

**10. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
29. bis 30. März 2012 in Aachen**



**„Vergleich nicht-invasiver, kontinuierlicher
Blutdruckmesstechnik“**

Sebastian Zaunseder, Alexander Suhrbier, Robert Huhle, Andreas Witing, Hagen Malberg
Institut für Biomedizinische Technik, Technische Universität Dresden, Deutschland
E-Mail: sebastian.zaunseder@tu-dresden.de

Copyright: VDI Verlag GmbH
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 286 „Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin“
Editors: Prof. Dr.-Ing. Dr. med. Steffen Leonhardt, Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel, Prof. Dr.-
Ing. Klaus Radermacher, Christian Brendle, Henry Arenbeck, Kurt Gerlach-
Hahn, Kirska Dannenberg
ISBN: 978-3-18-328617-1
Pages: 36-37

Vergleich nicht-invasiver, kontinuierlicher Blutdruckmesstechnik

Sebastian Zaunseder, Alexander Suhrbier, Robert Huhle, Andreas Witing und Hagen Malberg

Institut für Biomedizinische Technik, Technische Universität Dresden, Deutschland

Kontakt: sebastian.zaunseder@tu-dresden.de

Einleitung

Die Bewertung des Baroreflexes (BR) besitzt großes Potential zur Charakterisierung des Regulationsverhaltens [1]. Die nicht-invasive, kontinuierliche Messung des Blutdrucks (BP) bietet eine Grundlage zur BR-Analyse. Eine korrekte Messung ist bis heute allerdings eine messtechnische Herausforderung. Diese Studie vergleicht drei nicht-invasive, kontinuierliche BP Messgeräte während Kipp-tischuntersuchungen an herzgesunden Probanden. Ziel ist die Bewertung der Vergleichbarkeit von Parametern zur Charakterisierung des Regulationsverhaltens, welche auf Basis der verschiedenen Messgeräte extrahiert werden. Die Studie evaluiert damit, inwieweit gerätespezifische Unterschiede die Untersuchungsergebnisse beeinflussen und versucht Folgerungen für den Einsatz der nicht-invasiven, kontinuierlichen BP Messtechnik abzuleiten.

Probanden und Methoden

Signalaufnahme

Die Messung erfolgte während definierter Kipptisch-Untersuchungen synchron mit drei Meßgeräten (Colin CBM-7000 (CO), Nexfin (NX) und Finometer midi (FN)) an herzgesunden Probanden. Während dem CO ein tonometrisches Messprinzip zu Grunde liegt, nehmen NX und FN die Messung auf photoplethysmografischer Basis nach Penaz vor [2]. Im Rahmen der Studie wurden 18 Probanden untersucht. In die Auswertung wurden 13 Messreihen einbezogen (Geschlecht: 12m, 1w; Alter: $29,3 \pm 8,9$; Größe: $181 \text{ cm} \pm 6,9 \text{ cm}$; Gewicht: $77 \text{ kg} \pm 9,0 \text{ kg}$). 5 weitere Aufnahmen wurden aufgrund messtechnischer (zu häufige Kalibrierung) und/oder physiologischer Probleme (vermehrte Extrasystolen) von der Auswertung ausgeschlossen. Abb. 1 veranschaulicht das aus 5 Phasen aufgebaute Messprotokoll. Während der Messung waren die Arme der Probanden auf Herzhöhe gelagert. Aufgrund der nicht-stationären Messbedingungen führten alle Geräte während des Verlaufs der Aufnahmen Autokalibrierungen durch. Parallel zur Aufnahme des BP wurde das EKG abgeleitet.

Signalverarbeitung

Zur Auswertung wurden Abschnitte herangezogen, in denen die Messbedingungen als stationär angesehen wurden. Genutzt wurde aus jeder der 5 Phasen ein Segment der Länge von 4 Minuten. Die jeweils erste Minute nach Beginn eines Kippvorgangs wurde von der Bewertung ausgeschlossen (resultierende Auswertebereiche S1-S5, siehe Abb. 1). Die aus den Segmenten S1-S5 extrahierten Zeitreihen der Herzschläge (BBIs) und BPs wurden vor deren Verwen-

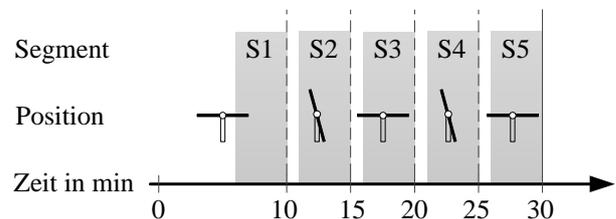


Abb. 1: Messprotokoll (Gesamtlänge 30 min, 5 verarbeitete Segmente S1-S5, 3 mal liegend, zweimal stehend)

dung durch einen adaptiven Filter bearbeitet, um den Einfluss von Ausreißern zu minimieren [3]. Bewertet wurden absolute BPs und der Baroreflex (BR). Die Quantifizierung des BR erfolgte anhand der dualen Sequenzmethode (DSM) [4].

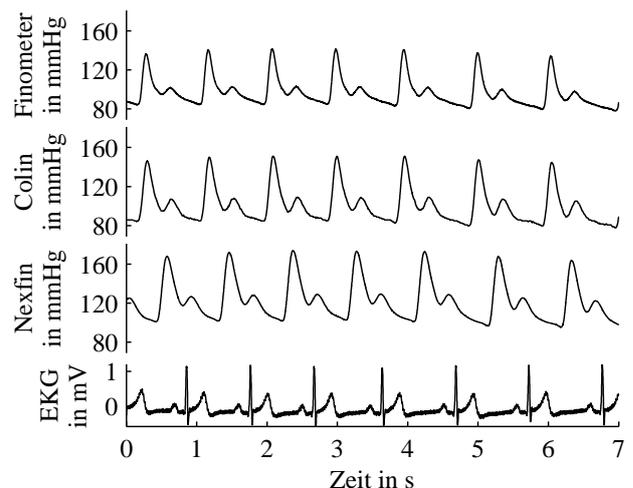


Abb. 2: Parallele Aufnahme von nicht-invasivem BP mit drei Messgeräten und EKG

Ergebnisse

Abb. 2 zeigt exemplarisch einen Ausschnitt mit den zur Auswertung herangezogenen Signalen. Im Beispiel sichtbar sind sowohl deutliche Unterschiede in den Wertebereichen der BP-Kurven, als auch morphologische Unterschiede in den Wellenteilen des kontinuierlichen BP.

Abb. 3 zeigt exemplarisch den Verlauf einer kompletten Messung. In den BBIs sind die orthostatisch bedingten Schwankungen dabei deutlich sichtbar.

Abb. 3 zeigt die im Verlauf der Messung ermittelten systolischen BPs mit den signifikanten Unterschieden zwi-

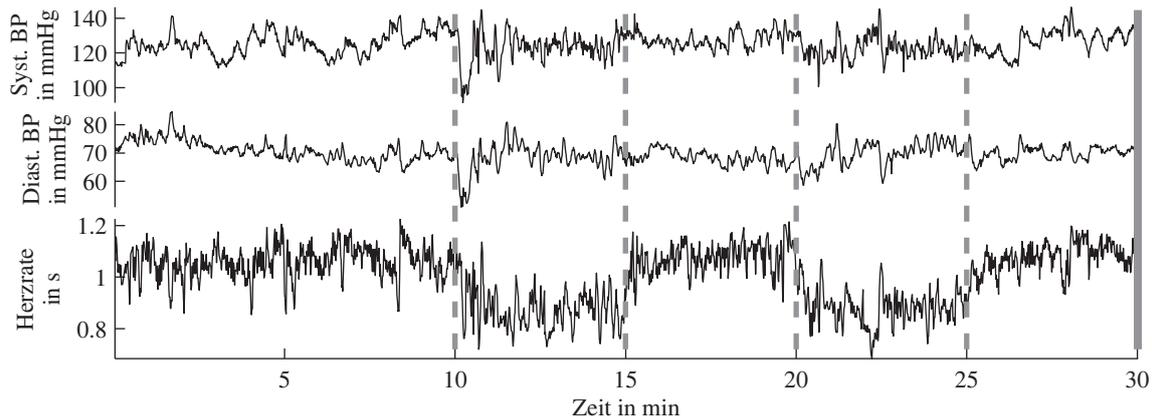


Abb. 3: Verlauf von systolischem BP, diastolischem BP und HR während einer Messung (BP gemessen mit Finometer)

schen den Messergebnissen innerhalb der einzelnen Segmente. Signifikante Unterschiede liegen in verschiedenen Kombinationen und Ausprägungen vor. Abb. 5 zeigt in ähnlicher Weise das anhand der DSM ermittelte Verhalten des BR. Dabei sind zwar verhältnismäßig größere Standardabweichungen zu beobachten, signifikante Unterschiede bestehen zwischen den Messgeräten allerdings nicht.

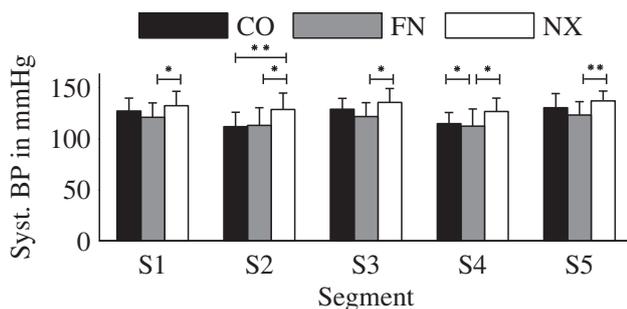


Abb. 4: Entwicklung des systolischen BP (aufgetragen sind signifikante Unterschiede zwischen den Messgeräten innerhalb einer Phase: * $\equiv \alpha \leq 0.05$, ** $\equiv \alpha \leq 0.01$)

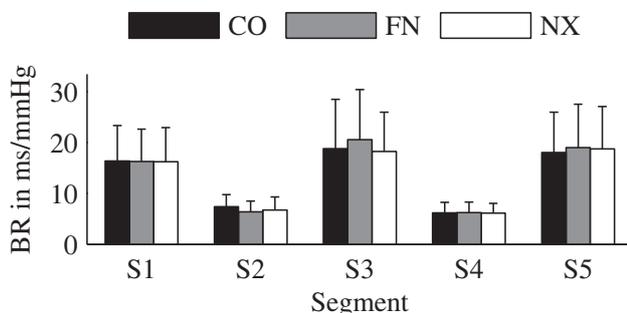


Abb. 5: Entwicklung des BR (keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messgeräten innerhalb einer Phase vorhanden)

Diskussion und Schlussfolgerungen

Obwohl für den BP signifikante Unterschiede zwischen den Messgeräten festgestellt wurden, zeigen die Ergebnisse der DSM ein einheitliches Bild. Da die gezeigten geräte- bzw. messtechnischen Unterschiede kaum Einfluss auf die Ergebnisse der DSM besitzen, erscheint die Nutzung der DSM zur Charakterisierung des Regulationsverhaltens gerechtfertigt. Neben dem einheitlichen Verhalten des BR innerhalb der einzelnen Segmente zeigten die Untersuchungen, dass die DSM die induzierten Veränderungen unabhängig vom Messgerät hoch signifikant und reproduzierbar erfasst (siehe Abb. 5: BR in S1, S3 und S5, bzw. BR in S2 und S4). Auf den BP hingegen wirken sich die induzierten Änderungen gemäß der verschiedenen Messgeräte unterschiedlich stark und unspezifisch aus. Diese zentralen Beobachtungen (messtechnische Unabhängigkeit der Ergebnisse der DSM-basierten Bewertung des BR, Möglichkeit der Erfassung physiologischer Regulationsvorgänge) sprechen für die Eignung nicht-invasiver BP Messtechnik zur Bewertung der Regulationsmechanismen anhand des BR.

Literatur

- [1] ROVERE, M. T. L. ; BIGGER, J. T. ; MARCUS, F. I. ; MORTARA, A. ; SCHWARTZ, P. J.: Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators. In: *Lancet* 351 (1998), Feb, Nr. 9101, S. 478–484
- [2] PENAZ, J.: Photoelectric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger. In: *10th International Conference on Medical and Biological Engineering*, 1973, S. 104
- [3] WESSEL, N. ; VOSS, A. ; MALBERG, H. ; ZIEHMANN, C. ; VOSS, H.U. ; SCHIRDEWAN, A. ; MEYERFELDT, U. ; KURTHS, J.: Nonlinear analysis of complex phenomena in cardiological data. In: *Herzschrittmachertherapie und Elektrophysiologie* 11 (2000), S. 159–173. – ISSN 0938–7412
- [4] MALBERG, H. ; WESSEL, N. ; HASART, A. ; OSTERZIEL, K.-J. ; VOSS, A.: Advanced analysis of spontaneous baroreflex sensitivity, blood pressure and heart rate variability in patients with dilated cardiomyopathy. In: *Clin Sci (Lond)* 102 (2002), Apr, Nr. 4, S. 465–473