

23. DGII-Tagung 2009
27.-28. Feb. 2009, München

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Wolfgang Haigis
Universität Würzburg
Augenklinik



IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Hintergrund

- Achslänge AL > 30 mm: selten (≈ 1.2%)
- Staphylom-Inzidenz stark zunehmend: 5% bei 28 mm, 50% bei 32 mm
- bei ≈ 31 – 32 mm: Übergang von Plus- zu Minuslinsen
- nur wenig Hersteller produzieren Minuslinsen
- Literatur: hyperope refraktive Ergebnisse bei hohen Myopien, sogar mit 0-D-Linsen

→ Something is happening and you don't know what it is.
(Bob Dylan: Ballad of a thin man. From: Highway 61 revisited.)

IOL-Berechnung

Welche Formel für welche Achslänge?

Mittl. Absolutfehler verschiedener IOL-Formeln bei unterschiedlichen Achslängen

AL in mm	Haigis only a0 optimized	Haigis a0, a1 & a2 optimized	Hoffer Q ACD optimized	Holladay 1 SF optimized	Holladay 2 ACD optimized	SRK/T A-constant optimized
18.00 - 19.99	0.50 D	0.50 D	0.50 D	1.00 D	0.50 D	2.00 D
20.00 - 21.99	0.25 D	0.25 D	0.25 D	0.50 D	0.25 D	1.00 D
22.00 - 25.99	0.25 D	0.25 D	0.25 D	0.25 D	0.25 D	0.25 D
26.00 - 27.99	0.25 D	0.25 D	0.50 D	0.25 D	0.25 D	0.25 D
28.00 - 30.00	0.50 D	0.25 D	0.50 D	0.25 D	0.25 D	0.50 D
Minus power IOLs	1.00 D	0.50 D	1.00 D	0.50 D	0.50 D	1.00 D

www.doctor-hill.com/iol-main/formulas.htm, as of Aug. 19, 2008

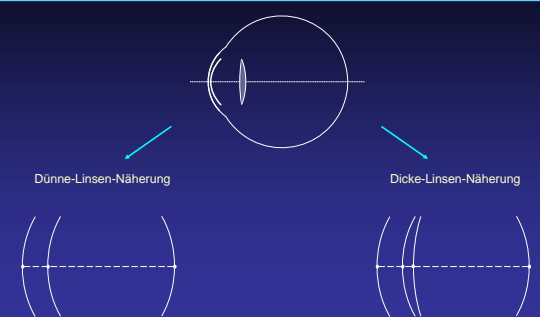
IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Material und Methoden

- Vergleich der Näherungen für dicke und dünne Linsen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von IOL-Konstanten
- Ergebnisse angewandt auf Baudaten der Alcon MA60MA Linse (Stärkenbereich: +5/-5 D) zur qualitativen Vorhersage von IOL-Konstanten
- Definition von Modellaugen für die MA60MA Linse unter Benutzung von ray-tracing
- Herleitung von IOL-Konstanten für die Haigis-Formel zur korrekten Vorhersage der IOL-Stärken der Modellaugen

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

IOL-Berechnung: dünne vs dicke Linsen

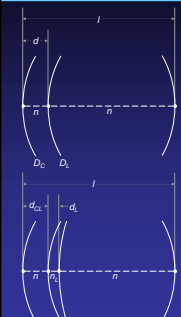


Dünne-Linsen-Näherung

Dicke-Linsen-Näherung

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

IOL-Berechnung: dünne vs dicke Linsen



Dünne Linse: $D_L = \frac{n}{l-d} - \frac{n}{z-d}$ $z = D_c + \frac{R_1}{1-R_1 \cdot dx}$

Dicke Linse: $D_L = \frac{n}{l-(d_{ct}+d_l-n \cdot \frac{d_l}{n_l} \cdot \frac{D_{2l}}{D_l})} - \frac{n}{z-(d_{ct}+n \cdot \frac{d_l}{n_l} \cdot \frac{D_{2l}}{D_l})}$

→ $\frac{n}{l-d} - \frac{n}{z-d} = \frac{n}{l-(d_{ct}+d_l-n \cdot \frac{d_l}{n_l} \cdot \frac{D_{2l}}{D_l})} - \frac{n}{z-(d_{ct}+n \cdot \frac{d_l}{n_l} \cdot \frac{D_{2l}}{D_l})}$

→ $\frac{n}{l-d} - \frac{n}{z-d} = \frac{n}{l-(d_{ct}+SH)} - \frac{n}{z-(d_{ct}+SH)}$

D_{1c}, D_{2c} : vorderer, hinterer Flächenbrechwert der IOL
SH: Abstand vorderer IOL-Scheitel - objekt- bzw. bildseitige Hauptebene

Linsenoptik

Lage der Hauptebenen für verschiedene Linsengeometrien

Thou com'st in such a questionable shape ... (Hamlet)

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

IOL-Berechnung: Linsen-Geometrie und IOL-Konstanten

Abhängigkeit zwischen effektiver Linsenposition d und IOL-Geometrie (SH, SH'):

$$l-d \frac{n}{z} = \frac{n}{l-(d_{CL}+SH')} - \frac{n}{z} - (d_{CL}+SH)$$

→ quadratische Gleichung für $d = f(SH, SH', \dots)$

Abhängigkeit zwischen effektiver Linsenposition d und IOL-Konstanten:

In allen theoret. Formeln: $d = f(IOL-const, l, \dots)$
 e.g. Haigis-Formel $d = a_0 + a_1 \cdot AC + a_2 \cdot l$

Es gibt eine Abhängigkeit zwischen IOL-Konstanten und IOL-Geometrie (Hauptebenenlage)

Linsenoptik

Lage der Hauptebenen für die Alcon MA60MA

+5 D 0 D -5 D

Linsenoptik

Lage der Hauptebenen für die Alcon MA60MA

-5 D -1 D +1 D +5 D

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Emmetropie-IOLs der Alcon MA60MA für Modellaugen

AL [mm]	IOL power [D]
29	5.5
30	4.5
31	3.5
32	2.5
33	1.5
34	0.5
35	-0.5

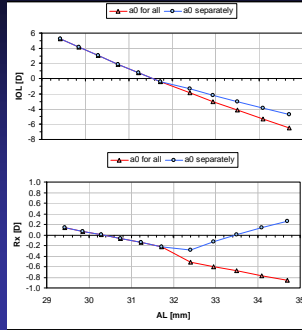
IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Effektive IOL-Position (ELP) und IOL-Konstante a_0 für die Alcon MA60MA

Optimierte IOL-Konstanten:
 • für plus-IOLs: $a_0 = +2.77$
 • für minus-IOLs: $a_0 = -1.73$
 $a_1 = 0.4, a_2 = 0.1$

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Effektive IOL-Position (ELP) und IOL-Konstante a0 für die Alcon MA60MA



Optimierte IOL-Konstanten:
 • für plus-IOLs: a0 = +2.77
 • für minus-IOLs: a0 = -1.73
 a1 = 0.4, a2 = 0.1

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Übergang: 0-D-Linse

Für IOL-Stärke = 0 und Emmetropie: $D_L = \frac{n}{l-d} - \frac{n}{z-d} = 0 \Rightarrow l = \frac{n}{D_C} \Rightarrow l = \frac{n \cdot R_C}{n_K - 1}$

R_C : Hornhautradius
 n_K : Keratometer-Index

Hornhautradius R_C [mm]	Achslänge [mm]			
	SRK/T	Holladay-1	HofferQ	Hälgis
7.80	31.3	31.1	30.9	31.4
7.90	31.7	31.5	31.3	31.8

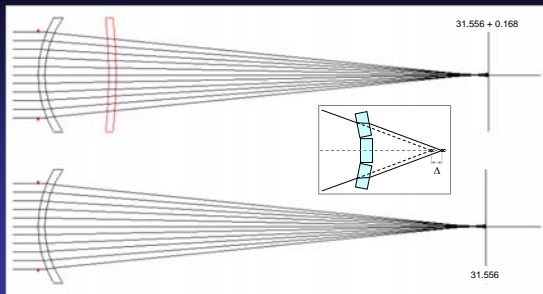
Kombinationen aus Radien R_C und Achslängen zur Erzeugung von Emmetropie ohne IOL

Hornhautradius R_C [mm]	Achslänge [mm]		
	A = 117	A = 118	A = 119
7.80	31.0	31.4	31.8
7.90	31.2	31.6	32.0

Kombinationen aus Radien R_C und Achslängen zur Erzeugung von Emmetropie ohne IOL für SRK II: Ergebnisse abhängig von A-Konstanten, was keinen Sinn macht → SRK II hier nicht geeignet!

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Refraktiver Effekt einer 0-D-Linse vom Typ Alcon MA60MA



→ Eine 0-D-Linse verursacht eine hyperope refraktive Verschiebung (typisch 0.3 D)

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Zusammenfassung

- die effektive (dünne-) Linsenposition (ELP) ist mit der IOL-Geometrie über die Lage der Hauptebenen verknüpft
- Übergang von Plus- zu Minus-Linsen = abrupte Änderung der Hauptebenenlagen = abrupter ELP-Übergang = abrupte Änderung von IOL-Konstanten
- Plus- und Minus-IOLs benötigen unterschiedliche Konstanten-Sätze
- die Verwendung von Konstanten-Sätzen für Pluslinsen bei Minuslinsen führt zwingend zu hyperopen refraktiven Fehlern, die mit der Achslänge zunehmen
- 0-D-Linsen verursachen einen hyperopen Fehler von typ. 0.25 D
- SRK II bei hoher Myopie nicht verwenden!

IOL-Berechnung bei hoher Myopie

Literatur

- Haigis W: IOL calculation in extreme myopia. J Cataract Refract Surg, DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.12.035, accepted for publication, Dec 10, 2008
- Petermeier K, Szurman P: Accuracy of intraocular lens power calculation for the AcrySof MA60MA in highly myopic patients. Presentation at ESCRS 2007, Stockholm
- Petermeier K, Gekeler, F, Messias A, Spitzer M, Haigis W, Szurman P: Intraocular lens power calculation in highly myopic eyes implanted with the Alcon AcrySof MA60MA. Submitted for publication in J Cataract Refract Surg, Aug. 2008
- ULIB - User Group for Laser Interference Biometry: Optimized IOL constants for the Zeiss IOLMaster: www.augenklinik.uni-wuerzburg.de/ulib/c1.htm, as of July, 22, 2008

