

Journal für **Hypertonie**

Austrian Journal of Hypertension

Österreichische Zeitschrift für Hochdruckerkrankungen

Pulswelle und Blutdruck: Kurz und bündig!

Wassertheurer S

Journal für Hypertonie - Austrian

Journal of Hypertension 2010; 14

(2), 45-46

Homepage:

www.kup.at/hypertonie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft für Hypertensiologie



Österreichische Gesellschaft für
Hypertensiologie
www.hochdruckliga.at

Indexed in EMBASE/Scopus

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Hypertonie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Hypertonie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

Journal für Hypertonie

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

Pulswelle und Blutdruck: Kurz und bündig!

S. Wassertheurer

Aus dem Austrian Institute of Technology GmbH, Wr. Neustadt

■ Einleitung

Mit der Aufnahme in die aktuellen ESH/ESC-Behandlungsempfehlungen für die arterielle Hypertonie ist die Pulswellenanalyse als „neue“ Methode in die Schlagzeilen gekommen. Doch woher kommt sie und wie ist die Verbindung zwischen „Klassik“ und „Moderne“?

Wie allgemein bekannt, erzeugt die Depolarisation des linken Ventrikels einen Impuls, dessen Konsequenzen arterieller Blutfluss und Blutdruck sind. In der klinischen Praxis wird aktuell hauptsächlich die Variation des arteriellen Pulses (z. B. gemessen an der A. brachialis oder A. radialis) in Form des systolischen oder diastolischen Blutdrucks genutzt. Die ursprünglichste Form der Betrachtung, nämlich jene einer periodisch oszillierenden Welle, die sich mithilfe der Arterien vom Herz aus in Richtung der Organe ausbreitet, wurde bereits von Otto Frank im ausgehenden 19. Jahrhundert untersucht, aber in den vergangenen Jahrzehnten sowohl in der Forschung als auch in der Praxis weitgehend ignoriert. Übrig geblieben sind also nur die Extremwerte, innerhalb derer sich die Welle bewegt! Was muss der Fachmann nun wissen, um aus der Pulswelle zusätzliche Information herauslesen zu können?

■ Entstehung und Gestalt der Welle

Die grundlegenden Eigenschaften der Pulswellen im geschlossenen kardiovaskulären System sind analog zu akustischen Wellen: Sie besitzen eine gewisse Frequenz, gemessen in Hertz (Schwingungen pro Sekunde, z. B. Bass oder Sopran) und Amplitude (Anteil), können reflektiert (Echo) und folglich überlagert (Rückkoppelung), verstärkt (Trichter) oder gedämpft (Drossel) sein. Die Herzrate stellt die Grundschiwingung des Systems dar. Bei 60 Schlägen pro Minute entspricht dies 1 Schwingung pro Sekunde (1 Hertz), 180 Schläge pro Minute entsprechen dann 3 Hertz. Reflexionen, wie sie bei Verästelungen bzw. Kaliberänderungen des Gefäßbaums immer vorkommen, und sonstige pathologische Störungen treten als Vielfache dieser Grundschiwingung in einem Bereich ab 4 Hertz auf. Hämodynamisch relevant sind Wellen bis ca. 15 Hertz. Druckwellen > 3 Hertz haben jedoch den gravierenden Nachteil, dass sie kaum mehr Blut durch die Gefäße transportieren, da die Masse des Bluts für so hohe Frequenzen bereits zu träge ist. Dies bedeutet: Betrachtet man nun eine bei 60 Schlägen pro Minute aufgezeichnete Pulswelle, so findet man daher keine harmonische sinusartige Welle mit 1 Hertz vor, sondern eine Summation vorwärts- und rückläufiger Wellen unterschiedlicher Frequenzen. Nimmt der Anteil hoher Frequenzen (> 3 Hz) zu, steigt der Blutdruck, ohne die Versorgung zu verbessern!

■ Fortbewegung und Veränderung der Welle

Betrachtet man die genannte Welle zusätzlich zeitgleich an 2 oder 3 Orten im Gefäßbaum, so ist festzustellen, dass sich diese nie gleichen – weder in der Form noch in der Ausprägung der Extremwerte (Systole/Diastole). Wie kommt das?

Die Form und Geschwindigkeit, mit der sich die Wellen unabhängig von ihrer Frequenz (Abb. 1) durch die Gefäße bewegen, hängen primär von Durchmesser und Elastizität des jeweiligen Gefäßabschnitts ab und ändern sich sukzessive. Die Elastizität dämpft hochfrequente Wellenanteile. Die Verästelung des Gefäßsystems hat 2 gegenläufige Effekte zur Konsequenz. Einerseits wird der Arterienquerschnitt und damit das Volumen insgesamt erhöht und damit eine Entlastung des Systems erreicht. Andererseits ist der individuelle Gefäßdurchmesser der nachfolgenden Gefäße nun geringer als im Gefäß davor, was wiederum zu einer Zunahme höherer Frequenzen führt. Im physiologischen Fall stehen diese Effekte in einem günstigen Verhältnis zueinander und können bis zu

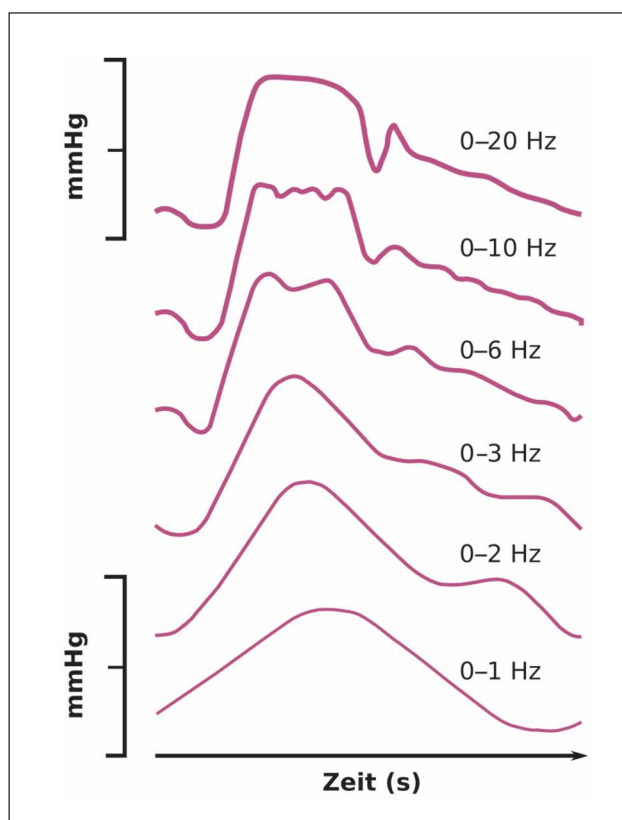


Abbildung 1: Schrittweise Zerlegung der Pulswelle in ihre Frequenzanteile. Erstellt nach Daten aus [1].

einem gewissen Grad über den Gefäßtonus gesteuert werden. Da sich der Gefäßbaum nach distal verjüngt (Abb. 2), sind die systolischen Blutdrücke in der Peripherie immer höher als am Herzen (Trichtereffekt). Ist dieser Mechanismus zur Steuerung des Gefäßtonus nun gestört, kommt es zuerst zu einem ungewollten Anstieg des Blutdrucks in der Aorta. Diese Erhöhung geht aber nur zugunsten der (ungewollten) hohen Frequenzanteile. Durch den erhöhten Blutdruck werden nun jedoch die Arterien abermals steifer – die Wellengeschwindigkeit steigt – und der Anteil der reflektierten Wellen (> 3 Hz) wird abermals höher – ein *Circulus vitiosus*!

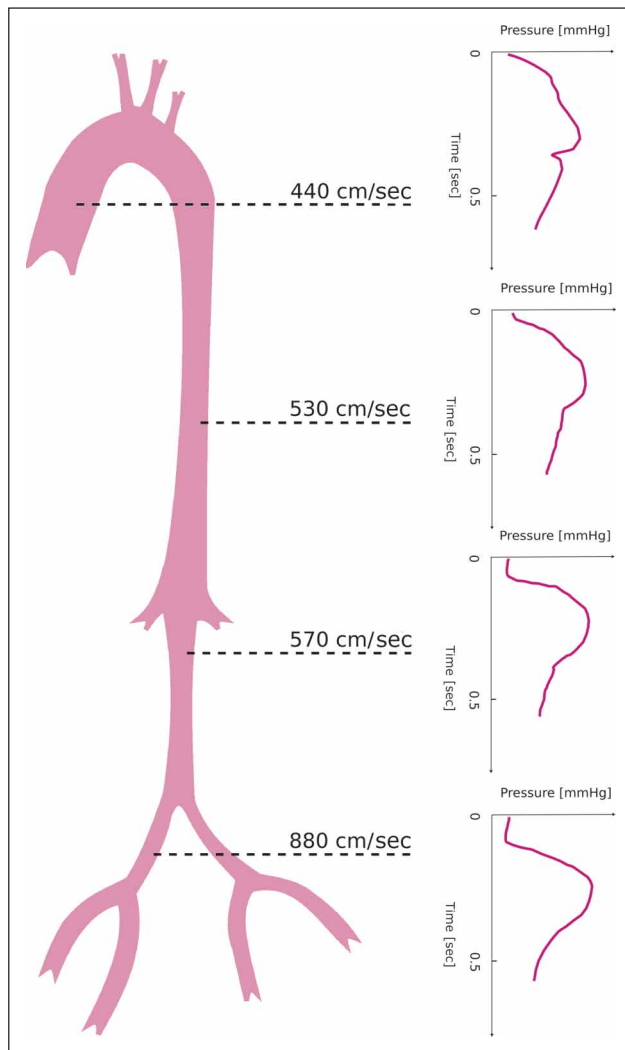


Abbildung 2: Veränderung von Form und Geschwindigkeit der Pulswelle entlang des Gefäßbaums. Erstellt nach Daten aus [2].

Tabelle 1: Studien klassifiziert nach dem Effekt auf den zentralen und peripheren Blutdruck und der Veränderung im Verhältnis zueinander. Aus [3].

Wirkstoffklasse (Anzahl vgl. Studien)	Blutdruckreduktion aortal größer als peripher: positiv/ neutral/negativ	Veränderung des Verhältnisses zwischen zentralem und peripherem Pulsdruck
Diuretika (4)	0/2/2	Neutral/Abnahme
Betablocker (6)	0/6/0	Abnahme
ACE-Hemmer (11)	8/1/2	Zunahme
AR-Blocker (4)	2/0/2	Zunahme/Neutral
Kalziumantagonisten (3)	2/0/1	Zunahme/Neutral
Nitrate (3)	3/0/0	Zunahme

Die Verbindung

Greift man nun pharmakologisch ein, so gelten unter anderem folgende grundlegende Beziehungen (Tab. 1): Primär auf die Vorlast ausgerichtete Wirkstoffe verändern die Form der Pulswelle kaum, da sie entweder die Fundamentalfrequenz (< 3 Hz) des Systems selbst (z. B. Betablocker) oder deren Amplitude (z. B. Diuretikum) ändern. Nachlastorientierte Substanzen (z. B. ACEI, ARB, CCB, NTG) greifen wiederum primär die höheren Frequenzbereiche (> 3 Hz) an und verändern die Pulswellenform teilweise dramatisch. *A priori* ist jedoch nicht vorherzusagen, wie stark der Effekt im Einzelfall genau sein wird und ob er peripher wie zentral gleich ausfällt. Dies hängt natürlich vom jeweiligen Herzzeitvolumen, von der Gefäßelastizität, vom Abstromwiderstand und Tagesrhythmus ab. Und genau hier kann die Pulswellenanalyse jetzt mit einfachen, nicht-invasiven Mitteln Einblick und Hilfestellung geben, um einerseits den hämodynamischen Status besser zu erfassen, und andererseits möglicherweise effektiver therapieren zu können.

Literatur:

1. Westerhof N, Murgo JP, Sipkema P, Giolma JP, Elzinga G. Arterial impedance. In: Hwang HC, Gross DR, Patel DJ (eds). Quantitative Cardiovascular Studies. University Park Press, Baltimore, 1979; 111–8.
2. Latham RD, Westerhof N, Sipkema P, Rubal BJ, Reuderink P, Murgo JP. Regional wave travel along the human aorta: a study with six simultaneous micromanometric pressures. Circulation 1985; 72: 257–69.
3. Protogerou AD, Stergiou GS, Vlachopoulos C, Blacher J, Achimastos A. The effect of antihypertensive drugs on central blood pressure beyond peripheral blood pressure. Part II: Evidence for specific class-effects of antihypertensive drugs on pressure amplification. Curr Pharm Des 2009; 15: 272–89.

Korrespondenzadresse:

Dr. Siegfried Wassertheurer
AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Health & Environment Department/Biomedical Systems
A-2700 Wr. Neustadt
Viktor-Kaplan-Straße 2/1
E-Mail: Siegfried.Wassertheurer@ait.ac.at

Mitteilungen aus der Redaktion

Abo-Aktion

Wenn Sie Arzt sind, in Ausbildung zu einem ärztlichen Beruf, oder im Gesundheitsbereich tätig, haben Sie die Möglichkeit, die elektronische Ausgabe dieser Zeitschrift kostenlos zu beziehen.

Die Lieferung umfasst 4–6 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Das e-Journal steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) zur Verfügung und ist auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ **Bestellung kostenloses e-Journal-Abo**

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ **Bilddatenbank**

☒ **Artikeldatenbank**

☒ **Fallberichte**

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

Impressum

Disclaimers & Copyright

Datenschutzerklärung