

Treten Fehler der Biometrie einseitig oder beidseitig auf?

L. Gorodezky, A. Schönhofen, M. Wenzel

Zusammenfassung

Bei 335 Kataraktpatienten wurden im Laufe eines Jahres beide Augen operiert. Die refraktiven Ergebnisse wurden 2 Monate nach der Operation mit der nach der SRK/T-Formel errechneten Refraktion verglichen. Die Abweichungen beider Augen kommen einander nahe. Wenn das erste Auge ins Hyperope abgewichen ist, so ist grundsätzlich auch am Partnerauge eine hyperope Abweichung zu erwarten. Das Gleiche gilt für myope Abweichungen. Im Median lag der postoperativ ermittelte Fehler eines Auges bei der Hälfte des Fehlers im Partnerauge. Sollte es z. B. beim ersten Auge zu einer Fehlimplantation von $-1,5$ dpt gekommen sein, so ist bei der Operation des zweiten Auges von einem mittleren Fehler von -1 dpt zum errechneten Wert der Biometrie auszugehen. Diese Addition gilt unabhängig von einer eventuell bestehenden Differenz der Biometrie beider Augen.

Summary

335 patients received cataract-surgery in both eyes. 2 months after surgery the results of SRK/T-biometry and final visual outcome were compared. The differences between both eyes were very similar. If one eye developed postoperative myopia, the fellow eye did the same as well. The median of the faults of an eye was nearly half of the fault of the fellow eye. We draw the conclusion, that this fault has to be calculated into the biometry of the second eye. If, e.g., the first eye developed an unexperienced myopia of -1.5 D, we estimate myopia of -1 D in the fellow eye. This estimation should also be done in cases of biometrical differences between the both eyes.

Einleitung

Die Biometrie zur Linsenberechnung gilt nach Einführung des IOLMasters von Zeiss als ein grundsätzlich gelöstes Problem [2]. Unerwartete postoperative Abweichungen der Zielrefraktion von der errechneten Refraktion liegen nur zu 10 % über 1 dpt. Im klinischen Alltag stellen aber gerade diese 10 % der Patienten den Operateur vor eine schwierige Entscheidung: Wenn bei dem erstoperierten Auge des Patienten eine unerwartete Abweichung erzielt wurde, welche Linse soll das zweite Auge erhalten?

Material und Methode

Wir untersuchten 335 Patienten mit beidseitiger Katarakt, die in den ersten Wochen des Jahres 2008 in der Augenklinik Petrisberg operiert worden sind. 25 Patienten haben uns direkt aufgesucht, die übrigen 310 Patienten wurden uns von augenärztlichen Kollegen zur Operation zugewiesen. Zwei Monate nach der ersten Operation wurde das zweite Auge vom gleichen Arzt operiert. Alle Patienten er-

hielten präoperativ eine optische Biometrie mit dem IOLMaster. Die Zielrefraktion wurde mit der SRK/T- und der Haigis-Formel errechnet.

Bei der Operation des ersten Auges wurde oft eine leichte Myopie von $-0,5$ dpt angestrebt. Bei allen Patienten wurde eine hydrophobe, einteilige Acryllinse (Acrysof SA60AT) ohne Verwendung eines Shooters durch einen 2,2-mm-Tunnel injiziert [11].

Die Wahl des Linsenimplantats des zweiten Auges erfolgte in Abhängigkeit von dem Patientenwunsch. Zwei Monate nach der letzten Operation wurden die zuweisenden Augenärzte angeschrieben oder angerufen und um Übermittlung der aktuellen Refraktionswerte gebeten. Von den ermittelten Daten wurde der Zylinder gemittelt und nur das sphärische Äquivalent in der Auswertung berücksichtigt. Die postoperativen Werte wurden mit den präoperativen Biometrien verglichen. Dabei wurden alle Angaben auf halbe Dioptriewerte gerundet. Mit der Auswertung soll weder die Qualität der SRK/T- oder Haigis-Formel untersucht werden, noch wird die individuelle A-Konstante untersucht, sondern es soll die Frage beantwortet werden, ob eine unerwartete postoperative Refraktionsabweichung am ersten Auge in ähnlicher Weise auch am zweiten Auge zu erwarten ist.

Ergebnisse

Das Durchschnittsalter der 335 Patienten betrug 75 Jahre. Der jüngste Patient war 38 und der älteste 96 Jahre alt. Es wurden 670 Linsen mit einer Brechkraft von -2 bis $+33$ dpt implantiert. 54 % der Linsenwerte lagen zwischen 20,5 und 24 dpt. Die am häufigsten eingesetzte IOL hatte eine Brechkraft von 22,5 dpt, sie wurde in 60 Augen implantiert.

27 % der Patienten erhielten Linsen mit gleichem Dioptrienwert in beide Augen implantiert. Meist wurden unterschiedliche Linsen in beide Augen implantiert, entweder, um eine geringe Monovision zu erzielen oder wegen unterschiedlicher Biometriewerte.

Die Differenzen der Linsen beider Augen lagen zwischen 0,5 und 21 dpt, 36 % der Patienten erhielten eine um 0,5 dpt differierende IOL, die anderen 36 % der IOLs wiesen einen Unterschied zwischen 1 und 21 dpt auf.

Bei 48 % der Patienten wurde im zweiten Auge die gleiche Zielrefraktion wie im erstoperierten Auge angestrebt. Zu 40 % wurde bei der zweiten Operation eine um 0,5 dpt abweichende Zielrefraktion gewählt: In 12% der Fälle lag der Unterschied der Zielrefraktion beider Augen bei 1 dpt oder mehr. Bei 31 % der Patienten gab es postoperativ keine Refraktionsdifferenz zwischen beiden Augen, bei weiteren 40 % lag die Differenz beider Augen bei 0,5 dpt, bei 22 % der Patienten betrug der postoperative Unterschied 1 dpt, bei 5 % 1,5 dpt und bei 1 % 2 dpt oder 2,5 dpt.

In Abbildung 1 wird die Differenz der präoperativ errechneten Biometriewerte mit den postoperativ erzielten Refraktionen der 670 Augen verglichen. Bei 486 Augen (73 %) lag die mit der SRK/T-Formel berechnete Refraktion im Wert von $\pm 0,5$ dpt um die postoperativ erzielte Refraktion. Bei 625 Augen (93 %) lag der Wert im Bereich von ± 1 dpt. 38 Augen (5,7 %) waren von $-1,5$ bis $-2,5$ dpt myopisiert, zwölf Augen

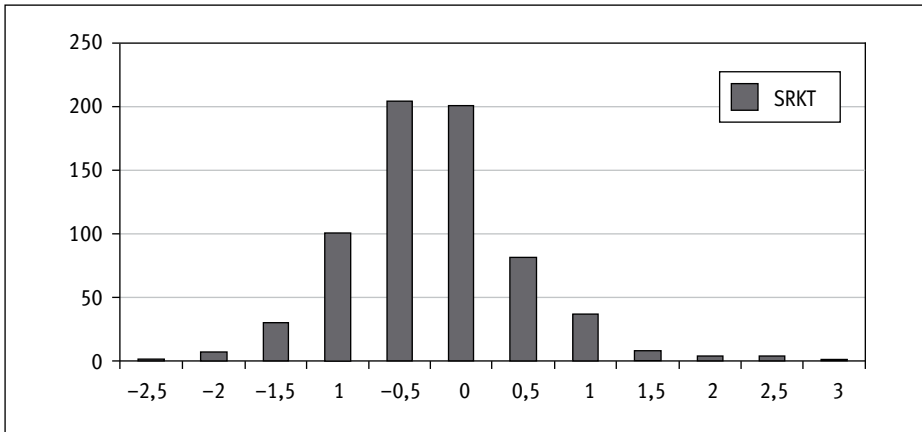


Abb. 1a: Differenzen zwischen berechneter und erzielter Refraktion (n = 670 Augen) nach der SRK/T-Formel

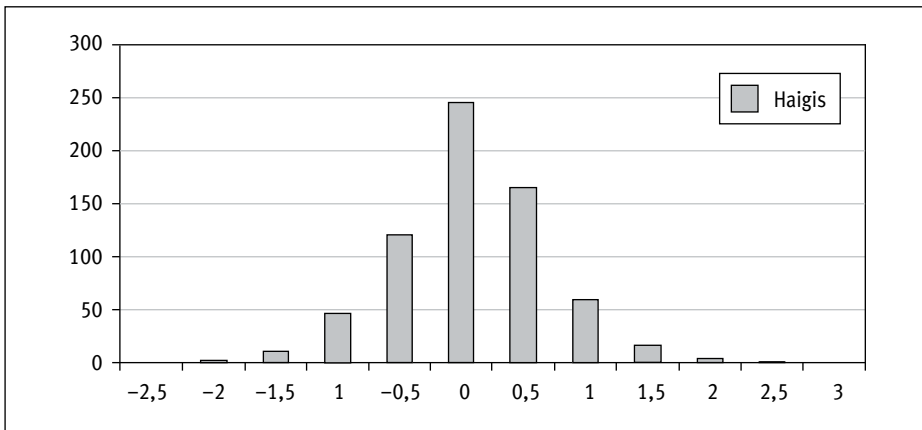


Abb. 1b: Differenzen zwischen berechneter und erzielter Refraktion (n = 670 Augen) nach der Haigis-Formel

(1,8 %) waren von +1,5 bis +3 dpt hyperopisiert (Abb. 1a). Nach der Haigis-Formel waren 533 Augen (80 %) auf $\pm 0,5$ dpt emetropisiert. 640 Augen (96 %) lagen im Bereich von ± 1 dpt. Zwölf Augen (1,8 %) waren zwischen -1,5 und -2,0 dpt myopisiert, 22 Augen (3,3 %) waren zwischen +1,5 und +2,5 dpt hyperopisiert. Durch Anpassung der A-Konstante wäre der SRK/T-Wert optimierbar, doch haben wir die leichte Myopisierung gewünscht.

Das eigentliche Ziel dieser Arbeit aber ist das beidseitige Ergebnis der 48 Augen (7 % aller Augen), bei denen die postoperativ erzielte Refraktion um mehr als 1 dpt vom errechneten Wert abwich. Die größte Abweichung der Endrefraktion von der Zielrefraktion betrug 3 dpt, dabei handelte es sich um ein Auge mit einem Staphylooma posticum, das wegen myoper Makulanarben einen Visusanstieg von „Handbe-

		Abweichung der berechneten von der erzielten Refraktion eines Auges in dpt											Σ
		-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	+0.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0	
Abweichung der berechneten von der erzielten Refraktion des Partnerauges in dpt	-3.0												
	-2.5												0
	-2.0		2	2	2								6
	-1.5	2	8	14	5	1							30
	-1.0	2	14	32	38	12							98
	-0.5	2	5	38	78	56	19	1	1				200
	0.0		1	12	56	102	28	9					208
	+0.5				19	28	20	13	3				83
	+1.0				1	9	13	6	2	2			33
	+1.5				1		3	2	2			1	9
	+2.0							2					2
	+2.5												0
	+3.0									1			0
	Σ	6	30	98	200	208	83	33	9	2	0	1	670

Tab. 1: Abweichung der erzielten Refraktion vom errechneten Wert (SRK/T) beider Augen im Vergleich. Anzahl der Patienten mit den jeweiligen interindividuellen Abweichungen (n = 670 Augen)

wegungen erkannt“ auf 1/20 erzielte, und bei dem der Patient das Refraktionsdefizit nicht bemerkte. Die Werte von Abbildung 1a werden in Tabelle 1 im binokularen Vergleich differenziert aufgeschlüsselt.

In der Abszisse sind die Abweichungen von errechneter Biometrie und erzielter Refraktion aller Augen aufgeführt. In der Ordinate sind die Abweichungen von Biometrie und erzielter Refraktion der jeweiligen Partneraugen aufgeführt. Sechs Augen wiesen eine postoperative Fehlrefraktion von -2 dpt auf, die Refraktionsfehler der sechs Partneraugen lagen zwischen -0,5 und -1,5 (im Median bei -1 dpt). 30 Augen wiesen eine postoperative Fehlrefraktion von -1,5 dpt auf, die Refraktionsfehler der 30 Partneraugen lagen zwischen 0 und -2 (im Median bei -1 dpt). 98 Augen wiesen eine postoperative Fehlrefraktion von -1 dpt auf, die Refraktionsfehler der 98 Partneraugen lagen zwischen 0 und -2 (im Median bei -0,5 dpt). 200 Augen wiesen eine postoperative Fehlrefraktion von -0,5 dpt auf, die Refraktionsfehler der 200 Partneraugen lagen zwischen +1,5 und -2 (im Median bei -0,5 dpt). 83 Augen wiesen eine postoperative Fehlrefraktion von +0,5 dpt auf, die Refraktionsfehler der 83 Partneraugen lagen zwischen +1,5 und -0,5 (im Median bei 0 dpt). 33 Augen

wiesen eine postoperative Fehlrefraktion von +1 dpt auf, die Refraktionsfehler der 33 Partneraugen lagen zwischen +2 und -0,5 (im Median bei -0,5 dpt). Neun Augen wiesen eine postoperative Fehlrefraktion von +1,5 dpt auf, die Refraktionsfehler der neun Partneraugen lagen zwischen +3 und -0,5 (im Median bei +1 dpt).

Zusammenfassend zeigen die interindividuellen Vergleiche: Die Differenz der Vorhersage zwischen beiden Augen lag bei nur einem Patienten bei 2 dpt, bei fünf Patienten bei 1,5 dpt und bei 52 Patienten bei 1 dpt. Die Abweichungen zwischen Zielrefraktion und erzielter Refraktion sind bei beiden Augen eines Menschen meist ähnlich. Im Median lag der postoperativ ermittelte Fehler eines Auges bei der Hälfte des Fehlers im Partnerauge.

Diskussion

Beim Lesen moderner Literatur zur Biometrie des Auges wird oft der falsche Eindruck erweckt, durch exaktere Biometrien ließen sich unerwartete postoperative Ergebnisse der Refraktion ausschalten. Der Präzision der Biometrie sind aufgrund von anatomischen Besonderheiten des alten Auges Grenzen gesetzt. Wir müssen uns damit zufrieden geben, dass eine Präzision +1 dpt zu 90 % realisierbar ist, nicht aber zu 100 %.

Die optisch relevanten Werte eines lebenden Auges sind viel variabler als die eines verschraubten und verklebten optischen Gerätes. Abweichungen von errechneten und erzielten Werten kommen nicht nur durch fehlerhafte Messungen vor, sondern ebenso durch unvorhersehbare individuelle anatomische Besonderheiten. Ein unsicherer Faktor jeder biometrischen Untersuchung ist die postoperative Vorderkammertiefe [3, 8]. Wenn die 4 bis 5 mm dicke Katarakt durch eine 1 mm dünne IOL ersetzt wird, kann die postoperative Lage der IOL im Auge präoperativ immer nur geschätzt, aber nie berechnet werden. Eine durch Zonulaschwäche bedingte Dezentrierung der IOL um 1 mm nach vorne bedeutet eine postoperative Refraktionsänderung um circa 1,5 dpt [2].

Da nie exakt voraussehbar ist, wo die 1 mm dünne Linse im 5 mm dicken alten Kapselsack verwächst, ist es erstaunlich, wie präzise die Biometrie möglich ist. Mit dem IOLMaster von Zeiss ist eine Präzision von wenigen Mikrometern möglich [1], er hat sich nach 2002 als Standardverfahren der präoperativen Biometrie in Deutschland durchsetzen können. Zur Linsenberechnung wurde 2002 von den meisten Operateuren die SRK-II-Formel bevorzugt, gefolgt von der Haigis-Formel und der SRK/T-Formel, 15 % der Kollegen bevorzugten andere Formeln [5].

In den meisten Arbeiten zur Biometrie, so auch in unserer, wird der Astigmatismus auf sein sphärisches Äquivalent umgerechnet und darüber hinaus nicht berücksichtigt. 2 bis 3 % der Augen haben einen Astigmatismus von >3 dpt [4]. Patienten mit schwierigen Ausgangssituationen sind bekannt und werden deshalb oft bei Studien ausgeschlossen, die die Linsenberechnung optimieren sollen [7, 9].

Leider führen Fehlberechnungen immer noch zu Katastrophen bis hin zur Explantation von Linsen [10]. Oft werden unrealistische Erwartungen bei den Patienten geweckt. Erstes Gebot jedes Operateurs ist es, für eine bestmögliche Biometrie und

Linsnberechnung zu sorgen. Er muss bei Fehlern immer zuerst an eigene Fehler denken, wie wir sie auch bei der Erstellung dieser Studie gesucht und gefunden haben. Darüber hinaus muss er aber auch wissen, dass es anatomische Besonderheiten gibt, die eine exakte Berechnung unmöglich machen. Dies zu untersuchen war Ziel unserer Studie.

Nur ein Drittel aller Patienten, 102 von 335, erreichten beidseits eine Präzision von unter 0,5 dpt. Das muss bei der Aufklärung berücksichtigt werden. Die postoperativen Abweichungen beider Augen kommen einander nahe. Wenn es bei der Operation eines Auges zu einer unerwarteten Abweichung der postoperativen Refraktion gekommen ist, so ist davon auszugehen, dass sie in ähnlicher, abgeschwächter Weise auch im Partnerauge vorkommt. Wir halten es für richtig, die Hälfte des Fehlers des erstoperierten Auges bei der Berechnung des Partnerauges einzukalkulieren. Wenn wir bei einem Patienten eine unerwartete Myopie von -2 dpt erhalten haben, implantieren wir am Partnerauge als Zielrefraktion -1 dpt. Um ein dauerhaft optimales Ergebnis zu erzielen, ist ein Abstand zwischen beiden Operationen von mindestens sechs Wochen anzustreben.

Literatur

1. HAIGIS W: Bestimmung der Gruppenbrechungsindices moderner Intraokularlinsen für die optische Biometrie. In: Pham DT, Auffarth GU, Wirbelauer, C, Demeler U (Hrsg.): 18. Kongress der DGII. Köln: Biermann Verlag 2004;181–184
2. HAIGIS W, GOES F: IOL-Berechnung für hyperope Augen. In: Auffarth GU, Pham DT, Kohnen T (Hrsg.): 22. Kongress der DGII. Köln: Biermann Verlag 2008;129–132
3. HOFFMANN P: Ergebnisse und Optimierung der IOL-Berechnung bei 3046 Augen In: Fabian E, Auffarth GU, Kohnen T (Hrsg.): 23. Kongress der DGII. Köln: Biermann Verlag 2010;203–214
4. HOFFMANN P: Biometrieergebnisse von 23239 Augen. In: Fabian E, Auffarth GU, Kohnen T (Hrsg.): 23. Kongress der DGII. Köln: Biermann Verlag 2010;215–224
5. OBER S, REUSCHER A, WENZEL M: Umfrage von DGII und BVA 2002 zum derzeitigen Stand der Katarakt- und Refraktiven Chirurgie. Ophthalmol-Chirurgie 2003;15:217–222
6. OLSEN T: Improved accuracy of intraocular lens power calculation with the Zeiss IOLMaster. Acta Ophthalmol Scand 2007;85:84–87
7. PETERMEIER K, GEKELER F ET AL.: Intraocular lens power calculation and optimized constants for highly myopic eyes. J Cataract Refract Surg 2009;35:1575–1581
8. PREUßNER P: Genauigkeitsgrenzen bei der IOL-Berechnung. Klin Monatsbl Augenheilkd 2007; 224:893–899
9. SCHRADER W: Aphakiekorrektur beim Kind. Ophthalmol-Chirurgie 2008;20:147–151
10. WACKER B, HOLZER P ET AL.: Gründe für die Explantation von Intraokularlinsen. Ophthalmol-Chirurgie 2006;18:216–219
11. WENZEL M, BECHMANN M: Injektion von Linsen ohne Injektor. Ophthalmol-Chirurgie 2003;15: 15–19