

# Journal für **Hypertonie**

Austrian Journal of Hypertension

Österreichische Zeitschrift für Hochdruckerkrankungen

## **ESH-Newsletter: Mikrozirkulation und Hämodynamik der Hypertonie**

Stuijker-Boudier HAJ, Rosei EA

*Journal für Hypertonie - Austrian*

*Journal of Hypertension 2009; 13*

*(2), 32-33*

Homepage:

**[www.kup.at/hypertonie](http://www.kup.at/hypertonie)**

Online-Datenbank  
mit Autoren-  
und Stichwortsuche

Offizielles Organ der  
Österreichischen Gesellschaft für Hypertensiologie



Österreichische Gesellschaft für  
Hypertensiologie  
[www.hochdruckliga.at](http://www.hochdruckliga.at)

Indexed in EMBASE/Scopus

boso TM-2450

kleiner  
leichter  
leiser\*



**BOSCH  
+SOHN**

**boso**

Präzises ABDM – das neue 24-Stunden-Blutdruckmessgerät  
Noch mehr Komfort für Ihre Patienten, noch mehr Leistungsfähigkeit für Sie.

- | Kommunikation mit allen gängigen Praxis-Systemen über GDT
- | Inklusive neuer intuitiver PC-Software profil-manager XD 6.0 für den optimalen Ablauf in Praxis und Klinik
- | Übersichtliche Darstellung aller ABDM-Daten inklusive Pulsdruck und MBPS (morgendlicher Blutdruckanstieg)
- | Gerät über eindeutige Patientenummer initialisierbar
- | Möglichkeit zur Anzeige von Fehlmessungen (Artefakten)
- | Hotline-Service

\*im Vergleich mit dem Vorgängermodell boso TM-2430 PC 2



Ausführliche Informationen  
erhalten Sie unter [boso.at](http://boso.at)

boso TM-2450 | Medizinprodukt  
BOSCH + SOHN GmbH & Co. KG  
Handelskai 94-96 | 1200 Wien

---

# European Society of Hypertension Scientific Newsletter: Update on Hypertension Management 2008; 9: No. 34\*

## Mikrozirkulation und Hämodynamik der Hypertonie

H. A. J. Struijker-Boudier<sup>1</sup>, E. A. Rosei<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Pharmacology and Toxicology, Universiteit Maastricht, Niederlande und  
<sup>2</sup>Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Medicina, Spedali Civili di Brescia, Italien

Die hämodynamischen Charakteristika der essenziellen und der meisten Formen der sekundären Hypertonie bestehen aus einem erhöhten Blutdruck sowie einem erhöhten peripheren Gefäßwiderstand. Der Blutdruck umfasst zwei Komponenten: eine pulsatile (Pulsdruck) und eine gleichförmige (durchschnittlicher arterieller Druck = „mean arterial pressure“, MAP) Komponente. Pulsdruck wird vorrangig durch die elastischen Eigenschaften der größeren leitenden Arterien beeinflusst, während MAP durch den Flusswiderstand in kleineren Arterien und Arteriolen bestimmt wird, die einen Durchmesser von 10–300 µm haben [1, 2]. Die kleinen Arterien und Arteriolen sind ein kontinuierlich fortlaufendes Segment des vaskulären Systems, in ihnen findet ein allmählicher Druckabfall statt. Anstatt einzelne Komponenten als Widerstandsgefäße zu bezeichnen, sollte die Gesamtheit der arteriellen Mikrozirkulationsgefäße (von 10–300 µm) als Lokalisation des Widerstands aufgefasst werden, der den MAP bestimmt. Der genaue Ort des Druckabfalls kann in Relation zum Gewebe unterschiedlich ausfallen. Zum Beispiel fällt der Druck im Myokard distal im Arterienbaum ab, während er im Mesenterium mehr proximal abfällt [2].

### ■ Isolierte kleine Arterien

Im vergangenen Jahrzehnt gab es große Fortschritte im Verständnis der pathologischen Veränderungen in den kleinen Arterien und Arteriolen bei Hypertonie. Dieser Fortschritt ist teilweise auf den Fortschritt bei der Entwicklung von Technologien zurückzuführen, mit deren Hilfe die Mikrozirkulation beim Menschen untersucht wird. Ein Fortschrittsgebiet ist die Verwendung isolierter kleiner Arterien, montiert in einem Druckmikromyographen. Zur Erforschung der Funktion kleiner Arterien mit 100–300 µm Durchmesser werden Biopsien aus dem subkutanen Fett der Glutealregion verwendet. Rizzoni et al. zeigten, dass kleine Arterien von Patienten mit essenzieller Hypertonie einwärts gerichtetes eutrophisches Remodelling [Anmerkung Prof. Slany: kleineres Lumen, keine Zellhyperplasie] zeigten, anders als das auswärts gerichtete hypertrophische Remodelling bei Diabetespatienten [3]. Zusätzlich zeigten die Autoren, dass mikrovaskuläre Veränderungen in kleinen Arterien aus dem subkutanen Fettgewebe in Korrelation mit der koronaren Flussreserve stehen [4] und Prädiktoren für kardiovaskuläre Morbidität in einer heterogenen Kohorte hypertoner Patienten mit hohem kardiovasku-

lären Risiko waren, einschließlich solchen mit sekundärer Hypertonie und Diabetes [5]. Kürzlich wurde entdeckt, dass eine erhöhte Wand-Lumen-Ratio subkutaner Gefäße kardiovaskuläre Ereignisse auch bei hypertonen Patienten mit geringem kardiovaskulärem Risiko vorhersagen kann [6, 7]. Interessanterweise kommt der endothelialen Dysfunktion in den subkutanen kleinen Arterien bei hypertonen Patienten keine prognostische Bedeutung zu [8].

### ■ Retinale Arteriolen

Rezente Studien haben die In-vitro-Analysen subkutaner kleiner Arterien auf In-vivo-Analysen retinaler Arteriolen mit einem Durchmesser von 100–250 µm Durchmesser ausgedehnt. Fortschritte in der retinalen Photographie und Computertechnologie erlauben genaue Messungen der Größe kleiner Arterien und Arteriolen aus digitalen Bildern der Retina. Mehrere große populationsbasierte Studien haben diesen Zugang angewandt, um quantitativ retinale Gefäßdurchmesser zu bestimmen: Diese haben übereinstimmend eine Beziehung zwischen erhöhtem Blutdruck und verengten retinalen Arteriolen gezeigt [9–11]. Ähnliche Studien haben auch gezeigt, dass retinale arterioläre Verengungen zukünftige Blutdruckerhöhungen in bisher normotensiven Personen vorhersagen können [12–14]. Schmieder et al. [15, 16] haben die retinale mikrovaskuläre Analyse einen Schritt weitergeführt und In-vivo-Laser-Scanning-Doppler-Flussmessung angewandt. Dieser Zugang erlaubte ihnen die Bestimmung nicht nur retinaler arteriolärer Durchmesser, sondern auch der Wand-Lumen-Ratio. Sie fanden, dass Patienten mit essenzieller Hypertonie eine höhere Wand-Lumen-Ratio der retinalen Arteriolen aufwiesen als normotensive Patienten [16]. Eine multiple Regressionsanalyse zeigte, dass der Blutdruck unabhängig von einer Vielzahl bekannter kardiovaskulärer Risikofaktoren mit einer erhöhten Wand-Lumen-Ratio in den retinalen Arteriolen assoziiert ist. In einer ähnlichen Studie zeigten Harazny et al. [15], dass die Wand-Lumen-Ratio bei Patienten mit manifester zerebrovaskulärer Erkrankung sowie bei hypertensiven Patienten mit schlechter Blutdruckkontrolle im Vergleich zu Patienten mit guter Blutdruckkontrolle signifikant erhöht war.

### ■ Koronare Mikrozirkulation

Gegenwärtig erlaubt keine Technik die direkte In-vivo-Visualisierung der koronaren Mikrozirkulation beim Menschen [17]. Verschiedene Messungen, die auf der Quantifizierung

---

\*Übersetzter Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der European Society of Hypertension, redigiert von Prof. Dr. Jörg Slany.

des koronaren Blutflusses beruhen, werden häufig eingesetzt, um die Funktion der koronaren Mikrovaskulatur zu beschreiben. Diese umfassen intrakoronare Thermodilution, den intrakoronaren Dopplerultraschall und die transthorakale Dopplerechokardiographie [17]. Kardiovaskuläres Magnetresonanztomographie und Positronen-Emissionstomographie gehören zu den technisch anspruchsvolleren Methoden zur Beurteilung der koronaren mikrovaskulären Funktion. Ein häufig verwendeter Parameter für die Charakterisierung der koronaren mikrovaskulären Funktion ist die koronare Flussreserve. Die koronare Flussreserve wird durch den Quotienten zwischen dem Koronarfluss unter maximaler koronarer Vasodilatation (unter Adenosininfusion) zu dem unter Basalbedingungen angegeben. Eine reduzierte koronare Flussreserve konnte bei Patienten mit essenzieller Hypertonie trotz angiographisch normaler Koronararterien und Fehlen von linksventrikulärer Hypertrophie gezeigt werden [17, 18]. Die Ursache der reduzierten koronaren Flussreserve bei Hypertonie wurde in Verbindung gebracht mit dem Remodelling der kleinen koronaren Arterien und Arteriolen sowie mit interstitieller Fibrose. Das Remodelling der Arteriolen führt zu einer herabgesetzten Dichte der koronaren Mikrovaskulatur, während die interstitielle Fibrose ihre Folgen durch kompressive Kräfte, gesteigerten myokardialen Wandstress und gestörte Relaxation verstärkt. Abnormalitäten der koronaren Flussreserve sind bei manchen Patienten regional heterogen, während bei anderen das gesamte Myokard betroffen ist [19]. Eine regional abnormale Myokardfunktion kann Patienten für abnormale Muster der elektrischen Aktivität prädisponieren oder für regionale myokardiale Ischämie während Zuständen, in denen hoher Fluss notwendig ist.

## ■ Kapillare Dichten bei Hypertonie

Eine der am regelmäßigsten beobachteten mikrozirkulatorischen Veränderungen bei Hypertonie ist die Rarefizierung der Kapillaren. Beim Menschen wird die kapillare Rarefizierung gewöhnlich durch In-vivo-Kapillarmikroskopie der Nagelfalzvasculatur beurteilt. Kapillare Rarefizierung ist nicht nur eine Folge der Hypertonie, sie kann auch der Blutdruckerhöhung vorausgehen. Beweise für eine frühe Rolle der kapillaren Rarefizierung wurden bei Grenzwerthypertonikern [20] sowie bei Nachkommen hypertensiver Patienten [21] gefunden. Vor ganz Kurzem wurde bei Patienten mit essenzieller Hypertonie auch eine Rarefizierung der Kapillardichte in Gehirnpflanzen, die im Rahmen von Tumoroperationen gewonnen wurden, nachgewiesen [22]. Im Tiermodell der Hypertonie wurden sowohl kapillare als auch arterioläre Rarefizierung in verschiedenen Geweben beobachtet. Dies warf die Frage auf, ob eine beeinträchtigte angiogene Antwort auf Gewebeschämie die Basis für frühe mikrovaskuläre Abnormalitäten bei Hypertonie sein könnte. Feihl et al. [23] fasten vor kurzem

die Beweise für eine derartige Ansicht aus experimentellen Tiermodellen zusammen. Es muss jedoch noch geprüft werden, ob ähnliche Beweise für die essenzielle Hypertonie des Menschen existieren.

## Literatur:

1. Struijker-Boudier HA, Rosei AE, Bruneval P, Camici PG, Christ F, Henrion D, Lévy BI, Pries A, Vanoverschelde JL. Evaluation of the microcirculation in hypertension and cardiovascular disease. *Eur Heart J* 2007; 28: 2834–40.
2. Lévy BI, Ambrosio G, Pries AR, Struijker-Boudier HA. Microcirculation in hypertension: a new target for treatment? *Circulation* 2001; 104: 735–40.
3. Rizzoni D, Porteri E, Guelfi D, Muiasan ML, Valentini U, Cimino A, Girelli A, Rodella L, Bianchi R, Sleiman I, Rosei EA. Structural alterations in subcutaneous small arteries of normotensive and hypertensive patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Circulation* 2001; 103: 1238–44.
4. Rizzoni D, Palombo C, Porteri E, Muiasan ML, Kozáková M, La Canna G, Nardi M, Guelfi D, Salvetti M, Morizzo C, Vittone F, Rosei EA. Relationships between coronary vasodilator capacity and small artery remodeling in hypertensive patients. *J Hypertens* 2003; 21: 625–32.
5. Rizzoni D, Porteri E, Boari GE, De Ciuceis C, Sleiman I, Muiasan ML, Castellano M, Miclini M, Agabiti-Rosei E. Prognostic significance of small-artery structure in hypertension. *Circulation* 2003; 108: 2230–35.
6. De Ciuceis C, Porteri E, Rizzoni D, Rizzardi N, Paiardi S, Boari GE, Miclini M, Zani F, Muiasan ML, Donato F, Salvetti M, Castellano M, Tiberio GA, Giulini SM, Agabiti Rosei E. Structural alterations of subcutaneous small-resistance arteries may predict major cardiovascular events in patients with hypertension. *Am J Hypertens* 2007; 20: 846–52.
7. Mathiassen ON, Buus NH, Sihm I, Thybo NK, Mørn B, Schroeder AP, Thygesen K, Aalkjaer C, Lederballe O, Mulsany MJ, Christensen KL. Small artery structure is an independent predictor of cardiovascular events in essential hypertension. *J Hypertens* 2007; 25: 1021–6.
8. Rizzoni D, Porteri E, De Ciuceis C, Boari GE, Zani F, Miclini M, Paiardi S, Tiberio GA, Giulini SM, Muiasan ML, Castellano M, Rosei EA. Lack of prognostic role of endothelial dysfunction in subcutaneous small resistance arteries of hypertensive patients. *J Hypertens* 2006; 24: 867–73.
9. Sharrett AR, Hubbard LD, Cooper LS, Sorlie PD, Brothers RJ, Nieto FJ, Pinsky JL, Klein R. Retinal arteriolar diameters and elevated blood pressure; the atherosclerosis risk in communities study. *Am J Epidemiol* 1999; 150: 263–70.
10. Wong TY, Klein R, Klein BE, Meuer SM, Hubbard LD. Retinal vessel diameters and their associations with age and blood pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003; 44: 4644–50.
11. Leung H, Wang JJ, Rochtchina E, Wong TY, Klein R, Mitchell P. Impact of current and past blood pressure on retinal arteriolar diameter in an older population. *J Hypertens* 2004; 22: 1543–9.
12. Wong TY, Klein R, Sharrett AR, Duncan BB, Couper DJ, Klein BE, Hubbard LD, Nieto FJ. Atherosclerosis Risk in Communities Study. Retinal arteriolar diameter and risk for hypertension. *Ann Intern Med* 2004; 140: 248–55.
13. Wong TY, Shankar A, Klein R, Hubbard LD. Prospective cohort study of retinal vessel diameters and risk of hypertension. *Br Med J* 2004; 329: 79.
14. Ikram MK, Witteman JC, Vingerling JR, Breteler MM, Hofman A, De Jong PT. Retinal vessel diameters and risk of hypertension. The Rotterdam study. *Hypertension* 2006; 47: 189–94.
15. Harazny JM, Ritt M, Baleanu D, Ott C, Heckmann J, Schlaich MP, Michelson G, Schmieler RE. Increased wall: lumen ratio of retinal arterioles in male patients with a history of cerebrovascular event. *Hypertension* 2007; 50: 623–9.
16. Ritt M, Harazny JM, Ritt C, Schlaich MP, Schneider MP, Michelson G, Schmieler RE. Analysis of retinal arteriolar structure in never treated subjects with essential hypertension. *J Hypertens* 2008; 26: 1427–34.
17. Camici PG, Crea F. Coronary microvascular dysfunction. *N Engl J Med* 2007; 356: 830–40.
18. Brush JE Jr, Cannon RO 3<sup>rd</sup>, Schenke WH, Bonow RO, Leon MB, Maron BJ, Epstein SE. Angina due to coronary microvascular disease in hypertensive patients without left ventricular hypertrophy. *N Engl J Med* 1988; 319: 1302–7.
19. Gimelli A, Schneider-Eicke J, Neglia D, Sambucetti G, Giorgetti A, Bigalli G, Parodi G, Pedrinelli R, Parodi O. Homogeneously reduced versus regionally impaired myocardial blood flow in hypertensive patients: two different patterns of myocardial perfusion associated with degree of hypertrophy. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 366–73.
20. Antonios TF, Singer DR, Markandu ND, Mortimer PS, MacGregor GA. Rarefaction of skin capillaries in borderline hypertension suggests an early structural abnormality. *Hypertension* 1999; 34: 655–8.
21. Noon JP, Walker BR, Webb DJ, Shore AC, Holton DW, Edwards HV, Watt GC. Impaired microvascular dilatation and capillary rarefaction in young adults with a predisposition to high blood pressure. *J Clin Invest* 1997; 99: 1873–9.
22. Rizzoni D, De Ciuceis C, Porteri E, Paiardi S, Boari GE, Mortini P, Cornali C, Cenato M, Rodella LF, Borsani E, Rizzardi N, Platto C, Rezzani R, Rosei EA. Altered structure of small cerebral arteries in patients with essential hypertension. *J Hypertens* 2009; 27: 838–45.
23. Feihl F, Liaudet L, Waeber B, Lévy BI. Hypertension: a disease of the microcirculation? *Hypertension* 2006; 48: 1012–7.

# 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](#)