

Neue Aspekte der Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Berthold Seitz, MD, FEBO & Achim Langenbacher, PhD



Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Augenheilkunde
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Berthold Seitz

Kataraktchirurgie nach refraktiver Hornhautchirurgie

Potentielle Problemfelder

- (1) Technische Durchführung
- (2) Kunstlinsenberechnung

Kataraktchirurgie nach refraktiver Hornhautchirurgie

Kunstlinsenberechnung

- **Bulbuslänge**
Winkler von Mohrenfels C, et al: Optical biometry before and after excimer laser epithelial keratomileusis (LASEK) for myopia. *Eur J Ophthalmol* 2003;13:257-9.
- „K-Wert“
 - gemessener Radius
 - daraus berechnete Brechkraft
- Kunstlinsenberechnungsformel
 - Effektive Linsenposition = pseudophake Vorderkammertiefe

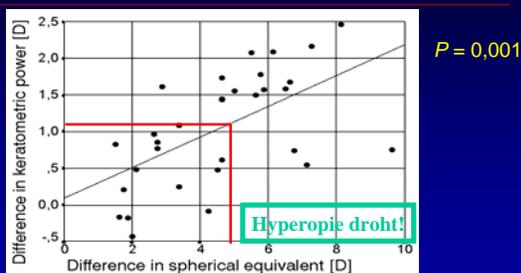
Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Ziele

- **Validität der Hornhautbrechkraftmessung**
- Gründe für die Fehlbestimmung der Brechkraft
- Verbesserung der Kunstlinsenberechnung
- Vorschläge zum praktischen Vorgehen

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Überschätzung der HH-Brechkraft und SÄQ-Änderung



Seitz B, et al: Underestimation of intraocular lens power for cataract surgery after myopic photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* 1999; 106:693-702

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Ziele

- **Validität der Hornhautbrechkraftmessung**
- **Gründe für die Fehlbestimmung der Brechkraft**
- Verbesserung der Kunstlinsenberechnung
- Vorschläge zum praktischen Vorgehen

Kunstlinseberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

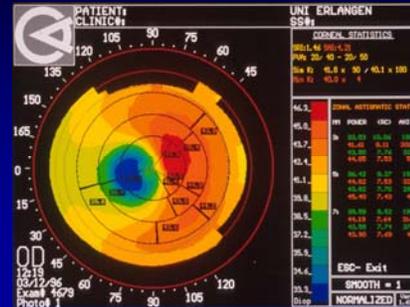
Haupt-Gründe für Fehlbestimmung der Hornhautbrechkraft

Falsche **Messung** des Krümmungsradius der Vorderfläche (besonders nach RK)

Falsche **Berechnung** der Gesamt-Brechkraft aus dem Krümmungsradius der Vorderfläche (besonders nach PRK/LASIK)

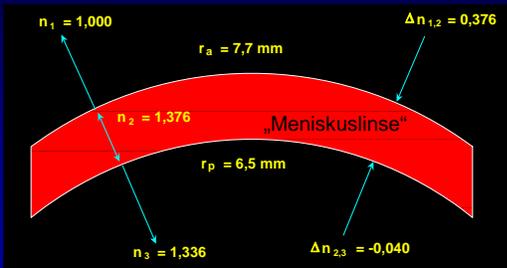
Kunstlinseberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Dezentrierte und kleine optische Zone nach RK



Kunstlinseberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Hornhautkrümmung und Refraktionsindizes



Kunstlinseberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Konventionelle Berechnung der Gesamtbrechkraft

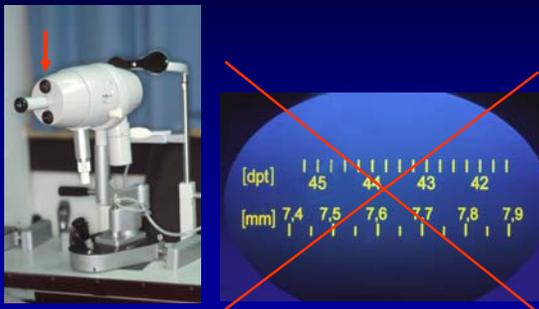
$$\text{Brechkraft [D]} = \frac{(n - 1,000)}{\text{Vorderradius [m]}}$$

"Effektiver" refraktiver Index (Gullstrand'sches Modellauge) $n = 1,3315$ (Zeiss)

$n = 1,3375$ (TMS-1, Javal)

Kunstlinseberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Konventionelle Berechnung der Gesamtbrechkraft



Kunstlinseberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Ziele

- Validität der Hornhautbrechkraftmessung
- Gründe für die Fehlbestimmung der Brechkraft
- Verbesserung der Kunstlinseberechnung
- Vorschläge zum praktischen Vorgehen

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Indirekte Bestimmung der Hornhautbrechkraft

- **“Clinical History“ Methoden**
 - Änderung des sphärischen Äquivalents
 - Subtraktion von 24% der SÄQ-Änderung
- **Methoden bei Patienten “ohne Geschichte“**
 - Harte Kontaktlinsen-Methode
 - Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft
 - Augenlängenbasierter Radiuskorrekturfaktor
 - Total mean/optical power des Orbscan II

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Änderung des sphärischen Äquivalents (Brillenebene)

1. Schritt: SÄQ prä- und postoperativ:
 $SÄQ_{Br} = \text{Sphäre} + 1/2 \text{ Minuszylinder}$

2. Schritt: Refraktionsänderung postoperativ:
 $\Delta SÄQ_{Br} = \text{Postop } SÄQ_{Br} - \text{Präop } SÄQ_{Br}$

3. Schritt: Korrigierte Hornhautbrechkraft:
 $\text{Postop Brechkraft} = \text{Präop Brechkraft} - \Delta SÄQ_{Br}$

Guyton DL: Consultations in refractive surgery. Refract Corneal Surg 1989; 5:203
Holladay JT: Consultations in refractive surgery. Refract Corneal Surg 1989; 5:203

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Änderung des sphärischen Äquivalents (Hornhautebene)

1. Schritt: SÄQ (Hornhautebene) prä- und postoperativ:
 $SÄQ_{HH} = SÄQ_{Br} / [1 - (0,012 \times SÄQ_{Br})]$
(z.B. -5 D ---> -4,7 D; -10 D ---> -8,8 D; -20 D ---> -15,6 D)

2. Schritt: Refraktionsänderung postoperativ:
 $\Delta SÄQ_{HH} = \text{Postop } SÄQ_{HH} - \text{Präop } SÄQ_{HH}$

3. Schritt: Korrigierte Hornhautbrechkraft:
 $\text{Postop Brechkraft} = \text{Präop Brechkraft} - \Delta SÄQ_{HH}$

GOLDSTANDARD

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Indirekte Bestimmung der Hornhautbrechkraft

- **“Clinical History“ Methoden**
 - Änderung des sphärischen Äquivalents
 - Subtraktion von 24% der SÄQ-Änderung
- **Methoden bei Patienten “ohne Geschichte“**
 - Harte Kontaktlinsen-Methode
 - Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft
 - Augenlängenbasierter Radiuskorrekturfaktor
 - Total mean/optical power des Orbscan II

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Subtraktion von 24% der SÄQ-Änderung

1. Schritt: Änderung des SÄQ auf Brillenebene:
 $\Delta SÄQ_{Br} = \text{postop } SÄQ_{Br} - \text{präop } SÄQ_{Br}$

2. Schritt: Unterschätzung der HH-Abflachung auf Brillenebene (Δ relative Br):
 $\Delta \text{Relativ Br} = 0,24 \times \Delta SÄQ_{Br}$

3. Schritt: Korrigierte Hornhautbrechkraft:
 $\text{Postop Brechkraft} = \text{Postop Brechkraft gemessen} - \Delta \text{Relativ Br}$
(keratometrisch !!)

Hamed AM, Wang L, Misra M, Koch DD: A comparative analysis of five methods of determining corneal refractive power in eyes that have undergone myopic laser in situ keratomileusis. Ophthalmology 2002; 109:651-658

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Subtraktion von 24% der SÄQ-Änderung

Korrektur: -4 D

<u>Gemessene</u> Brechkraft nach refraktiver Chirurgie	39,0 D
minus	—
24% der Änderung des SÄQ	0,24 • 4,0 D
=	=
<u>Berechnete</u> Brechkraft vor Cat-OP	38,0 D

Kunstlinse nberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Indirekte Bestimmung der Hornhautbrechkraft

- **“Clinical History“ Methoden**
 - Änderung des sphärischen Äquivalents
 - Subtraktion von 24% der SÄQ-Änderung
- **Methoden bei Patienten “ohne Geschichte“**
 - **Harte Kontaktlinsen-Methode**
 - Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft
 - Augenlängenbasierter Radiuskorrekturfaktor
 - Total mean/optical power des Orbscan II

Kunstlinse nberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Kontaktlinsenmethode

Änderung des SÄQ auf Brillenebene ohne/mit planer harter Kontaktlinse geeigneter Basiskurve/Brechkraft

Hoffer KJ: Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratotomy. *J Refract Surg* 1995; 11:490-493

Haigis W: Corneal power after refractive surgery with myopia: the contact lens method. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29:1397-1411

Kunstlinse nberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Indirekte Bestimmung der Hornhautbrechkraft

- **“Clinical History“ Methoden**
 - Änderung des sphärischen Äquivalents
 - Subtraktion von 24% der SÄQ-Änderung
- **Methoden bei Patienten “ohne Geschichte“**
 - Harte Kontaktlinsen-Methode
 - **Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft**
 - Augenlängenbasierter Radiuskorrekturfaktor
 - Total mean/optical power des Orbscan II

Kunstlinse nberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft DIREKT (Orbscan / Pentacam)

1. Schritt: Messung der Vorderflächenbrechkraft *in vivo*
= Brechkraft ant
2. Schritt: Messung der Rückflächenbrechkraft *in vivo*
= Brechkraft post
3. Schritt: Addition von Vorderflächen- und Rückflächenbrechkraft:
Postop Brechkraft = Brechkraft ant + Brechkraft post

Langenbacher A, Torres F, Behrens A, Suárez E, Haigis W, Seitz B: Consideration of posterior corneal curvature for assessment of corneal power after myopic LASIK. *Acta Ophthalmol Scand* 2004; 82:264-269

Kunstlinse nberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft INDIREKT

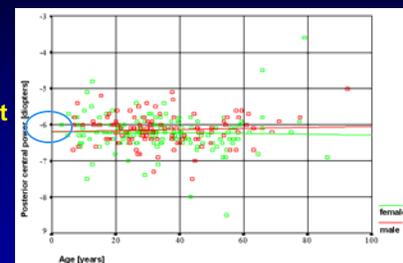
1. Schritt: Brechkraft der Vorderfläche postoperativ:
 $Brechkraft_{ant} = Brechkraft_{total} \times (376 / 331,5)$
(d.h. Multiplikation mit Faktor 1,135)
2. Schritt: Verwendung einer **mittleren Rückflächenbrechkraft**
= Brechkraft post
3. Schritt: Addition von Vorderflächen- und Rückflächenbrechkraft:
Postop Brechkraft = Brechkraft ant + Brechkraft post

Langenbacher A, Torres F, Behrens A, Suárez E, Haigis W, Seitz B: Consideration of posterior corneal curvature for assessment of corneal power after myopic LASIK. *Acta Ophthalmol Scand* 2004; 82:264-269

Kunstlinse nberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Hornhaut-Rückflächenkrümmung (N=263)

Mittelwert - 6,2 D



Seitz B et al.: Brechkraft der menschlichen Hornhautrückfläche *in vivo* in Abhängigkeit von Geschlecht und Alter. *Ophthalmologie* 1998; 95:50

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft INDIREKT

Korrektur: -4 D

Gemessene Brechkraft nach refraktiver Chirurgie 39,0 D

$$(39,0 \times 1,135) + (-6,2) = 38,1 \text{ D}$$
$$(\quad \times 1,114) - 6,1$$

Berechnete Brechkraft vor Cat-OP 38,1 D

[... "modifizierte Maloney Methode" ...]
(Humphrey Atlas, by Zeiss)

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Indirekte Bestimmung der Hornhautbrechkraft

- "Clinical History" Methoden
 - Änderung des sphärischen Äquivalents
 - Subtraktion von 24% der SÄQ-Änderung
- Methoden bei Patienten "ohne Geschichte"
 - Harte Kontaktlinsen-Methode
 - Berücksichtigung der Rückflächenbrechkraft
 - Augenlängenbasierter Radiuskorrekturfaktor
 - Total mean/optical power des Orbscan II

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Total Mean/Optical Power des Orbscan II

Die Refraktionsänderung nach myoper LASIK wird am besten abgebildet durch die

- 2-mm total mean power und die
- 4-mm total optical power

des Orbscan II.

Sonego-Krone S, ..., Campos M: A direct method to measure the power of the central cornea after myopic laser in situ keratomileusis. *Arch Ophthalmol* 2004; 122:159-166

Srivannaboon S, Reinstein DZ, Sutton HFS, Holland SP: Accuracy of Orbscan total optical power maps in detecting refractive change after myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25:1596-1599

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Ziele

- Validität der Hornhautbrechkraftmessung
- Gründe für die Fehlbestimmung der Brechkraft
- Verbesserung der Kunstlinsenberechnung
- Vorschläge zum praktischen Vorgehen

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Klinischer Ansatz - Beratung

Realistische Erwartungen !

Stabile Refraktion ! (schwierig)

Zielrefraktion !

Irregulärer Astigmatismus (Topographie)!

Kunstlinsenberechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Klinischer Ansatz - Valide Keratometrie

Refraktionsbasierte „Clinical History“ Methoden
Δ SÄQ auf Hornhautebene
24% der Änderung des SÄQ abziehen

Separate Berücksichtigung der HH-Rückfläche

4-mm total optical power des Orbscan II

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Klinischer Ansatz - Kunstlinse berechnung

Aktuelle Achsenlängen verwenden
(optische Methoden bevorzugen - IOL-Master)

Moderne theoretisch-optische Formeln verwenden
(z.B. Haigis, Holladay 2, Hoffer Q)

Keine empirischen Formeln verwenden !!
(z.B. SRK/T oder SRK II)

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Klinischer Ansatz - Kunstlinse berechnung

CAVE:

Amerikanische Formeln berechnen nach PRK/LASIK
die ELP falsch

→ „Double K Methode“

Aramberri J. *J Cat Refract Surg* 2003; 29:2063-2068

Korrekte ELP wird aus der Keratometrie vor PRK/LASIK berechnet !!

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Klinischer Ansatz - Kunstlinse berechnung

Berechnung der Kunstlinsestärke für das Auge
VOR refraktiver Chirurgie (Zielrefraktion = ursprüngliche
Refraktion)

... „Bypass – Methode“ ...

Seitz B, Langenbacher A, Haigis W: Probleme bei der Kunstlinse berechnung
nach photorefraktiver Keratektomie bei hoher Myopie - Kasuistik, Hinweise
zum praktischen Vorgehen und Literatürübersicht. *Klin Monatsbl Augenheilkd*
2002; 219:840-850

Walter K, et al: Accurate intraocular lens power calculation after myopic laser
in situ keratomileusis, bypassing corneal power. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:425-429

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Neuere Publikationen I

Masket S & Masket SE: Simple regression formula for intraocular lens power adjustment in
eyes requiring cataract surgery after excimer laser photoablation. *J Cataract Refract Surg*
2006; 32:430-434

Mackool RJ, et al: Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis:
Aphakic refraction technique. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:435-437

Savini G, et al: Intraocular lens power calculation after myopic refractive surgery.
Theoretical comparison of different methods. *Ophthalmology* 2006; 113:1272-1282

Camellin M & Calossi A: A new formula for intraocular lens power calculation after
refractive corneal surgery. *J Refract Surg* 2006; 22:187-199

Razmjoo H, et al: A regression model for correcting intraocular lens power after refractive
surgery independent on preoperative data. *Eur J Ophthalmol* 2006; 16:525-529

Koch DD: New options for IOL calculations after refractive surgery (Editorial).
J Cataract Refract Surg 2006; 32: 371-372

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Neuere Publikationen II

Jin GJC, et al: Analysis of intraocular lens power calculation for eyes with previous myopic
LASIK. *J Refract Surg* 2006; 22:387-395

Chan CCK, et al: Calculation of intraocular lens power after corneal refractive surgery. *Clin
Exp Ophthalmol* 2006; 34:640-644

Ianchulev T, et al: Intraoperative optical refractive biometry for intraocular lens power
estimation without axial length and biometry measurements. *J Cataract Refract Surg* 2005;
31:1520-1536

Feiz V, et al: Nomogram-based intraocular lens power adjustment after myopic
photorefractive keratectomy and LASIK. *Ophthalmology* 2005; 112:1381-1387

Hoffer KJ & Savini G: IOL power in LASIK eyes. *AAO 2006 Cataract Spotlight*
on Pseudophakic IOL.

Kunstlinse berechnung nach refraktiver Hornhautchirurgie

Neuere Publikationen III

Latkany R, et al: Intraocular lens calculations after refractive surgery. *J Cataract Refract
Surg* 2005; 31:562-570

Wang L, et al: Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that
had undergone LASIK. *Ophthalmology* 2004; 111:1825-1831

Ferrara G, et al: New formula to calculate corneal power after refractive surgery. *J
Refract Surg* 2004; 20:465-471

Argento C, et al: Intraocular lens power calculation after refractive surgery. *J Cataract
Refract Surg* 2003; 29:1346-1351

Shammas HJ, et al: Correcting the corneal power measurements for IOL power
calculations after myopic LASIK. *Am J Ophthalmol* 2003; 136:426-432

Schlußfolgerungen

Ergebnisse aller verfügbaren Methoden zur Bestimmung der Hornhautbrechkraft und theoretisch-optischer Formeln vergleichen und häufigsten Wert benutzen.

... "Consensus Methode" ...

Seitz B, Langenbacher A: IOL power calculations in eyes after corneal refractive surgery. *J Refract Surg* 2000; 16:349-361

Foster B, Randleman JB, Loupe DN, Song CD, Stulting RD: IOL power calculation after LASIK: the **Consensus K Method**. AAO Poster 2006

Alternativen

Multiple Regressionsanalyse

z.B. HAIGIS-L Formel (im neuen IOL-Master)

Raytracing Ansatz

z.B. www.OKULIX.de von PR Preußner

Preussner PR, Wahl J, Weitzel D: Topography-based intraocular lens power selection. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:525-533

Rabsilber TM, Reuland AJ, Holzer MP, Auffarth GU: Intraocular lens power calculation using ray tracing following excimer laser surgery. *Eye* 2006; 24 (Epub ahead of print)

Heute obligat ...

Refraktions-Paß für Patienten mit Achsenlänge und Keratometrie vor und stabiler Refraktion vor/nach Refraktiver Chirurgie



berthold.seitz@uniklinikum-saarland.de

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Take-Home-Message

Wenn Sie haben *Patient mit Geschichte*

Brechkraft und Refraktion VOR refraktiver Chirurgie

- Benutze die „Clinical History Methode“ auf Hornhautebene.
- Messe die aktuelle Augenlänge und berechne die Kunstlinse für die ursprüngliche Refraktion als Zielrefraktion.

Nur die Refraktion VOR refraktiver Chirurgie

- Ziehe 24% von der Änderung des SÄQ von der keratometrisch gemessenen Brechkraft vor CAT-OP ab.

Take-Home-Message

Wenn Sie haben *Patient ohne Geschichte*

NICHTS VOR refraktiver Chirurgie

- Versuche **Orbscan** Slit Scanning Topography oder **Pentacam**, um die Vorder- und Rückflächenkrümmung separat zu messen
- Verwende 4-mm **total optical power** des Orbscan II