

Entwicklung und Anwendung eines neuen automatischen Selbsttonometers

J. Draeger und R. Winter

Universitäts-Augenklinik Hamburg

Zusammenfassung. Den Vorschlägen Goldmann's und Sampaolesi's folgend soll nicht nur der zufällig zu einem beliebigen Tageszeitpunkt festgestellte intraokulare Druck als diagnostisches Kriterium dienen, sondern vielmehr die Höhe der bei Mehrfachmessungen zu verschiedenen Tageszeitpunkten festgestellten Amplitude eine präzisere Diagnostik und Verlaufskontrolle ermöglichen. Ein ursprünglich für die Tonometrie unter Mikrogravitationsbedingungen entwickeltes, mikroprozessorgesteuertes, automatisches Selbsttonometer liegt nun in einer einfachen, handlichen Patientenversion vor. Dessen Anwendungen, die damit erzielten Ergebnisse werden dargestellt.

Schlüsselwörter: Selbsttonometrie, Druckamplitude, Frühdiagnose.

Development and application of a new automatic selftonometer

Summary. Following Goldmann's and Sampaolesi's guidelines not longer a single tonometry result but the amplitude of diurnal rhythm serves as criteria for precise diagnosis and follow-up of glaucoma. The instrument, originally developed for tonometry under microgravity conditions is now ready for clinical application, available for every patient. Design, application and results are demonstrated.

Key words: Selftonometry, diurnal amplitude, early diagnosis.

Goldmann hat bereits 1958 [1] darauf hingewiesen, daß die tonometrisch meßbare Druckerhöhung dem morphologischen oder funktionellen Schaden um wenigstens 10 Jahre vorausseile! Wenig später hat Sampaolesi gezeigt [2], daß es häufig gerade in den Anfangsstadien eines chronischen Glaukoms nur durch eine subtile Tagesdruckkurve gelingt, die ja besonders typischen, ausgeprägten Amplituden überhaupt rechtzeitig zu erkennen. 1964 hat dann Maumenee vorgeschlagen, zu diesem Zweck die „Hometonometry“ zu benutzen, da es ja dem Augenarzt in aller Regel nicht möglich sei, gerade zu den wichtigen Tageszeiten, nämlich z. B. sehr frühmorgens, den Patienten regelmäßig und präzise zu messen. Wir alle wissen, wie mühsam die Erstellung eines

wirklich aussagekräftigen Tagesprofils heute für den Arzt ist, sei es nun im Rahmen einer stationären Tensionsanalyse (was heutzutage ohnehin kaum noch verordnet werden kann), sei es bei Kontrollen in der Praxis, die schon aus organisatorischen Gründen zeitlich nur limitiert erfolgen können. Augenärztliche Hausbesuche zu einem solchen Zweck bleiben, von Ausnahmen abgesehen, Utopie. Wir sollten in dieser Hinsicht aus den mittlerweile langjährigen Erfahrungen vor allem aus der Inneren Medizin lernen, daß nämlich die aktive Mitwirkung des Patienten nicht nur zur Gewinnung viel dichter Meßreihen, sondern auch zu einer erheblichen Verbesserung seiner Compliance führt. Das beste Beispiel dafür ist die mittlerweile weltweit verbreitete Blutdruckselbstmessung bei arterieller Hypertension. Institutionen wie die Weltgesundheitsorganisation [3] und die Welthochdruckliga betrachten sie als festen Bestandteil der Diagnostik und Therapieüberwachung des Bluthochdrucks. Der Gedanke, den Patienten aktiv an der Therapiekontrolle des Glaukoms – also der klassischen chronischen Erkrankung unseres Faches – zu beteiligen, wurde bisher in der Augenheilkunde kaum in Erwägung gezogen.

Was also bleibt, wenn man diese Erkenntnisse Goldmanns und Sampaolesis tatsächlich in die alltägliche organisatorische Praxis bei unseren etwa 1,5 Millionen vom Glaukom bedrohten Mitbürgern allein in Deutschland umsetzen will? Es muß ein Weg gefunden werden, die Tonometrie wenigstens für ausgewählte Zeiträume, so z. B. bei Vorliegen eines Verdachtes, bei der Nachsorge nach antiglaukomatösen Operationen, bei medikamentöser Therapieänderung oder auch einmal zur Differentialdiagnose regelmäßig und häufig einzusetzen. Dies kann vernünftigerweise nur durch die Mithilfe des Patienten gelingen: Derartige, wirklich aussagekräftige Tagesprofile müssen vom Patienten selbst aufgenommen werden. Den endgültigen Anstoß für die Entwicklung eines eigentlichen „Selbsttonometers“ gab dann die bemannte Raumfahrt: Wir hatten schon während der Spacelab-D1-Mission 1985 [4] drastische Druckanstiege nach Eintritt in die Schwerelosigkeit beobachten können. Es war uns aber klar, daß Messungen zu einem noch viel früheren Zeitpunkt der Mission wahrscheinlich die interessantesten Werte als Folge der plötzlich einsetzenden Flüssigkeitsverschiebung, des sog. „Fluid Shift“ ergeben würden. Zu diesem Zweck mußte die Rolle des Augenarztes während der Tonometrie, nämlich das Ausmessen der Applanations-

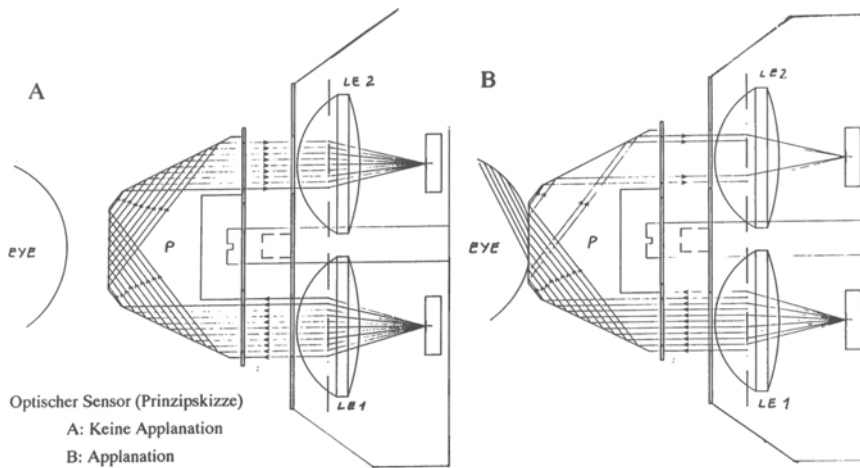


Abb. 1. Optischer Infrarotsensor



Abb. 2. Selbsttonometer, Raumfahrtmodell, angesetzt

fläche und die Kraftbestimmung automatisiert werden [5].

Wir bedienen uns dazu eines optischen Sensors – die Totalreflexion eines homogenen modulierten Infrarotstrahls an der Basis der Applanationskörperchens diente als Flächenmaß (Abb. 1).

Der Mikroprozessor kontrolliert nun nicht nur gleichzeitig das Erreichen der Applanationsfläche, sondern auch die dazu benötigte Kraft, die auf einem kleinen Display direkt angezeigt wird (Abb. 2).

Tatsächlich gelang es nun während der Deutsch-Russischen MIR-Mission und der Spacelab D2-Mission festzustellen [6], daß in der Tat nach dem Eintritt in die Schwerelosigkeit der Augeninnendruck innerhalb weniger Minuten um mehr als 100% anstieg, was eben bei den früheren Missionen mit Hilfe der Tonometrie durch einen zweiten Untersucher aus technischen und organisatorischen Gründen zunächst nicht so genau hatte erfaßt werden können.

Natürlich lag es nun nahe, dieses Prinzip für die Ent-



Abb. 3. Neues automatisches Selbsttonometer, Anwendung durch den Patienten

wicklung eines kleineren handlicheren, noch präziseren Gerätes für die augenärztliche Praxis anzuwenden [7].

Eine einstellbare Einpunktstützung erlaubt dem Patienten eine einfache Zentrierung vor dem zu untersuchenden Auge (Abb. 3).

Dem Patienten wird ein im Zentrum der Meßachse gelegene Fixiermarke angeboten, danach löst der Patient den automatischen Meßablauf aus. Ein Schallsignal informiert ihn, daß die eigentliche, nur Millisekunden dauernde Messung jetzt beginnt. Nach erfolgtem Vorlauf, Anhalten des Sensors bei Erreichen der vorberechneten Applanationsfläche, Rückfahrt des Sensors ertönt erneut ein Schallsignal, das dem Patienten das Ende der Messung anzeigt.

Auf dem Display kann der Druck direkt abgelesen werden. In großen Meßreihen an den Universitäts-Augenkliniken in Bern und Hamburg fand das Selbsttonometer eine sehr hohe Akzeptanz bei den Patienten, vor allem denjenigen, bei denen schon bisher infolge ihres Glaukoms eine regelmäßige Kontrolle des intraokularen Druckes beim Augenarzt notwendig gewesen war. Nach kurzer Einführung in die Handhabung durch den Untersucher beherrschen die Patienten die Selbsttonometrie in der Regel bereits nach der ersten Messung.

Auch ältere Patienten sind in der Lage, ohne Schwierigkeiten die für ein Tagesprofil erforderliche Anzahl von 5–6 Messungen vorzunehmen.

Fallbeispiel Nr. 1 (H.J., 69 J., PCG seit 8 J.)

Therapie: R/L Pilocarpin 2% + Timolol 0.5%

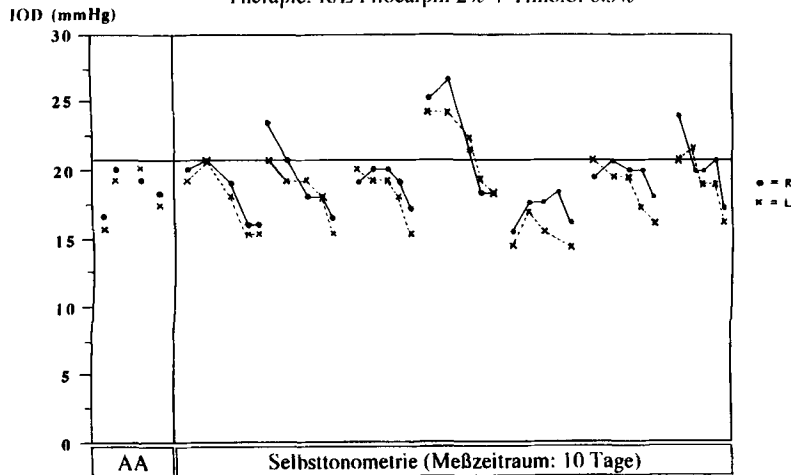


Abb. 4. Druckkurve mit sonst unentdeckten Tagesamplituden

AA: augenärztliche Tensionskontrollen

Tatsächlich sind wir nun mit Hilfe des Tonometers in der Lage, bisher unentdeckte Druckspitzen – die pathologisch erhöhte Tagesamplitude ist das deutlichste Frühsymptom des Glaukoms – frühzeitig und verlässlich zu erkennen (Abb. 4).

So ist mit diesem Gerät zum ersten Mal die Voraussetzung geschaffen, auch in der Augenheilkunde den Patienten aktiv an der Glaukomdiagnostik zu beteiligen, sowohl die Früherkennung wie vor allem auch die Verlaufskontrolle nach medikamentöser oder chirurgischer Therapie sehr viel präziser zu gestalten.

Literatur

1. Goldmann H (1958) Int. Glaukomsymposium Lüttich, Diskussionsbemerkungen
2. Sampaolesi R (1974) Curva diaria de presión. El Glaucoma. Editorial Medical Panamericana, Buenos Aires, 175–190

3. World Health Organisation (1988) Self-measurement of blood pressure. Bull WHO 66: 155–159
4. Draeger J, Wirt H, Schwartz R, (1986) „Tomex“. Messung des Augeninnendruckes unter μg -Bedingungen. Naturwissenschaften 73: 450–452
5. Draeger J, Hechler B, Levedag S, Wirt H (1987) Über die automatische Messung des Augeninnendruckes mit einem elektronischen Sensortonometer. Klin Monatsbl Augenheilkd 190: 539–541
6. Draeger J, Schwartz R, Wiezorrek R (1996) Ophthalmological experiments and results in Space Flight-MIR 1992-Mission and Spacelab D2-Mission 1993. An Inst Barraquer (Barc.) 25: 767–770
7. Draeger J, Schwartz R, Deutsch C, Groenhoff S (1991) Experimentelle und klinische Ergebnisse mit einem neuen vollautomatischen Selbsttonometer. Fortschr Ophthalmol 88: 304–307

Korrespondenz: Prof. Dr. J. Draeger, Univ.-Augenlinik, Martinststraße 52, D-20246 Hamburg, Bundesrepublik Deutschland.