

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 70	S. 241 - 245	Innsbruck, Okt.1983
---------------------------------	---------	--------------	---------------------

Korrelationen und Variationen optischer Größen emmetroper Augen

von

Franz DAXECKER *)

(Univ.-Klinik für Ophthalmologie, Innsbruck, Vorstand: Univ.-Prof. Dr. W. Göttinger)

Correlations and variations of optical parameters of emmetropic eyes

S y n o p s i s : Anterior chamber depth, lens thickness and axial eye length were measured ultrasonographically, while the ophthalmometer was used to determine corneal radius. Lens power (in phakic and pseudophakic eyes), vitreous length, the principal plane of the lens, the principal plane of the eye, total dioptric power and posterior focal length were then calculated and correlations between these values identified using the correlation method. Significant correlations were found between corneal radius and eye length, between anterior chamber depth and lens thickness, and between eye length and lens power. In addition, the mean values, standard deviation and variation coefficient were established. Variation was highest for lens thickness, anterior chamber depth and dioptric power of the natural and artificial lenses.

Bei 48 emmetropen Augen von Patienten des 7. und 8. Lebensjahrzehntes werden mit Hilfe der Keratometrie und des Ultraschalles folgende Daten gemessen: Hornhautradius, Vorderkammertiefe, Linsendicke und Achsenlänge. Aus diesen Maßen werden die Glaskörperstrecke, die Brechkraft der natürlichen und der Kunstlinse, die hintere Brennweite und die Gesamtbrechkraft berechnet. Ferner werden die Mittelwerte, die Standardabweichung und die Variationsbreite bestimmt.

Ziel der Arbeit ist es, mit der Korrelationsrechnung und den Variationskoeffizienten Zusammenhänge zwischen den einzelnen optischen Größen des Auges zu finden, insbesondere zwischen jenen Faktoren, die für die Emmetropie von Bedeutung sind. Auch werden Überlegungen angestellt, die bei der Implantation intraokularer Linsen und bei der Bestimmung ihrer Brechkraft von Bedeutung sind.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. med. F. Daxecker, Augenklinik der Universität Innsbruck, Anichstraße 35, A-6020 Innsbruck, Österreich.

Methoden:

Bei 48 anamnestisch emmetropen Augen mit beginnenden kataraktösen Veränderungen (Mittelwert des Alters: 69 Jahre) wird die Refraktion skiaskopisch nachgeprüft. Mit dem Zeiss-Ophthalmometer erfolgt die Messung der Hornhautradien, aus den beiden Krümmungsradien wird der Mittelwert gebildet. Die Messung der Vorderkammertiefe (Hornhautscheitel bis Linsenvorderfläche), der Linsendicke und der Achsenlänge wird mit dem A-scan-Gerät (7200 MA, Kretztechnik, 8 MHz) durchgeführt. Zur gemessenen Achsenlänge wird für die Netzhautdicke ein Wert von 0,2 mm addiert (GERNET et al., 1978). Pro Auge werden mindestens 3 Messungen durchgeführt, die Genauigkeit der Meßmethode beträgt nach OSSOINIG (1979) 0,1 mm. Zur Umrechnung der gemessenen Mikrosekunden in Millimeter werden folgende Schallgeschwindigkeiten verwendet: Kammerwasser und Glaskörper 1532 m/sec, Linse 1649 m/sec, axiale Länge 1548 m/sec (JANSSON und KOCK, 1962). Zur Berechnung der Brechkraft der natürlichen Linse und der Kunstlinse (Hornhautscheitelabstand 3,5 mm), des Abstandes der Hauptebene "d" der Linse vom Hornhautscheitel, der Gesamtbrechkraft und der hinteren Brennweite werden die Formeln von GERNET et al. (1978) und GULLSTRAND (1909) verwendet. Die Signifikanzwerte werden den Tabellen von SACHS (1969) entnommen.

Ergebnisse:

Tab. 1: Korrelationen zwischen gemessenen Werten und berechneten Werten

	Korr.-Koeff.	Signifikanz	
Hornhautradius/Vorderkammertiefe	0,106	keine Sign.	P > 0,05
Hornhautradius/Linsendicke	0,061	keine Sign.	P > 0,05
Hornhautradius/Linsenbrechkraft	0,102	keine Sign.	P > 0,05
Hornhautradius/Glaskörperstrecke	0,607	hohe Sign.	P < 0,001
Hornhautradius/d	0,210	keine Sign.	P > 0,05
Hornhautradius/Achsenlänge	0,745	hohe Sign.	P < 0,001
Vorderkammertiefe/Linsendicke	-0,624	hohe Sign.	P < 0,001
Linsendicke/Linsenbrechkraft	0,139	keine Sign.	P < 0,05
Achsenlänge/Vorderkammertiefe	0,225	keine Sign.	P > 0,05
Achsenlänge/Linsendicke	-0,256	keine Sign.	P > 0,05
Achsenlänge/Linsenbrechkraft	-0,439	Sign.	P < 0,01
Achsenlänge/d	0,315	Sign.	P < 0,01
Achsenlänge/Glaskörperstrecke	0,858	hohe Sign.	P < 0,001

Tab. 2: Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient

	Mittelwert \bar{x}	Standardabw. s	Variationskoeff.
Hornhautradius (mm)	7,67	0,22	2,9 %
Hornhautbrechkraft (dpt)	43,30	1,26	2,9 %
Vorderkammertiefe (mm)	3,51	0,35	10,0 %
Linsendicke (mm)	4,22	0,48	11,4 %
Linsenbrechkraft (dpt)	22,43	1,90	8,5 %
Pseudophakos, emmetrop (dpt)	17,75	1,46	8,2 %
d (mm)	6,03	0,32	5,3 %
Glaskörperstrecke (mm)	16,83	0,71	4,2 %
Achsenlänge (mm)	23,57	0,69	2,9 %
hintere Brennweite, phak (mm)	21,72	0,73	3,4 %
hintere Brennweite, pseudophak (mm)	22,57	0,73	3,2 %
Gesamtbrechkraft (dpt), phak	61,48	2,15	3,5 %

Der Variationskoeffizient (Variationsbreite) drückt das Verhältnis Standardabweichung zu Mittelwert in Prozenten aus und ist ein Maß für die Schwankung (SACHS, 1969).

Diskussion:

Hornhautradius: Die positive Korrelation zwischen dem Krümmungsradius der Hornhaut und der Achsenlänge ist hoch signifikant, das bedeutet, daß ein länger gebautes Auge eine flachere Hornhaut mit geringerer Brechkraft hat. FRANCOIS und GOES (1977) errechneten einen ähnlichen Wert ($r = + 0,689$), LARSEN (1979) bestimmte einen Wert von $r = + 0,456$. Weiters ist die Korrelation zwischen Hornhautradius und Glaskörperstrecke signifikant. Zu den anderen optischen Größen zeigt sich keine statistisch beweisbare Beziehung. Als Mittelwert findet sich 7,67 mm, GULLSTRAND (1909): 7,7 mm, GERNET (1964a): 7,8 mm. Die Variationsbreite ist mit 2,9 % gering.

Vorderkammertiefe: Vorderkammertiefe und Linsendicke ergeben eine hoch signifikante negative Korrelation, d.h., daß bei abnehmender Vorderkammertiefe die Linsendicke zunimmt bzw. umgekehrt, eine Tatsache, die mit der durch das Alter bedingten Änderung der Linsendicke im Zusammenhang steht (FRANCOIS und GOES, 1981). Der Mittelwert der Vorderkammertiefe beträgt 3,51 mm (GULLSTRAND, 1909: 3,6 mm, SORSBY, 1971: 3,5 mm). Es finden sich stark schwankende Werte für die Vorderkammertiefe: Die Variationsbreite ist mit 10,0 % groß. FRANCOIS und GOES (1977) finden bei 40- bis 50-jährigen Patienten eine positive Korrelation zwischen Vorderkammertiefe und Achsenlänge, bei unseren älteren Probanden war die Korrelation ebenfalls positiv, doch nicht signifikant.

Hauptebene der Linse "d": Die Lage der Hauptebene der Linse d setzt sich aus der Vorderkammertiefe und 60 % der Linsendicke zusammen, ihre ursprüngliche Lage läßt sich nun infolge kataraktöser Veränderungen der Linsendicke nicht mehr genau festlegen. Der Wert d wird bei der Aniseikonieberechnung (GERNET et al., 1978) benötigt, er kann somit eine Fehlerquelle bedeuten. Der Mittelwert liegt bei 6,03 mm (GULLSTRAND, 1909: 5,58 mm), der Variationskoeffizient ist mit 5,3 % niedriger als der von Vorderkammertiefe und Linsendicke.

Linse: Zwischen Linsendicke und Linsenbrechkraft findet sich bemerkenswerterweise kein Zusammenhang, ebensowenig wie zwischen Linsendicke und Achsenlänge. Signifikant hingegen ist die negative Korrelation zwischen Linsenbrechkraft und Achsenlänge: bei zunehmender Achsenlänge nimmt die Brechkraft der Linse ab.

Die Dicke der Linse ist sehr variabel, mit 11,4 % für die Variationsbreite zeigt sie den höchsten Wert. Ebenso sind Variationen der Brechkraft der Linse mit 8,5 % groß. Als Mittelwert für die Linsendicke finden sich 4,22 mm (GULLSTRAND, 1909: 3,6 mm, GERNET, 1964a: 4,24 mm) und für die Linsenbrechkraft 22,43 dpt (GULLSTRAND, 1909: 20,53 dpt).

Pseudophakos: Der Mittelwert für die Brechkraft einer emmetropisierenden (irisgetragenen) intraokularen Linse beträgt 17,75 dpt. Die Standardabweichung ($s = 1,46$ dpt) und die Variationsbreite (8,2 %) sind wie bei der natürlichen Linse groß, sodaß bei

Implantation einer Standardlinse in ein emmetropes Auge die postoperative Refraktion nicht vorhersehbar ist.

G l a s k ö r p e r s t r e c k e : Sie ist im Mittel 16,83 mm lang und hat eine Variationsbreite von 4,2 %, ihre Korrelation mit der Achsenlänge zeigt eine höhere Signifikanz als die mit dem Hornhautradius. Im Mittelwert ist die Netzhautdicke (0,2 mm) enthalten.

H i n t e r e B r e n n w e i t e des phaken und pseudophaken Auges: Die Länge der hinteren Brennweite des phaken Auges beträgt im Mittel 22,72 mm (GERNET et al., 1978: 22,6 mm), sie hat eine geringe Variationsbreite von 3,4 %, die Länge der hinteren Brennweite des pseudophaken Auges ist 22,57 mm (Variationsbreite 3,2 %). Subtrahiert man von der Achsenlänge die hintere Brennweite erhält man die Lage der Hauptebene des Auges. Sie liegt beim phaken Augen 1,85 mm und beim pseudophaken Auge 1,0 mm hinter dem Hornhautscheitel.

A c h s e n l ä n g e : Für die Achsenlänge findet sich ein Mittelwert von 23,57 mm (FRANCOIS und GOES, 1971: 23,47 mm, SCHNEIDER, 1981: 23,4 mm), sie hat eine gleich große Variationsbreite (2,9 %) wie die Hornhaut. Eine Reihung der Variationsbreiten zeigt, daß die der Hornhaut und der Achsenlänge am niedrigsten sind (2,5 %), dann folgt die Hauptebene der Linse mit 5,3 %. Die höchste Variationsbreite hat die Linsenbrechkraft mit 8,5 %, sie scheint für die Emmetropisation von Bedeutung zu sein (GERNET, 1964b).

D a n k : Herrn Prof. Dr. W. Ambach, Vorstand des Institutes für Medizinische Physik, Innsbruck, Prof. Dr. E. Olbrich, Vorstand des Institutes für Biostatistik, Innsbruck, danke ich für die Beratung und die Durchsicht des Manuskriptes.

Z u s a m m e n f a s s u n g : Mit dem Ultraschallgerät und dem Ophthalmometer werden die Vorderkammertiefe, die Linsendicke, die Achsenlänge und die Hornhautradien emmetroper Augen gemessen und daraus die Linsenbrechkraft (phak und pseudophak) und die hintere Brennweite berechnet und mit Hilfe der Korrelationsrechnung zueinander in Beziehung gesetzt. Signifikante Korrelationskoeffizienten finden sich zwischen Hornhautradius und Achsenlänge, Vorderkammertiefe und Linsendicke, Achsenlänge und Linsenbrechkraft. Zusätzlich werden die Mittelwerte, die Standardabweichung und die Variationsbreite bestimmt. Die Variationsbreite ist bei der Linsendicke, der Vorderkammertiefe und der Brechkraft der natürlichen und der künstlichen Linse hoch.

Literatur:

- FRANCOIS, J. and GOES, F. (1971): Oculometry in Emmetropia and Ametropia. – *Ultrasonographia Medica*, **II**: 473 - 515.
- FRANCOIS, J. and GOES, F. (1977): Ultrasonographic Study of 100 Emmetropic Eyes. – *Ophthalmologica*, **175**: 321 - 327.
- FRANCOIS, J. and GOES, F. (1981): Ocular Biometry. – *Docum. Ophthal. Proc. Series*, **29**: 135 - 164.
- GERNET, H. (1964a): Über Achsenlänge und Brechkraft emmetroper, lebender Augen. – *Graefes Arch. Ophthal.* **166**: 424 - 431.
- GERNET, H. (1964b): Ein Beitrag zur Frage der Emmetropisation. – *Ophthalmologica*, **147**: 235 - 243.
- GERNET, H., OSTHOLT, H. und WERNER, H. (1978): *Intraokulare Optik in Klinik und Praxis*. – Berlin 30 pp.
- GULLSTRAND, A. (1909): Die Dioptrik des Auges. – *Von Helmholtz Handbuch der physiologischen Optik*. – Hamburg, p. 226 - 376.

- JANSSON, F. and KOCK, E. (1962): Determination of the velocity of ultrasound in the human lens and vitreous. — *Acta Ophthal. Kbh.*, **40**: 420 - 433.
- LARSEN, J. (1979): Axial length of the emmetropic eye and its relation to the head size. — *Acta Ophthal.*, **57**: 76 - 83.
- OSSOINIG, K. (1979): Standardized echography: Basis principles. — *Int. Ophthalmol. Clin.*, **19**: 127.
- SACHS, L. (1969): *Statistische Auswertungsmethoden*. — Berlin - Heidelberg - New York, 415 pp.
- SCHNEIDER, G. (1981): Zur echometrischen Bulbuslängenmessung. — *Klin. Mbl. Augenheilk.*, **178**: 74 - 75.
- SORSBY, A. (1971): Epidemiology of refraction. — *Int. Ophthalmol. Clin.*, **11**: 1 - 18.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Daxecker Franz

Artikel/Article: [Korrelationen und Variationen optischer Größen emmetropen Augen. 241-245](#)