Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 7 (1951)

Heft: 5-6

Artikel: Druckverlauf im linken Ventrikel und Vorhof und in der Aorta

Autor: Müller, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-307027

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

D. K. 612.14:612.17:612.133

Druckverlauf im linken Ventrikel und Vorhof und in der Aorta

Von **A. Müller**, Fribourg

Zusammenfassung

Im Gegensatz zur Kenntnis des Druckverlaufes in der Aorta, der hauptsächlich von *Frank* und seiner Schule beschrieben und seither immer wieder bestätigt wurde, finden sich die verschiedensten Angaben in der Literatur über die Form und Größe des intrakardialen Druckes. Während die meisten Forscher die Plateauform als Grundform ansahen, wie sie bereits von *Chauveau* und *Marey* als erste gefunden wurde, glaubten andere, eine Art Gipfelform als typische Kurve ansehen zu müssen. Noch größere Differenzen lassen sich in der Literatur über den Druckvergleich in der Kammer und Aorta nachweisen. Vereinzelte Forscher fanden in der Kammer einen kleineren Druck als in der Aorta, einige erhielten fast den gleichen Druck, die Mehrzahl der Physiologen wiesen aber in der Kammer einen höheren Druck nach.

Wir haben diese Druckverhältnisse in unserem Institute neuerdings nachgeprüft. Die Versuche sind hauptsächlich an Hunden durchgeführt worden. Über die Ergebnisse wird in den Helv. physiol. Acta ausführlich berichtet, so daß wir uns hier auf die Mitteilung der wichtigsten Befunde beschränken können.

Der Druckverlauf in der Kammer ist vom Orte der Messung abhängig. Diese experimentell gefundene Tatsache findet ihre Erklärung im komplizierten Strömungsbilde des Kammerraumes. Zum Vergleiche des intrakardialen Druckverlaufes mit demjenigen in der Aorta eignet sich als Messungsort der Ausführkanal der Kammer dicht unter den Aortenklappen. Hiezu muß eine stromlinienförmige Kanüle mit seitenständiger Öffnung benützt werden. An dieser Stelle erhielten wir als Grundform eine Art asymmetrische Glockenform. Der aufsteigende und der absteigende Schenkel bildeten S-Linien, gewöhnlich mit verschiedener Steigung, die sich oben in einer Kuppe oder einem Gipfel vereinigten. Die von den meisten Physiologen beschriebenen Schwingungen im auf- und absteigenden Aste waren nicht vorhanden. Die Verbindungslinien dieser Glockenkurven verliefen verschiedenartig. Nicht selten war eine horizontal

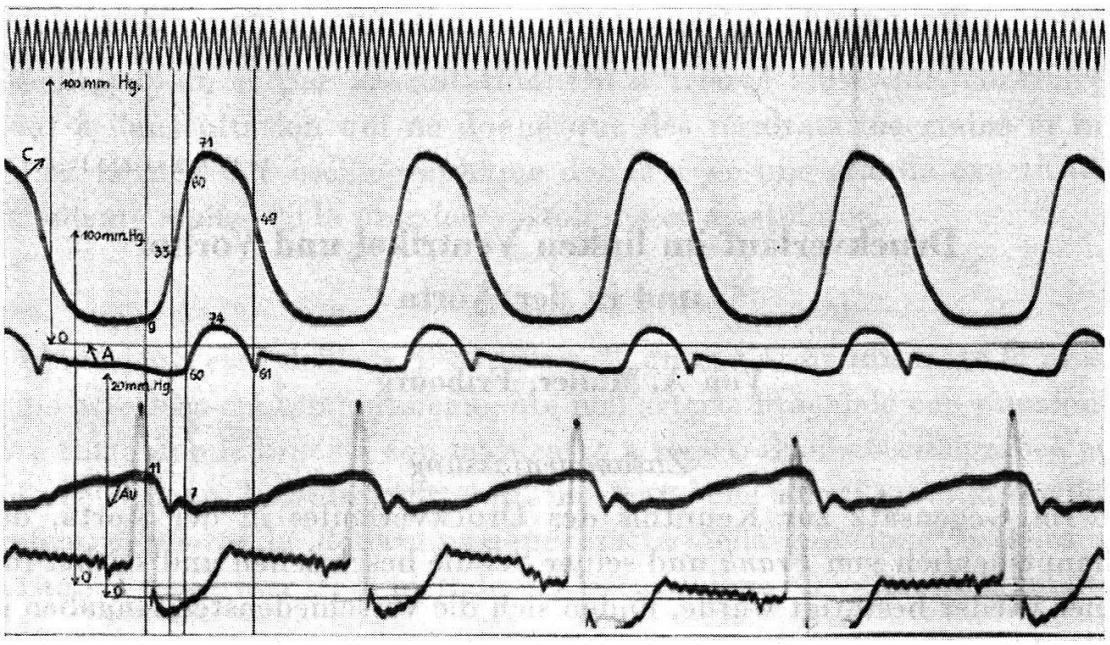

Abb. 1. Intrakardialer Druck (obere Kurve), Aortendruck (zweite Kurve), Druck im linken Vorhof (dritte Kurve) und Elektrokardiogramm (unterste Kurve) beim Hunde am Ende eines Versuches bei merklich geschwächtem Herzen. Der Kontraktionsbeginn der Kammer fällt in den absteigenden Schenkel der R-Zacke des Ekg. und würde mit dem Anfange der ersten Vorschwingung zeitlich übereinstimmen, die hier nicht abgrenzbar ist. Der Vorhofdruck fällt kurz darauf um einige mm Hg. Die Eichwerte der Manometer sind eingezeichnet. Die Frequenzen der zur Druckmessung im Herzen, in der Aorta und im Vorhofe benützten Manometer betrugen bzw. 130, 115 und 45. Das Dämpfungsverhältnis war 8/1 bzw. 7/1 und 5/1.

verlaufende oder leicht ab- bzw. aufsteigende Gerade vorhanden. Gewöhnlich fanden sich aber eine oder mehrere verschieden lang dauernde Erhebungen oder Senkungen interponiert.

Die Aortendruckkurve zeigte den gewöhnlich beschriebenen Verlauf. Eine erste Vorschwingung war häufig nicht nachweisbar. Wenn sie nachweisbar war, fiel sie zeitlich mit dem Beginne der Kammerkontraktion zusammen. Eine zweite Vorschwingung war hingegen immer vorhanden. Der Beginn derselben fiel zeitlich mit dem Anfange des steil aufsteigenden Schenkels der intrakardialen Druckkurve zusammen. Der aufsteigende Schenkel der Aortendruckkurve begann im Zeitpunkte, in dem der intrakardiale Druck gerade den Druck in der Aorta erreicht hatte, gelegentlich wenige σ ($^1/_{1000}$ Sek.) früher. Der weitere Druckverlauf in der Aorta stimmte im allgemeinen mit demjenigen in der Kammer überein. Gelegentlich war der maximale Druck einige mm Hg höher als der intrakardiale Druck und trat zeitlich etwas später auf. In der Incisur war der Druck stets höher als der entsprechende intrakardiale Druck. Auf die Incisur folgte der bekannte, steile Druckanstieg, auf dessen Erhebung gewöhnlich einige Schwingungen vorhanden waren. Im weiteren

Verlaufe sank der Druck mit einer leicht nach oben konvexen Krümmung allmählich ab bis zur ersten bzw. zweiten Vorschwingung.

Betreffend den Druckverlauf im linken Vorhofe sei erwähnt, daß eine deutliche Druckerhöhung, die als eigentliche Vorhofkontraktion hätte gedeutet werden können, nur selten nachweisbar war. Stets fand man hingegen eine Drucksenkung mit nachfolgenden Schwingungen beim Beginne der Kammerkontraktion.

Résumé

Après une courte préface historique, l'auteur présente ses expériences sur le chien.

Les variations de la pression sanguine dans la cavité cardiaque dépendent de l'endroit où cette pression est mesurée. Ce fait, découvert au cours des expériences, s'explique par la forme compliquée des lignes de courant à l'intérieur de la cavité. La meilleure façon de faire pour comparer les pressions hémodynamiques dans la cavité cardiaque avec celles de l'aorte est de fixer l'instrument juste en-dessous des valvules aortiques. Cet instrument consiste en une canule, dont le profil est aérodynamique et qui est pourvue d'un orifice latéral.

Les résultats des mesures nous ont conduit pour la courbe de la pression à une forme en cloche asymétrique, dont les versants ressemblent à un S et ont une pente différente, se réunissant pour former un sommet en dôme. Les oscillations dans les parties ascendante et descendante de la courbe, décrites par la plupart des physiologues, n'ont pas été observées dans nos expériences. Les lignes de liaison de ces courbes en cloche avaient diverses formes : elles étaient parfois des droites ou horizontales ou légèrement inclinées dans un sens ou dans l'autre ; le plus souvent nous observions intercalés des élévations ou des creux de largeur variable.

Dans l'aorte, les variations de la pression avaient l'allure habituellement décrite. Une première oscillation initiale n'était souvent pas observable ; chaque fois qu'elle se présentait, elle se produisait en même temps que le début de la contraction ventriculaire. Une seconde oscillation initiale au contraire était toujours présente et débutait à l'instant où commençait l'augmentation brusque de la pression intracardiaque. La partie ascendante de la courbe de pression aortique commençait au moment où la pression intracardiaque avait atteint la pression intraaortique, parfois quelques σ ($^1/_{1000}$ sec) plus tôt. La courbe de la pression intraaortique suivait dans la suite en général assez exactement celle du ventricule. Quelquefois la pression maximum dépassait de quelques mm Hg la pression intracardiaque et s'établissait un peu plus tard. Au niveau de l'incisure, la pression était toujours un peu plus élevée que la pression

intracardiaque correspondante. Au delà de l'incisure, on retrouvait toujours l'augmentation rapide de pression, très connue, et qui au sommet présentait ordinairement quelques oscillations. Puis la pression diminuait progressivement selon une courbe légèrement convexe en haut jusqu'au moment soit de la première, soit de la seconde oscillation initiale.

Quant aux variations de la pression dans l'oreillette gauche, on n'a pu que très rarement enregistrer une nette augmentation de la pression, qui aurait pu être interprétée comme une contraction propre de l'oreillette. Par contre, nous avons toujours trouvé un affaiblissement de la pression, suivi d'oscillations au début de la contraction ventriculaire.

Riassunto

Dopo un breve riassunto dei dati storici, l'A. comunica i risultati di esperimenti su cani.

Lo sviluppo della pressione nel ventricolo dipende dal luogo dove è misurata. Questo fatto sperimentale si spiega per le complicate configurazioni della corrente del sangue nel ventricolo. Volendo confrontare le curve di pressione nel ventricolo e nell'aorta, si dovrà introdurre la sonda metallica, a forma aerodinamica con apertura laterale, nel canale di deiezione del ventricolo fin sotto le valvole dell'aorta. Quì si ottiene una curva tipica della pressione ventricolare a forma di campana asimmetrica dai lati ascendenti e discendenti formanti linee ad S che si congiungono a vertice oppure a cupola. L'A. non ha invece viste, nei lati della curva, le oscillazioni descritte dalla maggior parte dei fisiologi. Le linee di congiunzione delle curve a campana hanno un'aspetto diverso. Non di raro si ottiene una linea retta orizzontale oppure leggermente ascendente risp. discendente. Il più delle volte però si interpongono una o più elevazioni o abbassamenti di diversa durata.

La curva di pressione nell'aorta ha l'abituale aspetto. La prima oscillazione iniziale spesse volte non si vede; quando appare, corrisponde esattamente all'inizio della contrazione del ventricolo. Sempre presente è invece la seconda oscillazione iniziale che corrisponde all'inizio del aumento aspro della pressione intracardiale. Nella curva della pressione aortica il lato ascendente inizia quando la pressione intracardiale ha raggiunto la pressione aortica, talvolta pochi σ ($^1/_{1000}$ sec.) prima. Il susseguente sviluppo della pressione aortica corrisponde generalmente a quello ventricolare. Talvolta la pressione massima è di qualche mm Hg più alta della pressione ventricolare ed è raggiunta un po' più tardi. Nell'incisura della curva la pressione è sempre più alta della corrispondente pressione ventricolare. All'incisura segue il ben conosciuto aumento rapido della pressione, la curva mostra nella parte elevata alcune oscillazioni. In seguito

la pressione cade, formando una curva leggermente convessa verso l'alto, fino alla prima, rispettivamente seconda oscillazione iniziale.

Per quanto concerne lo sviluppo della pressione nell'atrio sinistro, raramente si vede un netto aumento della pressione che potrebbe essere considerato l'espressione della contrazione propria dell'atrio. Invece si trova sempre un'abbassamento della pressione con susseguenti oscillazioni all'inizio della contrazione del ventricolo.

Summary

After a short historical introduction, the author reports a series of experiments with dogs:

The progression of pressure in the ventricle is dependent on the site at which the measurement is made. This experimentally discovered fact is explained by the complicated flow configuration in the interior of the ventricle. To compare the intracardiac progression of pressure with that in the aorta, the measuring site should be the exit channel of the ventricle immediately below the aorta valve. For this a streamlined canula with side openings must be used.

At this site we obtained a sort of asymmetrical bell-shaped basic form. The ascending and descending sides form S-lines, usually with varying gradients which unite above in a summit or peak. The oscillations described by most physiologists in the ascending and descending branches were not present. The connecting lines of this bell-shaped curve run in various ways. Not infrequently there was a horizontal, or slightly up or down, straight line. Generally, however, one or more rises or falls of varying duration were interposed.

The aorta curve shows the progression usually described for it. The first fore-oscillation was frequently not to be demonstrated. When it was demonstrable, it occured at the same time as the beginning of the ventricle contraction. The second fore-oscillation, on the other hand, was always present. Its commencement came at the same time as the beginning of the steeply ascending side of the intracardiac pressure curve. The ascending side of the aorta pressure curve began at the moment when the intracardiac pressure had exactly reached the pressure in the aorta, or sometimes a few σ ($^1/_{1000}$ sec.) earlier. The further progression of pressure in the aorta agrees in general with that in the ventricle. Sometimes the maximal pressure was a few mm Hg higher than the intracardiac pressure and was reached somewhat later. On the cardiac notch the pressure was always higher than the corresponding intracardiac pressure. After the cardiac notch, the wellknown steep rise in pressure was found, usually with some oscillations during the rise. In its further progression,

the pressure gradually sank, with a slight upward convex bend, until the first or rather second fore-oscillation.

Regarding the progression of pressure in the left auricle, it must be mentioned that a distinct rise in pressure, which could be considered actually as an auricular contraction, was seldom demonstrable. On the other hand, a fall in pressure with consequent oscillations is always found at the beginning of the ventricular contraction.

Die Literatur findet sich in der zitierten Arbeit: Helv. physiol. Acta **9** (1951).

Diskussion:

W. Frey (Bern): Die Ungleichheit der Druckwerte während der Systole in verschiedenen Ventrikelteilen überrascht, weil damit die Vorstellung einer konzentrischen, maximal effektiven Druckleistung in Frage gestellt würde. Könnten die ermittelten Druckwerte nicht durch die speziell angewandte Technik erklärt werden, die Verwendung einer Punktionsnadel mit täuschenden Einwirkungen der lokaldifferenten Strömungsgeschwindigkeit? *Siegfried Garten* hatte seinerzeit die Druckregistrierung mit einem am Ende durch eine bewegliche Membran abgeschlossenen Manometer vorgenommen und an verschiedenen Ventrikelteilen meines Wissens immer denselben Druckwert bekommen.

W. R. Hess (Zürich): Es entspricht einem dringlichen Gebot wissenschaftlicher Forschung, sich auch mit den Fehlerquellen systematisch zu beschäftigen. Entsprechend ist den Ausführungen von Herrn *Müller* alle Aufmerksamkeit zu schenken. Im konkreten Fall weiß ich aber nicht, wie sich seine Ableitungen zu den bekannten Diagrammen von *Piper*[1] verhalten. Diese sind mit optischer Methodik und höchstem experimentellem Geschick gewonnen worden und bringen in synchroner Ordnung den Druckablauf in Vena cava inferior, im rechten Vorhof, rechten Ventrikel, linken Vorhof, linken Ventrikel und in der Aorta zur Darstellung. Wird an diesen seinerzeit gewonnenen Befunden gerüttelt? Man sollte also etwas Näheres wissen über die quantitativen Relationen zwischen jenen als klassisch angesprochenen Registrierungen und den hier zur Sprache gebrachten Meßfehlern. Nach einer Überschlagsrechnung treten diese doch sehr stark zurück, d. h. in ihrer praktischen Auswirkung.

A. Müller (Fribourg), Schlußwort:

An *W. Frey* (Bern): Eine Druckgleichheit im ganzen Innenraum des Ventrikels ist nur bei ruhender Flüssigkeit möglich. Dies könnte während der Anspannungszeit zutreffen, muß es aber nicht. Während der Austreibung ist die Strömung im Ventrikel außerordentlich kompliziert und damit verändern sich die Druckverhältnisse. Das Einführen von Sonden beeinflußt außerdem das Strömungsbild. Aus theoretischen Überlegungen, die sich bei unseren Versuchen bestätigten, fanden wir, daß sich der Druck bei Anwendung passender Sonden annähernd richtig im Conus art. messen läßt. Wenn wir also den intrakardialen Druck mit demjenigen in der Aorta vergleichen wollen, messen wir fortan an dieser Stelle.

S. Garten hat das Verdienst, das erste brauchbare Manometer mit elektrischer Transmission in die Physiologie eingeführt zu haben. Dieses Manometer eignet sich sehr gut zu qualitativen Druckregistrierungen, hingegen nicht für absolute Druckmessungen.

An *W. R. Hess* (Zürich): Den tieferen Beweggrund zu unseren Untersuchungen gab die Notwendigkeit der Kenntnis der absoluten Druckverhältnisse an verschiedenen Stellen des Kreislaufes zum Aufbau einer rationellen Hämodynamik einerseits und die Unstimmigkeit der verschiedenen in der Literatur vorhandenen Versuchsresultate über diese Messungen anderseits (vgl. hierzu *Laszt, L.*, und *Müller, A.*: Helv. physiol. Acta

[1] Arch. Anat. u. Physiol. **1912**, physiol. Abtlg. 343.

9, [1951]). Über die Druckverhältnisse in der linken Kammer und in der Aorta z. B. herrschen auch heute noch die verschiedensten Ansichten. Obwohl seit den Arbeiten von *Frank* gute Manometer zur Verfügung standen, war die gleichzeitige Registrierung des Druckes an verschiedenen Stellen technisch sehr schwierig. Mit der Einführung der Manometer mit elektrischer Transmission ist diese Schwierigkeit behoben. Wir registrieren z. B. an drei und mehr, nahe oder weiter auseinanderliegenden Stellen den Druck gleichzeitig ohne jede Schwierigkeit, und wir hoffen diese Untersuchungen bald auch für die Geschwindigkeit durchführen zu können.

Was nun speziell die Versuchsresultate von *Piper* betrifft, haben wir seine als typisch bezeichnete Kurve des intrakardialen Druckverlaufes auch bei normalen Druckverhältnissen weder bei eröffnetem noch uneröffnetem Thorax erhalten. Unsere Versuche sind zwar vorwiegend an Hunden ausgeführt worden, während *Piper* Katzen benützte. Aber auch bei Katzen und Kaninchen sind die Kurven *Pipers* nicht gefunden worden. Es ist möglich, daß bei *Piper* der Querschnitt des Conus durch das Einbinden einer relativ dicken Kanüle stark verändert wurde. Bei gleichzeitiger Messung in der Aorta wurden außerdem die A. carotis und die A. subcl. durch das Einbinden des Manometers verschlossen. Beides verändert den Strömungsverlauf. Über die absoluten Druckverhältnisse in der Kammer und Aorta macht *Piper* keine genauen Angaben. Er findet in der Kammer einen höheren Druck als in der Aorta, erwähnt aber die Schwierigkeiten einer absoluten Druckmessung.