

Aus der Universitäts-Augenklinik Köln (Direktor: Prof. Dr. K. VOM HOFE)

## Untersuchungen über die Zurückdrängbarkeit des Auges

Von

A. NOVER, K. JOSTEN und H. W. ZIELINSKI

Mit 7 Textabbildungen

Bei allen Untersuchungen und Angaben über Lage und Zurückdrängbarkeit des Augapfels ist zu berücksichtigen, daß bei der gleichen Person zwischen rechts und links und im Laufe des Lebens schon normalerweise mehr oder minder große Abweichungen vorkommen können. Darum ist es vielfach schwierig oder gar unmöglich, in einmaliger Untersuchung eine echte Protrusio bulbi geringen Grades oder im ersten Beginn von einem Pseudoexophthalmus, wie er durch Varianten im Bau der knöchernen Orbita, durch Lidspaltendifferenzen, ödematöse Gewebsveränderungen und Refraktionsfehler bedingt sein kann, zu unterscheiden. Anamnese, Befund und Beobachtung über längere Zeit, vor allem aber wiederholte regelmäßige Messungen mit dem Exophthalmometer sind dann für die Beurteilung von Zustandsänderungen notwendig. Darüber hinaus wird man aber beim Verdacht auf eine echte Protrusio durch Anwendung möglichst vieler diagnostischer Maßnahmen, die vielfältigen allgemeinen und örtlichen Entstehungsmöglichkeiten dieses Symptoms zu klären versuchen. Seinerzeit hatten wir auf die Schwierigkeiten bei der Diagnostik raumfordernder Orbitaprozesse hingewiesen und hierbei vor allem den Wert der Anamnese, die Bedeutung des Lebensalters, des Initialsymptoms, der Augenhintergrundsveränderungen, der Röntgen-Aufnahme und der Carotisangiographie herausgestellt (NOVER und ZIELINSKI). In einigen Fällen waren auch Messungen der Zurückdrängbarkeit des Augapfels in die Augenhöhle durchgeführt worden, deren Ergebnisse es ermöglichten, endokrine Exophthalmusformen sowie entzündliche Orbitaprozesse und Tumoren zu unterscheiden.

*Für die richtige Auswertung dieser Befunde ist die Kenntnis der als normal geltenden Zurückdrängbarkeit Voraussetzung.*

Wir haben uns darum in einer größeren Untersuchungsreihe mit der Zurückdrängbarkeit des Bulbus unter physiologischen Bedingungen befaßt. Über die Ergebnisse soll hier berichtet werden.

Man mißt mit der Piezometrie [*πιέζειν* (griech.) = niederdrücken, pressen] die „orbitale Tension“ (COPPER), die sich aus der Größe des peri- und retrobulbären Raumes, der Konsistenz der Gewebe, dem Tonus der äußeren Augenmuskulatur und der Kompressibilität der Blut- und

Gewebsflüssigkeit zusammensetzt. Darüber hinaus prüften wir inwieweit gewebliche Verhältnisse des Bulbus selbst, Augeninnendruck und Refraktion die Meßergebnisse beeinflussen.

In fortgeschrittenen Fällen lassen sich Differenzen im Redressement palpatorisch erfassen, für das Erkennen feinerer Unterschiede sind aber

objektive Meßmethoden erforderlich. Die hierfür benutzten Geräte heißen Piezometer bzw. Orbitonometer.

Versuche instrumenteller Messungen sind in der deutschen und internationalen Literatur seit der ersten Publikation von LANGENHAN (1910) mehrfach mitgeteilt worden. Die anfänglichen Piezometer (LANGENHAN, GUTMANN (1914), PLEGG (1931) haben sich aus mancherlei Gründen nicht durchgesetzt.

Heute finden in wesentlichen zwei Geräte Verwendung. In der angloamerikanischen Welt werden die Untersuchungen meistens mit dem von COPPER 1948 modifizierten Georgschen (1942) Orbitonometer — von anderen auch als Orbitotonometer bezeichnet — durchgeführt. Dabei wird am liegenden Patienten das durch ein Kontaktglas geschützte Auge mit einem in Gramm geeichteten Dynamometer nach hinten

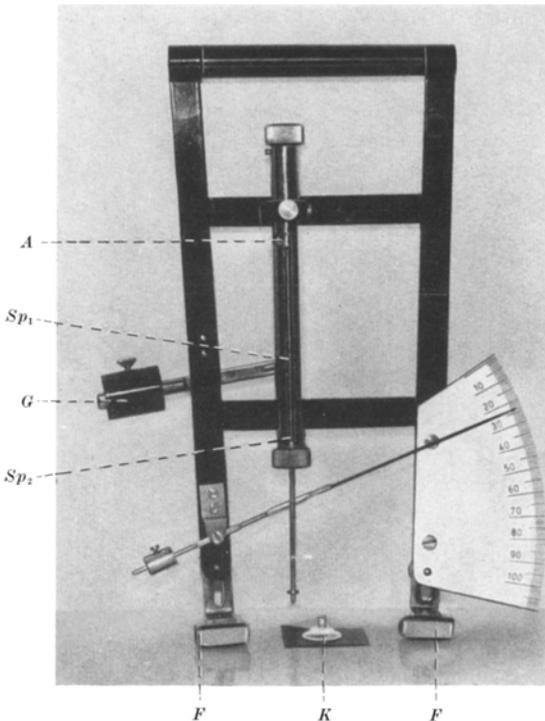


Abb. 1. Piezometer nach W. JAEGER. *F* Fußplatten; *K* Kontaktschale; *G* Gewicht; *A* Ausgangsstellung; *Sp*<sub>1</sub> und *Sp*<sub>2</sub> Federspannung 1 und 2

gedrückt und die Zurückdrängbarkeit bei Belastung mit 100, 200, 300 und 400 g in Millimeter abgelesen. Die Verschiebung des Bulbus wird in einer Kurve als Funktion des ausgeübten Drucks eingetragen, wobei Nullstellung und Niveau der Kurve ein Maß für den Exophthalmus sind, Steilheit und Krümmung derselben die Zusammendrückbarkeit des Orbitainhaltes charakterisieren.

Unsere Untersuchungen wurden mit einem von JAEGER (1953) beschriebenen und einfach zu handhabenden Piezometer (Abb. 1) durchgeführt.

Es wird mit verstellbaren Fußplatten (*F*) auf Stirn- und Jochbein aufgesetzt und ein senkrecht in einer Hülse verschieblicher Druckbolzen in das Ansatzstück einer Kontaktschale (*K*) aus Plexiglas auf der anaesthesierten Cornea des liegenden Patienten eingepaßt (*A* = Ausgangsstellung). Hülse samt Druckbolzen und Span-

nungsvorrichtung sind durch ein Gegengewicht ( $G$ ) im indifferenten Gleichgewicht austariert. Auf den in der Hülse arretierten Druckbolzen kann über eine Spannungsvorrichtung ein Druck von 100 g (Federspannung  $1 = Sp_1$ ) und 200 g (Federspannung  $2 = Sp_2$ ) übertragen werden. Das Zurückweichen des Auges ist in 4facher Vergrößerung ablesbar.

Man gewinnt also nur 2 Druckwerte, aus deren Verhältnis zueinander sich aber ebensoviel ablesen läßt wie aus einer sog. Zurückdrängbarkeitskurve mit mehreren Ablesungen. Auch in unseren Versuchen hat sich die Belastung mit 200 g selbst bei hoher Myopie oder Gefäßsklerose als harmlos erwiesen.

### Exophthalmometrie

Zu Beginn der Untersuchungen wurde bei all unseren Patienten der intraoculare Druck und die Prominenz der Hornhautscheitel über den äußeren Orbitalrand mit dem Zeißschen Spiegelexophthalmometer (HERTEL) gemessen. Die Methodik ist allgemein bekannt, sie hat sich trotz gewisser Fehlerquellen als klinisch brauchbar erwiesen (BIRNBAUM, SCHLABS). Uns kam es hier in erster Linie auf mögliche Relationen zwischen der exorbitalen Prominenz und der Zurückdrängbarkeit an. Die Messungen wurden in Rückenlage bei Geradeausblick und unter sonst konstanten Verhältnissen von dem gleichen Beobachter durchgeführt. Lidspaltenweite und andere allgemeine Faktoren (Respiration) konnten unberücksichtigt bleiben, da sie die Lage des Bulbus nicht wesentlich ändern (BARKAN).

Die Messungen an 350 normalen Patienten ergaben eine Prominenz des Hornhautsheitels zwischen 9 und 26 mm. 70,6% der Werte lagen zwischen 13 und 17 mm, alleine 16,4%, also praktisch jede 6. Messung bei 16 mm. In 67,2% waren die Werte seitengleich, in 27,2% fanden sich Differenzen unter 1 mm, bei 5,6% bis zu 2 mm. Der *durchschnittliche* Wert aller Fälle war rechts wie links 15 mm, er lag für Männer etwas höher (15,4) als für Frauen (14,6). Zu ähnlichen Ergebnissen waren auch GOLDHAN und BERTELSEN in früheren Untersuchungen gekommen.

Bei einer Aufteilung in einzelne Altersstufen ergab sich, daß vom 10. Lebensjahr bis ins hohe Alter bei den untersuchten *männlichen* Patienten der Durchschnittswert ohne größere Schwankungen zwischen 15 und 16 mm liegt. Dagegen hatte die Durchschnittskurve bei den *weiblichen* Normalpersonen einen deutlichen Gipfel im 5. Dezennium, der mit 16,1 mm um 1,5 mm höher als der Durchschnittswert lag. Möglicherweise spielen hierfür die zu diesem Zeitpunkt im weiblichen Organismus ablaufenden hormonellen Umstellungen eine Rolle. GOLDHAN fand die stärkste Protrusio zwischen dem 20. und 24. Lebensjahr, bei ihm wie bei uns lagen die Werte bei Kindern sehr viel tiefer. Wir haben sie, da sie mit mancherlei Fehlerquellen behaftet sind, aus unseren Aufstellungen fortgelassen.

Stellt man an unserem Krankengut die Basiswerte zusammen, so lagen diese zwischen 94 und 124, recht häufig betrug er 105 (17,0%) bzw. 110 (21,1%) (Abb. 2, oben). Dabei war bei den höheren Basiswerten eine Zunahme der exorbitalen Prominenz festzustellen. Während dieser z. B. bei Basis 100 durchschnittlich nur 13,5 mm betrug, lag er bei Basis 114 zwischen 16,5 und 17,5. Die Abb. 2 läßt außerdem erkennen, daß die durchschnittliche Differenz zwischen rechts und links

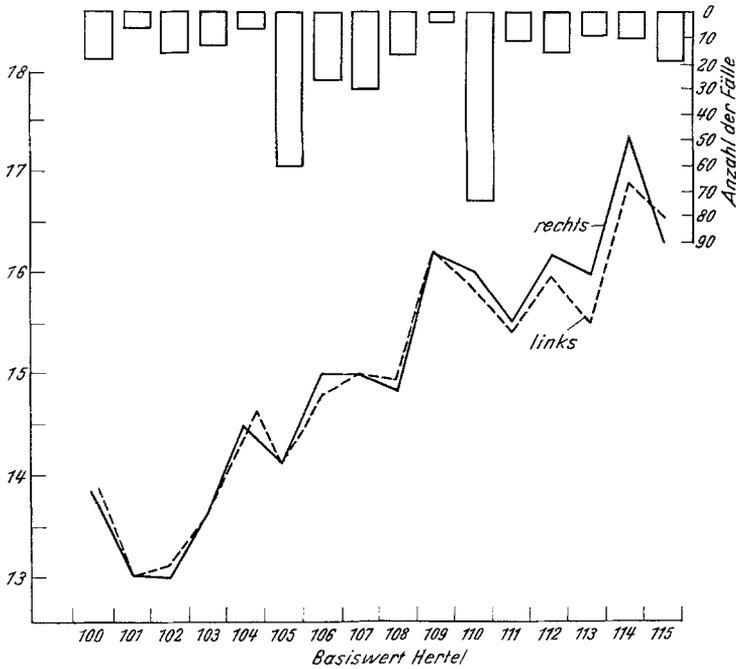


Abb. 2. Exorbitale Prominenz und Basiswert (HERTEL). Darstellung der durchschnittlichen Seitendifferenz. Säulenreihe oben: Absolute Häufigkeit der Basiswerte

nie größer als 0,6 mm war. Beide Kurven haben in den kleineren Basiswerten (100—109) einen gut übereinstimmenden Verlauf, in den höheren dagegen differieren sie etwas. Hier war immer die exorbitale Prominenz rechts etwas größer als links.

Die aus der Literatur bekannten durchschnittlichen Hornhautscheitel- und Basiswerte stimmen mit den unseren im wesentlichen überein (BIENBAUM, WAGENER, RUEDEMANN, DRESCHER und BENEDICT). BERTELSEN fand in 28% Seitendifferenzen. Nach SCHLABS und GOLDBAN ist die Hornhaut-Scheitelprominenz häufig rechts etwas größer (0,2—1,5 mm). Bei einem Vergleich der absoluten Werte ist einschränkend zu berücksichtigen, daß man sie nur vergleichen kann, wenn das gleiche Exophthalmometer verwendet wurde. Auch wir fanden z. B. bei Anwendung des Oculus-Spiegel-Exophthalmometers bei denselben Patienten ganz andere Basis- und Hornhautscheitelwerte als mit dem Zeißschen Gerät.

Im Gegensatz zu SCHLABS und GEORG fanden wir gewisse Beziehungen zwischen Basiswert und Grad der Prominenz, allerdings gerade umgekehrt wie KEARNS, HENDERSON und HAINES sie an 28 Augen fanden. Auf Einzelheiten hierüber soll später noch eingegangen werden.

**Piezometrie**

Piezometrische Untersuchungen über die Zurückdrängbarkeit bei normalen Orbitaverhältnissen führten wir an 727 Augen durch. Es

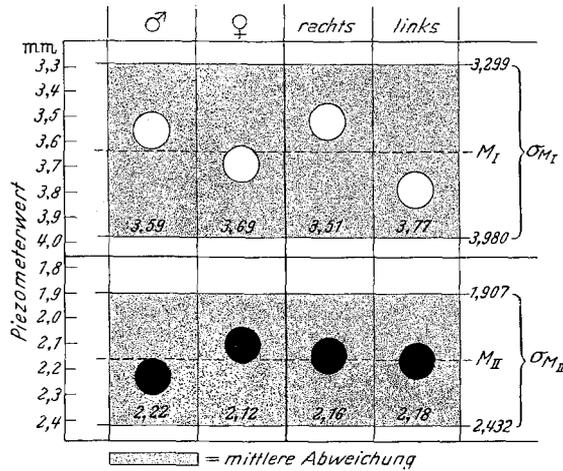


Abb. 3. Durchschnittlicher Piezometerwert. Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Patienten, sowie zwischen rechtem und linkem Auge

handelt sich um Emmetrope, Hyperope, Myope verschiedenen Alters und Geschlechts, außerdem um Patienten mit erhöhtem bzw. erniedrigtem Augeninnendruck oder mit Augenmuskelparesen.

Fassen wir sämtliche Messungen an emmetropen Versuchspersonen zusammen, so betrug bei Belastung mit 100 g die Zurückdrängbarkeit durchschnittlich 3,64 mm und bei Belastung mit weiteren 100 g zusätzlich 2,17 mm. Insgesamt ergab sich also unter 200 g Gewicht eine durchschnittliche Zurückdrängbarkeit von 5,81 mm.

Die Abb. 3 zeigt, daß zwischen Männern und Frauen geringe Differenzen vorkommen, die aber auch hier im Durchschnitt nicht größer als 1/10 mm sind. Bei 24,3% der Untersuchten war die Zurückdrängbarkeit seitengleich, in 56,5% bestand eine Seitendifferenz unter 1 mm, bei 12,5% eine solche bis 2 mm, in einem einzigen Fall betrug sie 5 mm. Hier bestand allerdings eine deutliche Asymmetrie des Gesichts.

Ein Vergleich der rechts und links erhaltenen Durchschnittswerte ergab bei Federspannung 1 (100 g) eine um etwa 1/4 mm bessere Zurück-

drängbarkeit auf der linken Seite, dagegen keine Seitenunterschiede bei Belastung mit 200 g.

Nach Aufschlüsselung auf einzelne Altersklassen (Abb. 4) war die Zurückdrängbarkeit des Bulbus im höheren Alter bei Belastung mit 100 g etwas größer, dagegen bei der Federspannung 2 geringer. Diese an sich unerheblichen Abweichungen sind wohl in erster Linie Folge

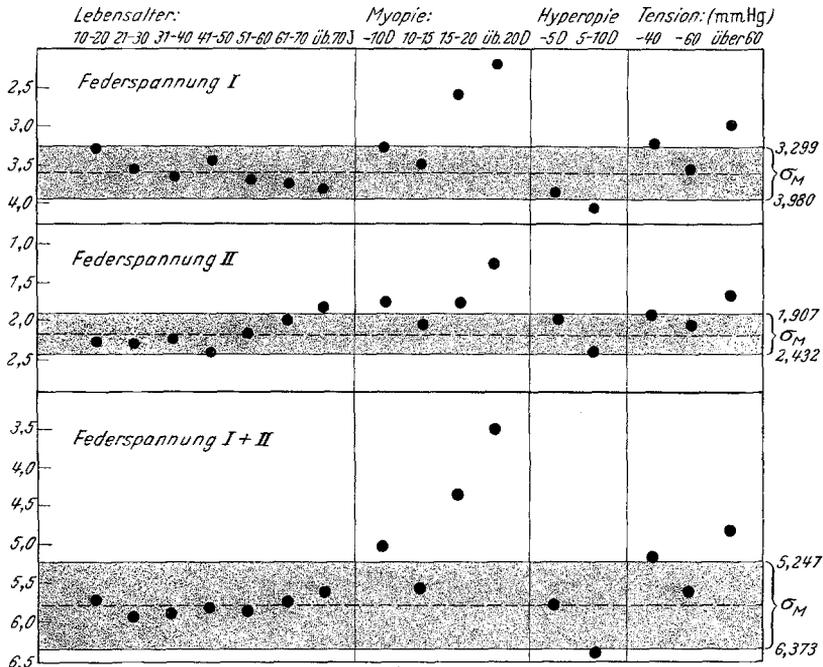


Abb. 4. Durchschnittlicher Piezometerwert in Abhängigkeit von Lebensalter, Refraktion und intraocularem Druck

des im Alter nachlassenden Gewebsturgors in der Orbita, vielleicht spielt auch die Dehnungsfähigkeit bzw. Rigidität der Sclera eine Rolle.

Bei der Errechnung der mittleren Abweichungen ( $\sigma_M$ ) ergab sich für die Federspannung 1 eine Streuung von 3,299—3,980 (—0,681 mm), für die Federspannung 2 eine solche von 1,907—2,432 (= 0,525 mm). Am größten ist die Streubreite, wenn man die Werte der Federspannungen 1 und 2 zusammenfaßt, sie beträgt dann 1,126 mm (von 5,247—6,373).

Das bedeutet, daß unsere oben ermittelten durchschnittlichen Seitendifferenzen und die Unterschiede bei Männern und Frauen wie auch die Abweichungen im höheren Lebensalter sämtlich noch innerhalb dieser mittleren Abweichung vom Mittelwert liegen.

Ähnliche Messungen an Normalen wurden von LANGENHAN, GUTMANN und PLEGE mit den von ihnen entwickelten Geräten durchgeführt. Ihre Untersuchungsbedingungen waren zwar vielfach etwas anders, ihre Ergebnisse sind aber

doch für einen Rechts-Links-Vergleich und irgendwelcher Abhängigkeiten vom Lebensalter zu diskutieren.

Soweit Belastungen mit 100 g durchgeführt wurden, betrug die durchschnittliche Zurückdrängbarkeit 4,7 (LANGENHAN) 4,41 (PLEGGE), 2 (GEORG) und zwischen 2,2 und 5,2 mm (COPPER) bzw. 2 und 5,2 (KEARNS, HENDERSON und HAINES), nach JAEGER, dessen Untersuchungen ja mit dem gleichen Gerät wie unsere durchgeführt wurden, zwischen 2 und 4 mm. Das umfaßt also den Bereich, in dem auch unser Mittelwert (3,64) liegt. Die gleichen Autoren fanden bei Belastung mit 200 g, unter der sich bei uns der Bulbus durchschnittlich um 5,81 mm zurückdrängen ließ, Werte von 6,6 (LANGENHAN), 5 mm (GEORG), 3,9—7,6 (COPPER), 4,4—6,89 (KEARNS und Mitarb.), 3,5—6,0 (JAEGER).

Dabei wird übereinstimmend dem Alter und Geschlecht kein signifikanter Einfluß beigemessen, lediglich bei Kindern und Greisen sei die Zurückdrängbarkeit vielfach erschwert. Die Seitendifferenzen, soweit überhaupt vorhanden, waren stets sehr gering [ $\frac{1}{3}$  mm (LANGENHAN)], 0,4 mm (PLEGGE), 0,5 mm (COPPER). Dabei werden Unterschiede bis 1,5 mm noch als uncharakteristisch angesehen (COPPER, HARTMANN und VAN ALPHEN).

PLEGGE fand unter 20 Untersuchten eine Gruppe, bei der die durchschnittliche Eindrückbarkeit 3,5 mm und eine andere, bei der sie 5,0 mm beträgt. Es ist möglich, daß sich hierin nur die großen individuellen Schwankungen manifestieren, die alle Untersucher, die sich auf ein größeres Krankengut stützen, feststellen konnten.

In der Annahme, daß die Größe des Bulbus und vor allem seine Achsenlänge einen Einfluß auf den Grad der Zurückdrängbarkeit haben könnte, wurden piezometrische Untersuchungen an 31 *hyperopen* (bis +7,0 dptr) und 73 *myopen* (bis -22 dptr) *Augen* durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen (Abb. 4 und 5), daß die Zurückdrängbarkeit bei der *Hyperopie*, vor allem bei den höheren Graden sowohl bei Belastung mit 100 g als auch mit 200 g größer ist, als bei den Emmetropen. Allerdings liegen die Werte nur wenig außerhalb der mittleren Abweichung.

Im Vergleich hierzu und auch zu den Normalen läßt sich das *myope* Auge weniger in die Orbita zurückdrängen. Die Abweichungen vom normalen Durchschnittswert sind um so deutlicher je höher der Refraktionsfehler ist (Abb. 4 und 5). So war z. B. die durchschnittliche Gesamtzurückdrängbarkeit unter 200 g Belastung bei 15—20 dptr myopen Augen um 1,4 mm und bei Myopien von über 20 dptr um 2,31 mm geringer als die durchschnittliche Zurückdrängbarkeit normaler emmetropen Augen (5,81 mm).

Wie auch eine Darstellung der Einzelfälle (Abb. 5) zeigt, haben *geringere* Refraktionsfehler keinen nennenswerten Einfluß auf den Grad der Zurückdrängbarkeit. Berücksichtigt man außerdem noch, daß bei den Myopien von 15—20 dptr auch die exorbitale Prominenz im Durchschnitt einen halben Millimeter (15,4) und bei den Myopien über 20 dptr mit 17,3 um 2,3 mm über dem normalen Durchschnittswert lag, so gewinnen die oben gezeigten Abweichungen im Redressement noch

besondere Bedeutung. In der Regel besteht nämlich, wie später noch erläutert wird, gerade die umgekehrte Abhängigkeit zwischen Zurückdrängbarkeit und Protrusiwert.

Dieser Einfluß von höheren Refraktionsanomalien auf die Zurückdrängbarkeit des Auges war auch den früheren Untersuchern bekannt (GUTMANN, GEORG, COPPER, BERTELTSEN).

Soweit der intraoculare Druck auch bei der höheren Myopie normal war, ist der Grund für die geringere Zurückdrängbarkeit des myopen Auges wohl in erster Linie die längere Bulbusachse, wodurch das kurzsichtige Auge mehr Raum in der Orbita beansprucht. Inwieweit darüber

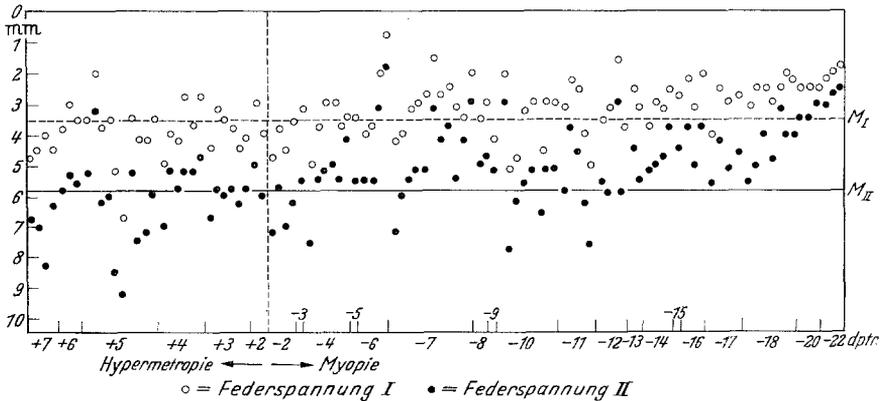


Abb. 5. Piezometerwerte bei Hyperopie und Myopie (Darstellung der Einzelfälle).  
M Mittelwert Federspannung I;  $M_{II}$  Mittelwert Federspannung 2

hinaus noch die verdünnte Sclera (GUTMANN) oder der Tonus der äußeren Augenmuskeln (BERTELSEN) eine Rolle spielen, läßt sich kaum genau erfassen. Da der Elastizitätsfaktor bei hochgradig myopen Augen sehr unterschiedlich sein kann, wird man hieraus für unsere Fragestellung nichts Einheitliches schließen können. Dennoch sei daran erinnert, daß z. B. auch bei der Tonographie der Umfang der Scleradehnung (Rigidität) vor allem als sog. Nachdehnung der Bulbushüllen eine wichtige Rolle spielt.

Die entgegengesetzten Größenverhältnisse bei der Hyperopie höheren Grades, bestätigen die obige Annahme und erklären die besonders deutlichen Differenzen zwischen der höheren Myopie und hohen Hyperopie, zumal nach HERNHEISER die Orbitagröße unabhängig von der Bulbusgröße ist. Patienten mit Strabismus haben wir hier fortgelassen, um nicht irrtümlich Abweichungen mit einzubeziehen, die durch den Tonus der äußeren Augenmuskeln bedingt sind.

Daß ein solcher nämlich sowohl für die Exophthalmometrie wie für die Piezometrie eine Rolle spielt, zeigen Untersuchungen an 11 Patienten

mit einseitigen *Augenmuskelparesen*. Der durchschnittliche Prominenzwert war auf der paretischen Seite 0,3 mm, die Zurückdrängbarkeit durchschnittlich 0,5 mm größer als auf der gesunden Seite. Dabei ergab sich die hauptsächlichste Differenz bei Belastung mit 100 g.

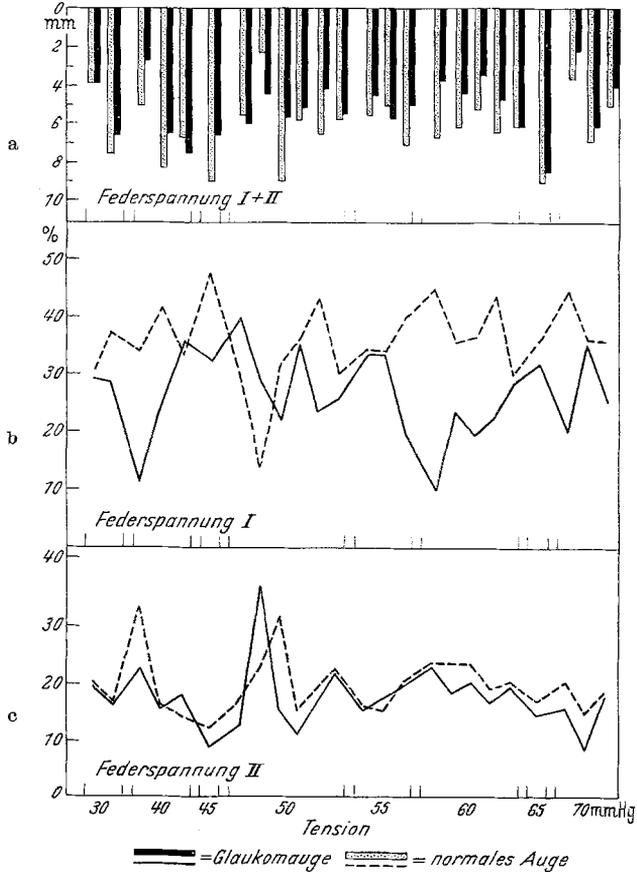


Abb. 6a—c. Zurückdrängbarkeit und intraocularer Druck. a Vergleich des absoluten Piezometerwertes bei Patienten mit einseitiger Drucksteigerung (Darstellung der Einzelfälle). Prozentuale Gegenüberstellung der Piezometerwerte zwischen dem Glaukomaugae und dem Auge mit normalem intraocularem Druck. b Federspannung I. c Federspannung 2

KEARNS und Mitarb. fanden bei 21 Basedowikern die Zurückdrängbarkeit bei denjenigen erschwert, bei denen gleichzeitig Paresen bestanden. Ob hierfür allerdings nur der Befund an den Augenmuskeln oder nicht die durch den Basedow bedingten doppelseitigen Veränderungen in der Orbita Ursache sind, mag dahingestellt sein.

Bei den eben besprochenen Ergebnissen über die Zurückdrängbarkeit hyperoper und myoper Augen war bereits auf den möglichen Einfluß pathologisch erhöhten bzw. erniedrigten Augeninnendruck hingewiesen

worden. Wenn für die Zurückdrängbarkeit tatsächlich Widerstand und Elastizität der Sclera eine Rolle spielen sollten, mußte man bei extremen Abweichungen vom normalen intraocularen Druck auch signifikante Änderungen im Redressement erhalten.

Die Befunde an insgesamt 42 Glaukomaugen, nach der Höhe der Druckwerte in 3 Gruppen unterteilt, sind in Abb. 6 dargestellt. Ver-

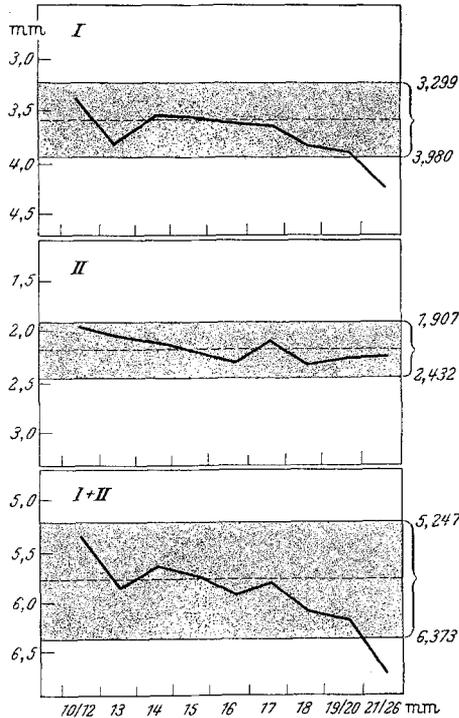


Abb. 7. Darstellung der Abhängigkeit von durchschnittlichem Piezometerwert und der exorbitalen Prominenz (HERTEL)

intraocularem Druck (über 60 mm Hg) deutlich. Dies kann man sich wohl nur mit einer veränderten Sklerabeschaffenheit erklären, die demnach im Rahmen der Gesamtzurückdrängbarkeit vor allem zu Beginn der Belastung (Federspannung 1 = 100 g) eine Rolle spielt.

Für diese Annahme sprechen auch unsere bisherigen Befunde an einigen phthisischen Augen, die erheblich weiter ein- und zurückdrängbar waren (bis insgesamt 10,5 mm) als die gesunden Augen der anderen Seite (5,58 mm).

Zu gleichen Resultaten waren auch GUTMANN, PLEGG, GROSSMANN und BURNS gekommen. GUTMANN fand, daß nach operativer Druckregelung auch die Zurückdrängbarkeit wieder normal wurde. Er erklärt das mit der Volumenänderung des Bulbus und dem gebesserten Blut- und Lymphabfluß.

wertbare Abweichungen fanden sich nur bei Druckwerten über 60 mm Hg. Interessant war hier vor allem bei 24 einseitigen Glaukomen der Vergleich mit der gesunden Seite. Wie Abb. 6, oben, zeigt, wird dieser Unterschied vor allem bei einer Gegenüberstellung der Gesamtzurückdrängbarkeit (Federspannung 1 u. 2) deutlich. In fast allen Fällen war das Glaukomaugen weniger zurückdrängbar als das gesunde.

Eine Darstellung des prozentualen Unterschiedes in der Zurückdrängbarkeit zwischen Glaukom — und gesundem Auge ergibt dabei noch einen weiteren Unterschied; während sich bei Belastung durch Federspannung 2 keine erheblichen Differenzen darstellen, werden solche bei Federspannung 1 besonders bei höherem

So bleibt abschließend noch etwas darüber zu sagen, ob nicht auch der Grad der exorbitalen Prominenz eine bestimmte Beziehung zum Ausmaß der Zurückdrängbarkeit hat. Stellt man diese Relationen tabellarisch zusammen (Abb. 7), so zeigt sich bei geringer (100 g) wie auch bei stärkerer Belastung (200 g) entgegen der Ansicht von GEORG, daß die Zurückdrängbarkeit um so größer ist, je größer die exorbitale Prominenz ist. Allerdings wird die mittlere Abweichung nur bei Hertel-Werten oberhalb 20 überschritten.

### Diskussion

Unsere Messungen an 727 normalen Augen ergaben bei Belastung mit 100 g eine durchschnittliche Zurückdrängbarkeit von 3,64 und unter 200 g eine solche von 2,17 mm (insgesamt 5,81 mm). Die Ermittlung dieses Durchschnittwertes sowie der mittleren Abweichung ist notwendig, um die Ergebnisse verschiedener Meßreihen vergleichen zu können. Für den klinischen Gebrauch ist ein solcher Durchschnittswert aber nicht als absoluter Normwert zu verwenden. Auch bei unserem Krankengut haben sich z. T. recht erhebliche individuelle Schwankungen in der absoluten Zurückdrängbarkeit gezeigt. So ergab sich z. B. bei Belastung mit 100 g eine Streuung von 0,75—8,0 und bei Belastung mit 200 g von 0,75—6,5 mm. Die gesamte Zurückdrängbarkeit betrug im Minimum 2,25 und im Maximum 12,75 mm. Um so wichtiger für die klinische Auswertung ist die Feststellung, daß bei der überwiegenden Zahl der Untersuchten *keine die mittlere Abweichung überschreitenden Seitenunterschiede vorkamen. Das gibt einen Rechts-Links-Vergleich für die Beurteilung fraglich pathologischer Werte eine besondere Bedeutung.* Dadurch, daß auf der Ablese skala des Gerätes ein Millimeter in 4 Teilstriche aufgeteilt ist, sind selbst geringe Seitenunterschiede zu erfassen. Es entsprechen ja bereits der mittleren Abweichung bei Federspannung 1 (= 0,681) 2—3 Teilstriche, bei Federspannung 2 (= 0,525) 2 Teilstriche und bei Federspannung 1 und 2 (= 1,126) 4—5 Teilstriche.

Somit muß jeder Seitenunterschied, der unter der entsprechenden Belastung über die oben erwähnten Teilstrichdifferenzen hinausgeht, den Verdacht auf eine pathologisch veränderte Zurückdrängbarkeit nahelegen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß dies, wie unsere Untersuchungen zeigten, nicht unbedingt Folge von Veränderungen in der Orbita selbst sein muß. Auch hohe Refraktionsanomalien und stark erhöhter bzw. erniedrigter Augeninnendruck können die Zurückdrängbarkeit des Auges über das Maß der mittleren Abweichungen hinaus verändern. Dadurch wird besonders dann ein Orbitalprozeß vorgetauscht, wenn die Veränderungen einseitig sind und die oben erwähnten Rechts-Links-Relationen stören. Bei Augen mit hoher Myopie und erhöhtem intraocularem Druck ist die Zurückdrängbarkeit deutlich

erschwert, während Augen mit hoher Hyperopie und phthisische Bulbi erheblich leichter zurückdrängbar sind. Dabei haben allerdings nur Refraktionsanomalien über  $-15$  dptr bzw. über  $+5,0$  dptr und intraoculare Drucksteigerungen über  $60$  mm Hg einen signifikanten Einfluß auf die Zurückdrängbarkeit. Es ist also notwendig, zur Beurteilung der ermittelten Piezometriewerte den intraocularen Druck und die Refraktion mit heranzuziehen. Lebensalter und Geschlecht können vernachlässigt werden. Auch eine seitendifferente exorbitale Prominenz von wenigen Millimetern, wie sie schon bei normalen Orbitaverhältnissen vorkommen kann, stört die Rechts-Links-Relation der Piezometrie nicht.

Über die Zurückdrängbarkeit bei *pathologischen* Orbitaverhältnissen werden wir in einer weiteren Mitteilung berichten.

### Zusammenfassung

Es wird über Untersuchungen mit dem Piezometer nach JAEGER an 727 Augen berichtet.

Die gleichzeitig durchgeführte *Exophthalmometrie* wird nach Seiten- und Geschlechtsunterschieden, Schwankungen während des Lebensalters, absoluten und durchschnittlichen Basis- und Hornhautscheitelwerten statistisch ausgewertet. Bei der *Piezometrie* ergaben sich schon bei normalen Orbitaverhältnissen große individuelle Schwankungen. Zum Vergleich verschiedener Meßreihen wurden zunächst Durchschnittswerte festgelegt. Sie betragen bei Belastung mit  $100$  g (Federspannung 1)  $3,64$  mm, und bei Belastung mit weiteren  $100$  g zusätzlich  $2,17$  mm, insgesamt also  $5,81$  mm. Dabei waren Lebensalter und Geschlecht ohne Einfluß auf die Zurückdrängbarkeit. Besondere diagnostische Bedeutung bei der Einzeluntersuchung hat der Rechts-Links-Vergleich. Seitenunterschiede müssen stets den Verdacht auf einen Orbitaprozeß nahelegen. Auszuschließen sind dabei allerdings höhere Refraktionsfehler und intraoculare Drucksteigerungen. Signifikante Abweichungen fanden sich aber erst bei Myopie über  $15$  dptr und Hyperopie über  $5$  dptr.

Die Zurückdrängbarkeit war bei Myopie und Tensionserhöhung über  $60$  mm Hg geringer, bei Hyperopie und Phthisis bulbi dagegen stärker als normal.

Auf die Beziehung von Exophthalmometrie und Piezometrie wird hingewiesen.

### Literatur

BERTELSEN, T. I.: The difference in exophthalmometric values on the two eyes in persons with high degree of myopia in one eye. Acta ophthalm. (Copenh.) **34**, 68 (1956). — COLENBRANDER, M. C.: Measurement of orbital resistance. Ophthalmologica (Basel) **124**, 370 (1952). — COPPER, A. C.: The measurement of the retrobulbar resistance (Orbitometry) in the clinic. Trans. Ophthalm. Soc.

U.Kingd. **69**, 219 (1949). — Clinical measurement of retrobulbar resistance (Orbitonometry). *Ophthalmologica* (Basel) **119**, 176 (1950). — DRESCHER, E. P., and W. L. BENEDICT: Asymmetric exophthalmos. *Arch. of Ophthalm.* **44**, 109 (1950). — GALINDEZ IGLESIAS, F.: Orbitonometria. *Arch. Soc. Oftalm. hisp.-amer.* **14**, 141 (1954). — GEORG, F.: Ein neues Piezometer. *Graefes Arch.* **144**, 68 (1942). — GOLDHAN, U.: Exophthalmometerwerte und Lebensalter. *Z. Altersforsch.* **8**, 365 (1955). — GROSSMANN, E. E., and T. A. BURNS: Clinical use of orbitonometry. *Amer. J. Ophthalm.* **37**, 520 (1954). — GUTMANN, A.: Physiologische Untersuchungen über Lageveränderung des Bulbus in der Orbita. *Z. Augenheilk.* **31**, 109 (1914). — Untersuchungen über orbitale Verschieblichkeit des Bulbus bei hochgradigen Refraktionsanomalien und intraocularer Drucksteigerung. *Z. Augenheilk.* **31**, 295 (1914). — Piezometer, zur Diagnose retrobulbärer Orbitageschwülste. *Z. Augenheilk.* **63**, 136 (1927). — HARTMANN, E., et G. VAN ALPHEN: L'orbitonometrie. *Bull. Soc. Ophtalm. Paris* **1951**, 120. — JAEGER, W.: Messung der Zurückdrängbarkeit des Auges mit einem neuen Piezometer. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **122**, 565 (1953). — KEARNS, TH. P., J. W. HENDERSON and S. F. HAINES: Clinical orbitonometry in graves disease. *Amer. J. Ophthalm.* **36**, 45 (1953). — LANGENHAN, F.: Instrumentelle Messung der Zurückdrängbarkeit des Augapfels in die Augenhöhle. *Z. Augenheilk.* **24**, 417 (1910). — MEANS, J. H., and J. B. STANBURY: Clinical orbitonometry. *Amer. J. Med. Sci.* **220**, 357 (1950). — NOVER, A., u. H. W. CIELINSKI: Zur Diagnostik der raumfordernden Orbitaprozesse. *Ber. dtsh. ophthalm. Ges.* **1956**, 236. — PLEGGE, H.: Eine neue Methode zur Messung der Zurückdrängbarkeit des Bulbus in der Orbita (Biezometrie). *Klin. Mbl. Augenheilk.* **87**, 584 (1931). — RUEDEMANN, A. D.: Exophthalmos. *Cleveland Clin. Quart.* **3**, 172 (1936). — SCHLABS, G.: Messungen mit dem Hertelschen Exophthalmometer. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **55**, 611 (1915). — WAGENER, H. P.: Enophthalmos in Horner's Syndrome. *Trans. Amer. Ophthalm. Soc.* **31**, 166 (1933).

Priv.-Dozent Dr. A. NOVER, Dr. K. JOSTEN und Dr. H. W. ZIELINSKI,  
Köln-Lindenthal, Universitäts-Augenklinik

---