

L. L. Lohmann Dr. med. A. Koenig

in altes Guss

Le 19749

v. Koenig

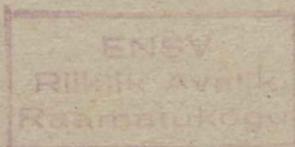
Ein neuer Blutdruckmesser.

von

Dr. med. **Hermann Stillmark**-Pernau (Livland).

(Vortrag, gehalten in Reval im November 1906.)

(Sonderabdruck aus der Berliner klin. Wochenschr., 1907, No. 22.)



Ein neuer Blutdruckmesser.

Von

Dr. med. Hermann Stillmark-Pernau (Livland).

(Vortrag, gehalten in Reval im November 1906.)

M. H.! Je mehr das Interesse für Blutdruckbestimmungen in den letzten Jahren zunahm, um so zahlreichere Versuche sind von den verschiedenen Forschern gemacht worden, Apparate herzustellen, die nicht nur in rein wissenschaftlicher Beziehung genügen, sondern die auch besonders den Bedürfnissen des praktischen Arztes Rechnung tragen sollten, wieweil letzterer ja häufig nicht die Möglichkeit hat, weitläufige physiologische Experimente anzustellen.

Wohl die am meisten in der Praxis benutzten Apparate sind die von v. Basch und Riva-Rocci konstruierten Sphygmanometer und das Gaertner'sche Tonometer. — Ich habe seit Jahren mit diesen drei Apparaten gearbeitet und habe reichlich Gelegenheit gehabt, ihre Vorzüge kennen zu lernen. — Andererseits kann ich aber nicht umhin, auf einen recht grossen Mangel aufmerksam zu machen, der ihnen allen gemeinsam ist, nämlich den Umstand, dass bei ihnen so wichtige Teile, wie z. B. die Pelotte bei dem Basch'schen Instrument, die Armbinde beim Riva-Rocci'schen, der Fingerreifen beim Gaertner'schen, alle Röhren und Ballons etc. aus Gummi hergestellt sind.

Abgesehen davon, dass die Haltbarkeit dieser Instrumente wegen des Brüchigwerdens der aus Gummi hergestellten Teile doch nur eine sehr beschränkte ist, müssen — wie a priori anzunehmen ist — die Resultate der Messungen in bedeutendem Maasse von dem jeweiligen Elastizitätsgrade des Gummis beeinflusst werden.

Ist es doch gewiss nicht einerlei, ob z. B. beim Basch'schen

93.402

— 2 —

Apparate die Pelotte und Röhren sehr weich und nachgiebig oder durch Erhärtung der Gummimasse bereits starr geworden sind. In letzterem Falle wird gewiss von dem Manometer der Blutdruck viel niedriger angegeben werden, als er de facto ist.

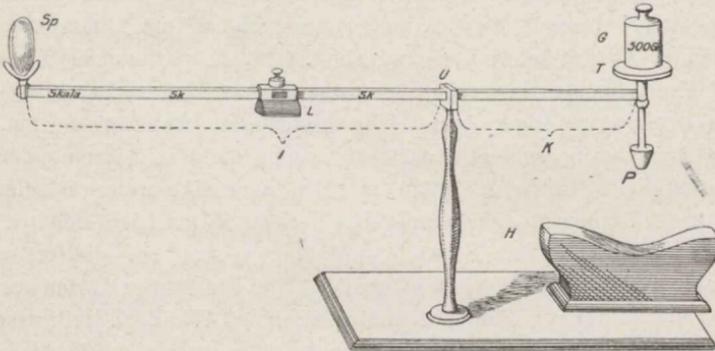
Diese Mängel veranlassten mich zu der Herstellung eines neuen Blutdruckmessers. Bei der Konstruktion eines neuen Apparates musste also dem so veränderlichen Elasticitätsgrade des Gummis Rechnung getragen werden, d. h. das Gummi dabei gar nicht oder möglichst wenig benutzt werden. Aber ausser dieser Erwägung bewog mich auch noch die Rücksicht auf den praktischen Arzt zur Herstellung des unten zu beschreibenden Instruments. Letzteres sollte sowohl den Bedürfnissen subtiler physiologischer Forschung als auch den Erfordernissen der täglichen Praxis genügen. Es sollte besonders dem beschäftigten Arzte die Möglichkeit geben, ohne zeitraubende Vorstudien angestellt zu haben, sich schnell über die Blutdruckverhältnisse seiner Patienten unterrichten zu können. — Ein ferneres praktisches Moment war gleichfalls nicht ausser acht zu lassen: Es darf ein derartiger Apparat ja wohl auch nicht allzu hohe Anforderungen an die Kasse des Arztes stellen und soll vor allen Dingen nicht fortwährend reparaturbedürftig sein, wie es mit denjenigen Instrumenten leider häufig der Fall ist, die zum grossen Teil aus Gummi bestehen. Besonders der Arzt der kleinen Stadt, der fern von den medizinischen Centren mit ihren Warenhäusern, Mechanikern usw. lebt, und der also auch nur schwer Ersatzteile für seine defekten Instrumente sich verschaffen kann, wird einem Apparate den Vorzug geben, der bei grösstmöglicher Einfachheit nicht leicht zu verderben ist, wenn er auch in anderer Beziehung manche Mängel aufweisen sollte.

Als ein grosser Vorzug des Gaertner'schen Instrumentes vor den beiden anderen (Basch und Riva-Rocci) muss der Umstand betrachtet werden, dass bei ersterem dem Gesichtssinn des Arztes die Entscheidung überlassen ist, zu bestimmen, wann der Puls sich wieder zeigt. Es bedarf dieses keiner weiteren Erörterung: ist es doch allgemein bekannt, um wieviel das Gesicht dem Tastsinn überlegen ist. Auch ist der Tastsinn bei verschiedenen Personen bekanntlich sehr verschieden entwickelt.

Doch nicht dieser Umstand allein bewog mich dazu, bei meinem gleich zu beschreibenden Apparate von einem Fühlen des Pulses mit dem Finger abzusehen. Es sprachen dabei auch

anatomische Erwägungen mit, von denen später die Rede sein soll.

Die Konstruktion meines Apparates (siehe Abbildung) ist folgende: Er besteht aus einer zweiarmigen Hebelstange, deren



Sp = Brennspiegel, G = Gewicht, T = Teller, L = Laufgewicht (75 g), U = Unterstützungspunkt, k = kurzer Hebelarm (15 cm), l = langer Hebelarm (40 cm), H = Handhalter (abnehmbar), P = Pelotte, Sk = Millimeterskala.

Unterstützungspunkt sich 15 cm von dem einen Ende und 40 cm von dem anderen entfernt befindet, so dass also der kurze Arm 15 cm und der lange 40 cm lang ist. Ohne Belastung soll die Hebelstange in labilem Gleichgewichte ruhen. Am Ende des kurzen Armes wird ein Gewicht G aufgeschraubt, unter demselben befindet sich, an einer beweglichen Stange hängend, eine Pelotte von ca. 0,25 qcm Grundfläche. Diese Pelotte wird auf die Art. radialis gelegt. Der Druck auf die Arterie muss derart sein, dass er imstande ist, den Blutstrom gerade eben zu unterdrücken, d. h. den Blutdruck gewissermaassen aufzuwiegen. Es ist nun der Zweck des Apparates, den Druck, der dazu erforderlich ist, genau festzustellen. Dieses geschieht auf folgende einfache Weise: Der 40 cm lange Schenkel ist mit einem Laufgewicht von 75 g versehen, durch dessen Verschiebung man den Druck des Gewichtes G beliebig, d. h. in gewissen Grenzen verringern kann. Wenn dieses Laufgewicht nun am äussersten Ende des langen Schenkels sich befindet, so wiegt es ein Gewicht von 200 g auf dem kurzen Schenkel auf, was aus folgender Formel nach dem Gesetz vom statischem Moment ersichtlich ist:

$$G \cdot k = L \cdot l \text{ oder}$$

$$G \cdot 15 = 75 \cdot 40, \text{ d. h.}$$

$$G = \frac{75 \cdot 40}{15} = 200 \text{ g.}$$

Durch Verschiebung des Laufgewichtes L zum Ende des Hebelarmes hin um 40 cm wird also das Gewicht G um 200 g vermindert; folglich bewirkt die Verschiebung um 1 mm eine Veränderung des Gewichtes um 0,5 g.

Am Ende des langen Hebelarmes ist ein Reflexspiegel von 3 m Brennweite angebracht. Wir stellen den Apparat so auf, dass 3 m vom Spiegel entfernt eine Lampe steht und nach einer anderen Seite hin in der gleichen Entfernung eine weisse Fläche (etwa ein Papier an der Wand) sich befindet. Das Licht von der Lampe wird von dem Spiegel aufgefangen und auf die helle Fläche reflektiert. Da, wie gesagt, die Entfernung zwischen Spiegel und Lampe einerseits und Spiegel und Wand andererseits 3 m beträgt, der Spiegel eine Brennweite von gleichfalls 3 m hat, so erhalten wir auf der weissen Fläche ein intensiv helles, scharfes Bild der Flamme.

Die Gebrauchsanweisung des Apparates ist folgende: Man legt die Pelotte auf die entsprechende Stelle der Arterie (Arteria radialis), nachdem man ein genügend schweres Gewicht G aus den Teller T geschraubt hat; dieses Gewicht muss ein solches sein, dass es die Blutwelle vollständig unterdrückt, was darauf ersichtlich ist, dass der Brennspegel keine vertikalen Schwankungen der Stange anzeigt. Dann entfernt man das Laufgewicht L langsam vom Unterstützungspunkte weg zum Ende des langen Armes l hin, wobei man das Spiegelbild an der Wand im Auge behält. Hat die Blutwelle das Hindernis überwunden, so bemerkt man plötzlich vertikale Oscillationen des Spiegelbildes. In diesem Augenblick dreht man die Klemmschraube des Laufgewichtes fest und kann an einer Millimeterskala, die sich an einer Seitenfläche des langen Hebelarmes l befindet, die Entfernung des Laufgewichtes vom Unterstützungspunkte U ablesen und durch einfache Rechnung das Gewicht feststellen, das von der Blutwelle überwunden worden ist. Beträgt z. B. das Gewicht auf dem Teller 500 g und treten bei einer Entfernung des Laufgewichtes von 100 mm die vertikalen Bewegungen des Bildes auf, so hat die Blutwelle eben ein Gewicht von 500 g — $100 \times 0,5 \text{ g} = 500 - 50 = 450 \text{ g}$ überwunden. Ist das Laufgewicht 75 g schwer, so bewirkt die Verschiebung desselben um

1 mm, wie eben gesagt, eine Veränderung des Gewichtes um 0,5 g. — Es ist also mit meinem Apparate möglich, schon sehr kleine Gewichts-differenzen zum Ausdruck zu bringen. Falls es nun einmal bei sehr subtilen physiologischen Experimenten sich als nötig erweisen sollte, noch kleinere Differenzen zu markieren, so braucht man nur das Laufgewicht entsprechend zu verkleinern. Durch Verkleinerung desselben um die Hälfte (37,5 g) werden schon Differenzen von $\frac{1}{4}$ g erzeugt. Wir können durch eine beliebige Verkleinerung noch geringere Differenzen erhalten, doch dürfte die Notwendigkeit dafür kaum je eintreten, jedenfalls aber nicht in der gewöhnlichen ärztlichen Praxis.

Gestatten Sie mir, meine Herren Kollegen, noch in kurzem einige Teile des Apparates gesondert zu besprechen und die Gründe anzuführen, die mich dazu bewogen haben, diese Teile gerade in der angegebenen Weise zu konstruieren. Es ist, wie Ihnen bekannt sein wird, schon früher von verschiedenen Forschern vorgeschlagen worden, durch Belastung mit entsprechenden Gewichten den Puls zwecks Bestimmung des Blutdruckes zu unterdrücken. Ich erinnere z. B. an Landois' Angiograph.

Nach den Angaben, die ich in der mir zugänglichen Literatur finde, zu urteilen, ist bisher aber von niemandem bei derartigen Instrumenten das Prinzip der römischen Wage benutzt worden. Der Vorzug dieses Prinzips gegenüber den anderen besteht darin, dass man momentan kleine Gewichts- resp. Druckschwankungen konstatieren kann. Beim Gebrauch einer Wage etwa, bei der man durch Auflegen von Gewichten auf eine Schale den Blutdruck bestimmen wollte (z. B. beim Angiographen), würde es ja natürlich einmal gelingen, das Gewicht zu eruiieren, das den Puls gerade unterdrückt. Ein derartiges Verfahren ist aber in hohem Grade zeitraubend. Man muss die passenden Gewichte (bis zu 0,5 g oder noch weniger) aussuchen, die Wirkung kontrollieren, kurz so arbeiten, wie es etwa der Apotheker beim Abwägen kleiner Gaben von Medikamenten tun muss. Abgesehen von dem Zeitverluste, der für den Arzt dabei entstehen müsste, wäre es bei der Anwendung dieses Prinzips einfach unmöglich, schnelle Schwankungen des Blutdruckes zu konstatieren. Jeder Arzt weiss es ja, dass schon eine minimale Bewegung, ein aufregender Gedanke dazu genügt, um den Blutdruck zu verändern.

In nur scheinbarem Widerspruch steht hierzu der Umstand,

dass der Teller immerhin durch ein Gewicht belastet wird. Dieses Gewicht ist aber ein durch die Erfahrung ermitteltes Durchschnittsgewicht von 500 resp. 600 und 700 g. Die Bestimmung desselben kann bereits bei nur geringer Uebung durch Palpation des Pulses mit dem Finger eruiert werden. Die feineren Gewichts-differenzen — in einem Umfange von übrigens 200 g — werden aber durch das Laufgewicht zum Ausdruck gebracht.

Sehr viel mehr Schwierigkeit hat mir die Konstruktion der Pelotte verursacht. Ich habe sie in Form und Grösse in den verschiedensten Varianten ausführen müssen, bis ich eine zufriedenstellende fand. Die Pelotte darf nicht zu gross, besonders nicht zu breit sein, weil sonst die der Arterie benachbarten Weichteile (Sehnen etc.) den Druck des Gewichts auffangen würden, und ferner auch nicht zu schmal, da in diesem Falle nicht die ganze Breite der Arterie getroffen werden würde. Die von mir schliesslich als am meisten zweckentsprechend gefundene Form hat die Gestalt eines abgestumpften Kegels. Die kleinere Grundfläche wird auf die Arterie gelegt und muss ca. 25 qmm gross sein. Die Pelotte kann wohl etwas länger, darf aber niemals aus dem oben angegebenen Grunde breiter sein.

Die Pelotte wird am besten aus einem etwas elastischen Material, z. B. aus Gummi hergestellt, weil sie sich dann besser dem Körper anschmiegt. Sie kann übrigens auch aus Holz bestehen und mit Leder überzogen sein. Aus anatomischen Gründen erscheint es nicht gleichgültig, an welcher Stelle man die Pelotte auf die Arterie wirken lässt. Am besten eignet sich diejenige dazu, an der die Arterie fast unmittelbar auf der knöchernen Unterlage ruht. Es ist dieses die klassische Stelle, an der gewöhnlich der Puls gefühlt wird. Sie hat vor den andern den Vorzug, dass hier verhältnismässig nur wenige Weichteile die Arterie bedecken und weil letztere, fast unmittelbar über dem Radius liegend, leicht unterdrückt werden kann. Praktisch sehr wichtig ist es, dass hier die Arterie nicht leicht die Möglichkeit hat, seitlich auszuweichen, wie das bei stärkerem Drucke mehr centralwärts geschehen kann und de facto geschieht. Es verhindern nämlich auf der einen Seite der Proc. styloideus radii und auf der andern Seite die Sehne des M. flexor carpi radialis ein seitliches Ausweichen.

Der Umstand aber, dass diese Stelle der Radialis, wie bekannt, eine nur geringe Ausdehnung hat, andererseits aber auch distalwärts von ihr relativ häufig Verlaufsanomalien vorkommen,

bewog mich dazu, von einem Pulsmarkierungsapparat, wie ihn z. B. von Basch angegeben hat, abzustehen. Es ist eben häufig kein Platz für einen solchen vorhanden, wenn die Pelotte des Blutdruckmessers auf der geeignetsten Stelle ruht. Der Pulsmarkierungsapparat zeigt uns ferner bekanntlich nur sehr geringe Oscillationen, die leicht übersehen werden können. Daher kam es mir also darauf an, diese vertikalen Oscillationen besser sichtbar zu machen, d. h. durch geeignete Vorrichtungen die Schwankungen gewissermaassen zu vergrössern. Dieses gelang mir nun in folgender einfacher Weise: Ich brachte an das Ende des langen Hebelarms meiner Wage einen nach allen Richtungen beweglichen Brennspiegel an, der, wie oben ausgeführt wurde, das Bild der Flamme auf das Papier an der Wand reflektiert. Die Brennweite des Spiegels kann natürlich beliebig gross genommen werden. Als besonders praktisch hat sich mir ein Spiegel von 3—4 Metern Brennweite erwiesen. Die geringste Pulsbewegung gibt durch Anwendung desselben einen recht grossen Ausschlag des Lichtbildes auf der Wand. Natürlich kann man ja auch Spiegel mit noch grösserer Brennweite nehmen, doch für die Zwecke des praktischen Arztes genügt ein solcher von 3—4 Metern vollkommen.

Eines Umstandes muss ich noch Erwähnung tun: Es ist ja selbstverständlich, dass es am besten ist, das Zimmer beim Arbeiten mit meinem Apparate etwas zu verdunkeln, um das Bild auf der weissen Fläche um so besser sehen zu können. Da nun ein Verdunkeln des Zimmers während der Sprechstunde so manchen Kollegen etwas unbequem und weitläufig erscheinen könnte, habe ich durch folgende Einrichtung diesem Mangel abzuhelfen gesucht. Es kommt doch wohl hauptsächlich nur darauf an, von der hellen Fläche selbst, auf die das Bild der Flamme projiziert wird, das Tageslicht einigermaassen fern zu halten (ein absolute Dunkelheit ist ja natürlich nicht notwendig). Um dieses zu erreichen, habe ich einen einfachen Pappkasten ohne Deckel angefertigt und derart an die Wand gehängt, dass der mit weissem Papier beklebte Boden das Bild der Flamme aufängt. Durch die Seitenflächen des Kastens wird das Tageslicht so weit abgeschwächt, dass auch bei Sonnenschein das Lichtbild deutlich zu erkennen ist. Der Kasten ist 25 cm breit und 50 cm lang. Die Seitenflächen sind ca. 25 cm breit. An Gewichten habe ich solche von 100, 200, 300, 500 und 1000 g anfertigen lassen, doch sind die kleineren nur dazu da, um eventuell durch

Kombination mit dem 500 Grammgewichte höhere Blutdruckwerte konstatieren zu können.

Alle Teile des Apparats sind aus Metall, z. B. aus Messing gearbeitet, mit Ausnahme natürlich des Spiegels und der Pelotte. Als Lichtquelle lässt sich jede einfache Lampe (z. B. schon eine Küchenlampe mit Reflektor) benutzen. Beim Gebrauch ist es durchaus empfehlenswert, den Unterarm des Patienten durch einen Handhalter zu stützen, besonders bei Kranken mit Tremor senilis oder alcoholicus, bei grosser Schwäche usw.

Der Apparat wird auf einen gewöhnlichen nicht zu hohen Tisch gestellt. Bei kleineren Patienten erhöht man eventuell den Sitz durch ein untergelegtes Kissen, Buch usw. derart, dass die volare Fläche des Unterarms nach oben sieht und ohne Beschwerden möglichst horizontal gehalten werden könne. Eine schräge Lagerung könnte leicht ein Abgleiten der Pelotte verursachen.

Die Blutdruckwerte, die ich mit meinem Apparate gefunden habe, schwanken natürlich je nach Alter, Geschlecht, allgemeinem Knäufzustand, besonders aber nach dem Zustande des Herzens und des gesamten Cirkulationssystems in weiten Grenzen (gewöhnlich etwa zwischen 200—600 g).

Nun werden Sie, meine Herren Kollegen, mit Recht einwenden, dass die mit meinem Apparate gefundenen Werte in Gewichtszahlen (Grammen) angegeben sind, während bei den andern Blutdruckmessern der Druck in manometrischen Werten, d. h. in Atmosphärendruck, ausgedrückt wird. Alle Arbeiten, die den Blutdruck behandeln, haben die manometrische Form acceptiert. Daher wäre es in der Tat ein Mangel meines Apparats, wenn sich die damit gefundenen Zahlen nicht auch in Atmosphärendruck ausdrücken liessen. Von seiten eines befreundeten Mathematikers ist mir ein Modus angegeben worden, wie sich diese Umrechnung leicht bewerkstelligen lässt.

Sei s = Querschnitt der Arterie (d. h. nur des Lumens)

h = die Höhe der dem Blutdruck das Gleichgewicht haltenden Quecksilbersäule

σ = das spezifische Gewicht des Quecksilbers (=13,5956)

n = das Gewicht in Grammen, das den Puls unterdrückt
= Blutdruck

Es ist $n = h \cdot \sigma \cdot s$

$$\text{Also } h = \frac{n}{\zeta \cdot s} = \frac{n}{13,6 \cdot s}$$

Führt man statt s den inneren Durchmesser der Arterie = d ein, so ist $s = \frac{d^2 \pi}{4}$, wo π das bekannte Verhältnis des Kreisumfangs zum Kreisdurchmesser bedeutet, so wird

$$h \frac{4n}{\zeta \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{n}{10,18 \cdot d^2}$$

Nun ist das Lumen der Arteria radialis natürlich eine variable Grösse, es wechselt je nach Körpergrösse, Alter etc. und besonders auch nach der jeweiligen Füllung. Meiner Ansicht nach werden wir nicht weit fehlgreifen, wenn wir den Durchmesser des Lumens der Art. radialis bei einem jungen kräftigen Manne mittlerer Grösse auf etwa 1,5—1,7 mm veranschlagen.

Durch viele Versuche, durch Messen von Präparaten der Arterie glaube ich diese Zahl als die zur Umrechnung geeignete bezeichnen zu dürfen.

Ich bin selbstredend weit davon entfernt zu glauben, mit dem besprochenen Apparate das Ideal eines Blutdruckmessers gefunden zu haben. Ich habe bei der Konstruktion desselben besonders die Bedürfnisse des praktischen Arztes im Auge gehabt. — Ohne im geringsten die grossen Vorzüge der anderen Apparate leugnen zu wollen (die von mir an ihnen gerügten Mängel betrafen doch wohl mehr nebensächliche Umstände) habe ich es eben versucht auf einem andern Wege das gemeinsame Ziel zu erreichen¹⁾.

1) Kollegen, die sich meinen Apparat anschaffen wollen, ersuche ich, sich direkt an mich (Pernau, Livland) wenden zu wollen. Der Preis für den vollständigen Blutdruckmesser nebst Umrechnungstabelle beträgt 40 Mark.

