraussetzung vorhergesagt oder gemessen).
- ✓ SIA wissen, um deren Einfluss abschätzen zu können aber wenn möglich nicht mit in die Berechnung der torischen IOls einfließen lassen besonders wenn die Inzision auf der flachen Achse liegt

17

VIELEN DANK



18

LITERATUR

1. Fyodorov SN, Galin MA, Linksz A. Calculation of the optical power of intraocular lenses. *Invest Ophthalmol*. 1975 Aug;14(8):625-8. PMID: 1150402.
2. Barrett GD. Intraocular lens calculation formulas for new intraocular lens implants. *J Cataract Refract Surg*. 1987;13(4):389-396. doi:10.1016/0886-3350(87)80037-8.
3. Barrett GD. An improved universal theoretical formula for intraocular lens power prediction. *J Cataract Refract Surg*. 1993;19(6):713-720. doi:10.1016/0886-3350(93)80339-2.
4. Stopryra W., Langenbucher A., Grzybowski A. Intraocular Lens Power Calculation Formulas—A Systematic Review. *Ophthalmol Ther*. 2023 Dec;12(6):2881-2902. doi: 10.1007/s40412-023-00799-6.
5. Melles RB, Holliday JT, Chang WJ. Accuracy of Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology* 2018; 125: 169–178. doi:10.1016/j.ophtha.2017.08.027
6. Cooke DL, Cooke TL. A comparison of two methods to calculate axial length. *Cataract Refract Surg*. 2019 Mar;45(3):284-292. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.10.039.
7. Rocha-de-Losada C, Colmenero-Reina C, Flikier D, Castro-Alonso F-R, Rodriguez-Raton A, Garcia-Madrona JG, Peraza-Nieves J, Sánchez-González JM. Intraocular lens power calculation formula accuracy: Comparison of 12 formulas for a trifocal hydrophilic intraocular lens. *Eur J Ophthalmol*. 2021 Nov;31(6):2981-2988. doi: 10.1177/0912120980690. Epub 2020 Dec 18.

19

LITERATUR

8. Carmona-González D, Castillo-Gómez A, Palomino-Bustista C, Romero-Domínguez M, Ángeles Gutiérrez-Moreno M. Comparison of the accuracy of 11 IOL power calculation formulas. *Eur J Ophthalmol*. 2021 Sep;31(5):2370-2376. doi: 10.1177/1120672120962030. Epub 2020 Oct 15.
9. Connell BJ. Comparison of the Kane formula with existing formulas for intraocular lens power selection. *BMI Open Ophthalmol* 2019; 4: e000251. doi:10.1136/bmioophth-2018-000251
10. Hipólito-Fernandes D, Luis ME, Gil P, Madruga V, Feijão J, Yeo TK, Voytsekhivsky O, Alves N. VRF-G, a new intraocular lens power calculation formula: a 13-formulas comparison study. *Clin Ophthalmol*. 2020;16(14):4395–402. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S290125>.
11. Cheng H, Kane JX, Liu L, Li J, Cheng B, Wu M. Refractive predictability using the iOLMaster 700 and artificial intelligence-based IOL power formulas compared to standard formulas. *J Refract Surg*. 2020;36(7):466–72. <https://doi.org/10.3928/1081597X-20200514-02>.
12. Debellemanière G, Dubois M, Gauvin M, Wallerstein A, Brenner L, Rampat R, Saad A, Gatineau D. The PEARL-DGS formula: the development of an open-source machine learning-based thick IOL calculation formula. *Am J Ophthalmol*. 2021;232:58–69. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2021.05.004>.
13. Shammas HJ, Taroni L, Pellegrini M, Shammas MC, Jivrajka RV. Accuracy of never IOL power formulas in short and long eyes using sum-of-segment biometry. *J Cataract Refract Surg*. 2022. <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000000958>.

20

LITERATUR

14. Darcy K, Gunn D, Tavassoli S et al. Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10 930 eyes from the UK National Health Service. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46: 2–7. doi:10.1016/j.jcrs.2019.08.014
15. Voytsekhivsky OV, Hoffer KJ, Savini G, Tuchenco LP, Hipólito-Fernandes D. Clinical accuracy of 18 IOL power formulas in 241 short eyes. *Curr Eye Res*. 2021;46(12):1832–43. <https://doi.org/10.1080/02713683.2021.1933056>.
16. Abulafia A, Barrett GD, Rotenberg MG, Kleinmann G, Levy A, Reitblat O, Koch DD, Wang L, Assia EI. Intraocular lens power calculation for eyes with an axial length greater than 24 mm: comparison of formulas and methods. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(3):548–56. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2014.06.033>.
17. Pereira A, Popovic MM, Ahmed Y, Lloyd JC, El-Defrawy S, Gorfinkele J, Schlenker MB. A comparative analysis of 12 intraocular lens power formulas. *Int Ophthalmol*. 2021;41(12):4137–50. <https://doi.org/10.1007/s10792-021-01966-z>.
18. Ang RE, Rapista AJ, Remo JT, Tan-Dacian MA, Cruz EM. Clinical outcomes and comparison of intraocular lens calculation formulas in eyes with long axial myopia. *Taiwan J Ophthalmol*. 2021;12(3):305–11. https://doi.org/10.4103/tjo.tjo_7_21.
19. Wendelstein J, Hoffmann P, Hirnshall N, Fischinger IR, Mariacher S, Wingert T, Langenbucher A, Bolz M. Project hyperopic power prediction: accuracy of 12 different concepts for intraocular lens calculation in short eyes. *Br J Ophthalmol*. 2022 Jun;106(6):795–801. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-318272. Epub 2021 Jan 27.

21

LITERATUR

20. Cooke DL, Cooke TL. Comparison of 9 intraocular lens power calculation formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016;42:1157–64. doi:10.1016/j.jcrs.2016.06.029
21. Stoprya W, Langenbucher A, Grzybowski A. Intraocular Lens Power Calculation Formulas-A Systematic Review. *Ophthalmol Ther* 2023 Dec;12(6):2881–2902. doi:10.1007/s40123-023-00799-6. Epub 2023 Sep 12.
22. Kane JX, Melles RB. Intraocular lens formula comparison in axial hyperopia with a high-power intraocular lens of 30 or more diopters. *J Cataract Refract Surg* 2020;46:1236–9. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000235
23. Cheng H, Wang L, Kane JX, Li J, Liu L and Wu M. Accuracy of Artificial Intelligence Formulas and Axial Length Adjustments for Highly Myopic Eyes. *American Journal of Ophthalmology*, 2021; 223: 100–107. doi: 10.1016/j.ajo.2020.09.019
24. Tsessler M, Cohen S, Wang L, Koch D, Zadok Z, Abulafia A. Evaluating the prediction accuracy of the Hill-RBF 3.0 formula using a heteroscedastic statistical method. *J Cataract Refract Surg*. 2022 Jan 1;48(1):37–43. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000702.
25. Savini G, Di Mita M, Hoffer KJ, Naser K, Schiano-Lomoriello D, Vagge A, Di Ciello L, Traverso CE. Comparison of 13 formulas for IOL power calculation with measurements from partial coherence interferometry. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(4):484–9. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-316193>.

22

LITERATUR

26. Gatineau D, Debellemanière G, Saad S, Dubois S, Rampat R. Determining the Theoretical Effective Lens Position of Thick Intraocular Lenses for Machine Learning-Based IOL Power Calculation and Simulation. *Transl Vis Sci Technol*. 2021 Apr 1;10(4):27. doi: 10.1167/tvst.10.4.27.
27. Debellemanière G, Dubois M, Gauvin M, Wallerstein A, Brenner LF, Rampat R, Saad R, Gatineau D. The PEARL-DGS Formula: The Development of an Open-source Machine Learning-based Thick IOL Calculation Formula. *Am J Ophthalmol*. 2021 Dec;232:58–69. doi: 10.1016/j.ajo.2021.05.004. Epub 2021 May 13.
28. Hipólito-Fernandes D, Elisa Luís M, Gil P, Maduro V, Feijão J, Yeo TK, Voytsekhivskyy O, Alves N. VRF-G, a New Intraocular Lens Power Calculation Formula: A 13-Formulas Comparison Study. *Clin Ophthalmol*. 2020 Dec 16:14:4395–4402. doi: 10.2147/OPTH.S290125. eCollection 2020.
29. Melles RB, Kane JX, Olsen T, Chang WJ. Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology*. 2019;126(9):1334–1335. doi:10.1016/j.ophtha.2019.04.011
30. Savini G, Hoffer KJ, Balducci N, Barboni P, Schiano-Lomoriello D. Comparison of formula accuracy for intraocular lens power calculation based on measurements by a swept-source optical coherence tomography optical biometer. *J Cataract Refract Surg*. 2020;46(1):27–33. doi:10.1016/j.jcrs.2019.08.044

23

LITERATUR

31. Voytsekhivskyy OV, Hoffer KJ, Tuchtenko LT, Cooke DL, Savini G. Accuracy of 24 IOL Power Calculation Methods. *Refract Surg*. 2023 Apr;39(4):249–256. doi: 10.3928/1081597X-20230131-01. Epub 2023 Apr 1.
32. Aristodemou P, Knox Cartwright NE, Sparrow JM, Johnston RL. Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Jan;37(1):63–71. doi:10.1016/j.jcrs.2010.07.032.
33. Hoffer KJ. Clinical results using the Holladay 2 intraocular lens power formula. *J Cataract Refract Surg*. 2000 Aug;26(8):1233–7. doi: 10.1016/S0886-3350(00)00376-7.
34. Wang Q, Jiang W, Lin T, Wu X, Lin H, Chen W. Meta-analysis of accuracy of intraocular lens power calculation formulas in short eyes. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018 May;46(4):356–363. doi: 10.1111/ceo.13058. Epub 2017 Oct 10
35. Luo Y, Li H, Gao L, Du J, Chen W, Gao Y, Ye Z, Li Z. Comparing the accuracy of new intraocular lens power calculation formulae in short eyes after cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int Ophthalmol*. 2022 Jun;42(6):1939–1956. doi: 10.1007/s10792-021-02191-4. Epub 2022 Jan 26.
36. Reitblat O, Levy A, Kleinmann G, et al. Intraocular lens power calculation for eyes with high and low average keratometry readings: comparison between various formulas. *J Cataract Refract Surg* 2017;43:1149–56. doi:10.1016/j.jcrs.2017.06.036

24

LITERATUR

37. Stopyra W. Analysis of accuracy of twelve intraocular lens power calculation formulas for eyes with axial hyperopia. *Saudi J Ophthalmol.* 2023 May;27(2):125-130. doi: 10.4103/sjopt.sjopt_64_22. eCollection 2023 Apr-Jun.
38. Chang P, Qian S, Wang Y, Li S, Yang F, Hu Y, Liu Z, Zhao YE. Accuracy of new-generation intraocular lens calculation formulas in eyes with variations in predicted refraction. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2023 Jan;261(1):127-135. doi: 10.1007/s00417-022-05748-w. Epub 2022 Jul 8.
39. Hipólito-Fernandes D, Luís ME, Serras-Pereira R, Gil P, Maduro V, Feijão J, Alves N. Anterior chamber depth, lens thickness and intraocular lens calculation formula accuracy: nine formulas comparison. *Br J Ophthalmol.* 2022 Mar;106(3):349-355. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-317822. Epub 2020 Nov 23.
40. Melles RB, Kane JX, Olsen T, Chang WL. Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology.* 2019 Sep;126(9):1334-1335. doi: 10.1016/j.joptha.2019.04.011. Epub 2019 April 11.
41. Hoffmann PC, Abraham M, Hirnschall N, Findl O. Prediction of residual astigmatism after cataract surgery using swept source Fourier domain optical coherence tomography. *Curr Eye Res.* 2014 Dec;39(12):1178-86.

25

LITERATUR

42. Ueno Y, Hiraoka T, Miyazaki M, Ito M, Oshika T. Corneal thickness profile and posterior corneal astigmatism in normal corneas. *Ophthalmology.* 2015 Jun;122(6):1072-8.
43. Preussner PR, Hoffmann P, Wahl J. Impact of Posterior Corneal Surface on Toric Intraocular Lens (IOL) Calculation. *J Refract. Surg.* 2013 Sep;26:1-6.
44. Kohnen T. Posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2013 Dec;39(12):1795.
45. Koch, D.D.; Ali, S.F.; Weikert, M.P.; Shirayama, M.; Jenkins, R.; Wang, L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2012 Dec;38(12):2080
46. Ermiş SS, İnan ÜU, Ozturk F. Surgically induced astigmatism after superotemporal and superonasal clear corneal incisions in phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(6):1316-1319.
47. Kohnen T, Dick B, Jacobi KW. Comparison of the induced astigmatism after temporal clear corneal tunnel incisions of different sizes. *J Cataract Refract Surg.* 1995;21(4): 417-424.
48. Maskit S, Wang L, Belani S. Induced astigmatism with 2.2- and 3.0-mm coaxial phacoemulsification incisions. *Journal of Refractive Surgery.* 2009;25(1):21-24.

26

LITERATUR

48. Hayashi K, Yoshida M, Hayashi H. Postoperative corneal shape changes: microincision versus small-incision coaxial cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(2):233-9.
49. Kurz S, Krämernauer F, Gabriel P, Pfeiffer N, Dick HB. Biaxial microincision versus coaxial small-incision clear cornea cataract surgery. *Ophthalmology.* 2006;113(10): 1818-26. comment in: *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(2):205.
50. Hashemi H, Khabazkhoob M, Soroush S, Sharifi R, Mirafzal M, Yekta A. The location of incision in cataract surgery and its impact on induced astigmatism. *Curr Opin Ophthalmol.* 2016;27(1):58-64
51. Jauhari N, Chopra D, Chaurasia RK, Agarwal A. Comparison of surgically induced astigmatism in various incisions in manual small incision cataract surgery. *Int J Ophthalmol.* 2014; 7:1001-1004.
52. Febbraro JL, Wang L, Borasio E, et al. Astigmatic equivalence of 2.2-mm and 1.8-mm superior clear corneal cataract incision. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2015; 253:261-265.
53. Rainer G, Menapace R, Vass C, et al. Corneal shape changes after temporal and superolateral 3.0 mm clear corneal incisions. *J Cataract Refract Surg.* 1999; 25:1121-1126.
54. Moon SC, Mohamed T, Fine IH. Comparison of surgically induced astigmatisms after clear corneal incisions of different sizes. *Korean J Ophthalmol.* 2007; 21:1-5.

27

LITERATUR

55. Rho CR, Joo CK. Effects of steep meridian incision on corneal astigmatism in phacoemulsification cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:666-671.
56. Hayashi K, Barritt IS, Yu E, Vitale S, et al. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:4185-423.
57. Hayashi K, Yoshida M, Yoshimura K. *J Cataract Refract Surg*. Effect of steepest-meridian clear corneal incision for reducing preexisting corneal astigmatism using a meridian-marking method or surgeon's intuition. 2014 Dec;40(12):2050-6.
58. Kaufmann C, Peter J, Ooi K, et al. Limbal relaxing incisions versus on-axis incisions to reduce corneal astigmatism at the time of cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:2261-2265.
59. Xu L, Zheng DY, Luo LX, et al. Comparison of clear corneal on-axis and temporal incisions for Acrysof Toric intraocular lens implantation. *Chin J Ophthalmol* 2010; 46:243-248.
60. Wei Y-H, Chen W-L, Su P-Y, Shen EP, Hu F-R. The influence of corneal wound size on surgically induced corneal astigmatism after phacoemulsification. *J Formos Med Assoc* 2012;111:284-289.
61. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. The correlation between incision size and corneal shape changes in sutureless cataract surgery. *Ophthalmology* 1995; 102:550-556.
62. Marek R, Kluč A, Pavlik R. Comparison of surgically induced astigmatism of temporal versus superior clear corneal incisions. *Klin Očna* 2006;108(10-12):392-6.

28

LITERATUR

62. Jun Yang, Xiu Wang, Hong Zhang, Yi Pang, and Rui-Hua Wie Clinical evaluation of surgery-induced astigmatism in cataract surgery using 2.2 mm or 1.8 mm clear corneal micro-incisions. *Int J Ophthalmol.* Jan 2017; 10(1): 68-71.
63. Ernest P, Hill W, Potvin R. Minimizing surgically induced astigmatism at the time of cataract surgery using a square posterior limbal incision. *J Ophthalmol* 2011;2011:243170.
64. Borasio E, Mehta JS, Maurino V. Torque and flattening effects of clear corneal temporal and on-axis incisions for phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:2030-2038.
65. Borasio E, Mehta JS, Maurino V. Surgically induced astigmatism after phacoemulsification in eyes with mild to moderate corneal astigmatism: temporal versus on-axis clear corneal incisions. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:565-572.
66. Pawar VS, Sindal DK. A comparative study on the superior, supero-temporal and the temporal incisions in small incision cataract surgeries for post operative astigmatism. *J Clin Diagn Res* 2012; 6:1229-1232.
67. Malik VK, Kumar S, Kamboj R, et al. Comparison of astigmatism following manual small incision cataract surgery: superior versus temporal approach. *Nepal J Ophthalmol* 2012; 4:54-58.

29

LITERATUR

68. Wang J, Zhang EK, Fan WY, et al. The effect of micro-incision and small incision coaxial phaco-emulsification on corneal astigmatism. *Clin Experiment Ophthalmol* 2009; 37:664-669.
69. Kim YI, Kwon MC, Auffarth GU, Choi CY. Change in Anterior and Posterior Curvature After Cataract Surgery. *J Refract Surg*. 2016 Nov;13(11):754-759.
70. Wilczyński M, Supady E, Piotr L, Synder A, Palenga-Pydyn D, Omulecki W. Comparison of surgically induced astigmatism after coaxial phacoemulsification through 1.8 mm microincision and bimanual phacoemulsification through 1.7 mm microincision. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1563 e 9.
71. Hayashi K, Yoshida M, Hayashi H. Postoperative corneal shape changes: microincision versus small-incision coaxial cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:233 e 9.
72. Yao K, Tang X, Ye P. Corneal astigmatism, high order aberrations, and optical quality after cataract surgery: microincision versus small incision. *J Refract Surg*. 2006;22(9): 1079-82.
73. Elkady B, Alió JL, Ortiz D, Montalbán R. Corneal aberrations after microincision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(1):40-5.

30

LITERATUR

74. Pakravan M, Yazdani S, Shahabi C, Sedigh-Rahimabadi M. Astigmatic outcomes of temporal versus nasal clear corneal phacoemulsification. *J Ophthalmic Vis Res* 2009;4:79 e 83.
75. Borasio E, Mehta JS, Maurino V. Torque and flattening effects of clear corneal temporal and on-axis incisions for phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*. 2006;32(12):2030 – 8
76. Müller M, Kohnen T. Incisions for biaxial and coaxial microincision cataract surgery. *Ophthalmologe* 2010;107(2): 08–115.
77. Lee KM, Kwon HG, Joo CK. Microcoaxial cataract surgery outcomes: comparison of 1.8 mm system and 2.2 mm system. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(5):874–880.
78. Lou L, Lin H, HE M, Gonden M, Yang Y, Lu L. Clinical Evaluation of Three Incision Size-Dependent Phacoemulsification Systems. *AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY* May 2012, 831-839.e2
79. Altan-Yaycioglu R, Akova YA, Akca S, Gur S, Oktener C. Effect on astigmatism of the location of clear corneal incision in phacoemulsification of cataract. *J Refract Surg* 2007; 23:519–525
80. Kohnen S, Neuber R, Kohnen T. Effect of temporal and nasalunstiched limbal tunnel incisions on induced astigmatism after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:821–825
81. Hoffmann PC, Aurel SS, Hütt WW. Results of higher power toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*.2011 Aug;37(8):1411-8