

# Blutdruckmessung der Zukunft: Hat die Manschette ausgedient?

Werner Waldmann

Die Messung des arteriellen Druckes spielt eine wichtige Rolle im medizinischen Alltag. Der Blutdruckwert, den der Arzt bei seiner Messung feststellt, ist oft verfälscht. Der Patient ist aufgeregt, und schon wandert die Quecksilbersäule nach oben. Aussagekräftiger ist die automatische Messung rund um die Uhr, bei der ein Gerät alle 20 Minuten die Manschette aufpumpt und den Druck misst. Das Ergebnis dokumentiert jedoch nicht den kontinuierlichen Blutdruckverlauf, insbesondere sind die Werte in der Nacht verfälscht. Der Messvorgang reißt die Betroffenen aus dem Schlaf und lässt den Blutdruck steigen. Gibt es eine Möglichkeit, den Blutdruck ohne Verfälschungen zu messen? Der Ingenieur Dr. Gert Küchler hat eine Methode entwickelt, die den Verlauf der Blutdruckänderungen exakt registriert.

Bei der invasiven Blutdruckmessung wird ein Gefäß punktiert und ein Drucksensor eingebracht. Über diesen lässt sich der Druckverlauf auf einem Monitor darstellen. Diese Messmethode ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung; zusätzlich wird dabei noch die Herzfrequenz gemessen. Doch diese Methode ist mit dem Risiko von Blutungen, Infektionen und Nervenverletzungen verbunden und wird deshalb vor allem zur Überwachung während einer Operation und auf der Intensivstation angewandt.

Die nicht-invasive Blutdruckmessung wird traditionell mit einer Blutdruckmanschette durchgeführt. Der Patient sitzt und eine Druckmanschette in geeigneter Breite wird am Oberarm über den erwarteten arteriellen Druck hinaus aufgepumpt. Beim langsamen Ablassen der Luft kann man das Auftreten und danach wieder das Verschwinden des Korotkow-Geräusches mit Hilfe eines Stethoskops über der Arterie des Armes hören. Der Druck, den man bei Auftreten des Geräusches auf der Skala des Messgerätes abliest, entspricht dem oberen, systolischen arteriellen Druckwert, d. h. der systolische Druck ist in diesem Moment größer als der Druck der Manschette. Die Luft wird nun langsam weiter aus der Manschette abgelassen. Unterschreitet der Manschettendruck den minimalen arteriellen Druckwert, verschwindet das Geräusch. Der abgelesene Blutdruckwert wird als diastolischer Druck bezeichnet.

Diagnostisch interessant ist die Langzeitblutdruckmessung, bei der in bestimmten Intervallen die Manschette automatisch aufgepumpt und der Blutdruck gemessen wird. Diese Methode hat jedoch ihre Nachteile. Insbesondere in der Nacht stören das Geräusch der Luftpumpe und die anschwellende Druckbelastung durch die Manschette den Schlaf. Diese Arousels (Aufwachreaktionen) beeinflussen auch den Blutdruck. Man erhält also kein realistisches Abbild des Blutdruckverlaufs während des Schlafs. Zudem dokumentiert diese Methode keinen Echtzeitverlauf des Blutdrucks, da nur in zeitlichen Intervallen gemessen wird.

U. Tönnemann (Reha-Zentrum Todtmoos, Klinik Wehrawald) untersuchte die Messwertfälschung bei herkömmlicher 24h-RR-Messung in der Nacht durch induzier-

te nächtliche Arousal-Reaktion und Körperlagewechsel. Er kommt zum Schluss, dass die Messung des RR mit Druckmanschette infolge Microarousels Messwertverfälschungen ergibt, die eine fehlende Absenkung der nächtlichen RR-Werte und der Hf begründen können. Die konventionelle RR-Messung, so der Autor, registriert nicht einen Körperlagewechsel während der Nacht, was im ungünstigsten Fall eine Differenz von bis zu 15 mmHg ergäbe.

Das Medizintechnikunternehmen SOMNOmedics in Randersacker (bei Würzburg) entwickelte eine neue Methode der nicht-invasiven, kontinuierlichen Blutdruckmessung, die auf den elastischen Eigenschaften der arteriellen Gefäße und der Detektion der Pulse Transit Time basiert (PTT). Entlang der arteriellen Wand läuft der so genannte Druckpuls, und dieser entspricht der Geschwindigkeit der Pulse Wave Velocity (PWV). Mit Hilfe der PTT lässt sich die Pulse Wave Velocity errechnen. Die Pulsübergangszeit entspricht dem Zeitraum zwischen der R-Wave des EKG und der Ankunft der Pulswelle in der Peripherie des Gefäßsystems. Auf diese Weise lassen sich Blutdruckschwankungen kontinuierlich registrieren.

H. Gesche et al. untersuchte diese Methode für die indirekte Blutdruckmessung. „Die Pulse Transit Time“, beschreibt er seine Untersuchungsmethode, „wird bestimmt von der EKG-Kurve und der Volumenpulskurvenaufzeichnung, die mit Hilfe der Pulsoxymetrie vom Finger in Verbindung mit einem Sleep Screening Device aufgezeichnet wird (SOMNOscreen™). Die Pulswellengeschwindigkeit (PWV) wird berechnet mit der PTT unter Beachtung der Körpergröße und des Körperkorrelationsfaktors. Eine nicht lineare Anpassung des Blutdrucks und der Pulswellenaktivität wurde bei 13 Patienten anhand ihrer Basisdaten durchgeführt, welche sich einem Ergometer-



Dr. Gerd Küchler,  
Geschäftsführer der Firma  
SOMNOmedics

test, mit steigendem Widerstand, unterziehen mussten (0,5 W pro kg Körpergewicht, Erhöhung alle drei Minuten). Dies führte zu einer großen Anzahl von Blutdruckwerten. Diese Funktion wurde korrigiert durch die Differenz des Blutdrucklevels von der PTT und Manschettensmessung (Ausgleich, Einpunktkalibrierung). Weitere 50 Freiwillige (im Alter von 18–60 Jahren) unterzogen sich einem Radfahrerergometertest. Der systolische Blutdruck wurde errechnet nach individueller Kalibrierung.“ Die Studie zeigte, dass die indirekte Blutdruckmessmethode, die auf PTT basiert, eine fortdauernde Kontrolle des Blutdrucks ermöglicht, wenn eine individuelle Ausgleichskorrektur für die PWV-BP Beziehung durchgeführt wird (Korrelation >0,92).

Wie kam Dr. Gert Küchler, Gründer, Geschäftsführer und Chefentwickler von SOMNOmedics auf diese Idee? „Der Parameter Puls Transit Time (PTT) ist schon länger bekannt. Jedoch ist die klinische Relevanz des PTT nicht vollständig geklärt, insbesondere im Vergleich zwischen verschiedenen Probanden. Wie, so fragte man sich, lässt sich die Gefäßelastizität zum Druckvolumen in Beziehung setzen? Die Gefäßmuskulatur hat einerseits aktive Gewebeeigenschaften (Kontraktion) und andererseits passive Eigenschaften (Dehnung).“ Küchler half bei diesen Überlegungen seine frühere wissenschaftliche Arbeit über die Physiologie des Muskels. „Heute sind wir in der Lage“, so Küchler, „aus dem PTT-Parameter mit einer Einpunktkalibrierung den systolischen und den diastolischen Blutdruck in mmHg zu bestimmen.“

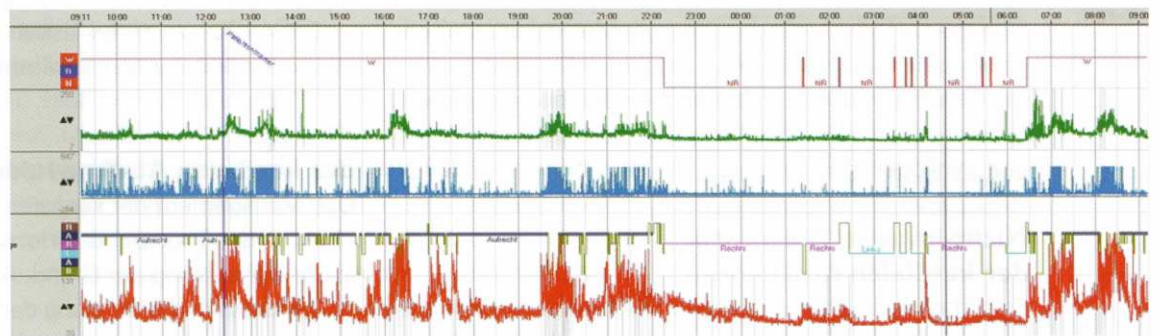
Küchler ist auf diese Methode einer exakten unblutigen kontinuierlichen Langzeitblutdruckmessung bei seiner Entwicklung moderner schlafdiagnostischer Geräte gestoßen. „Wir müssen uns einfach davon lösen,“ so Küchler, „Schlaf in einzelne Ressorts wie Kardiologie, Pulmologie, Neurologie oder HNO aufzuteilen. Schlaf ist ein höchst komplexes Gebilde, weil unterschiedliche Faktoren eine Störung bewirken. Deshalb können wir mit unseren Screeninggeräten nicht nur die traditionellen Parameter der Polysomnografie ableiten, sondern ein viel weiteres Spektrum wichtiger Parameter. Dazu gehört bei uns inzwischen auch die kontinuierliche Blutdruckmessung; sie ist deshalb in jedem unserer Geräte standardmäßig integriert.“

Unruhige Beine (RLS, PLM) oder Atemstillstände bedingen Arou-

selreaktionen, welche die Schlafarchitektur stören. Doch was passiert in solchen Momenten mit dem Kreislauf? Arouselreaktionen bedingen Herzfrequenzerhöhung und einen fluktuativen Blutdruckanstieg. So kann es in der Nacht durchaus zu Spitzenblutdruckwerten über 200 mmHG kommen, Werte, die einem Blutdruckstatus bei Höchstleistung auf dem Fahrradergometer entsprechen. Die herkömmliche RR-Blutdruckmessung detektiert solche Ausreißer nur per Zufall. Doch wenn man solche exakten Informationen über den Blutdruckverlauf in der Nacht besitzt, lässt sich das Herz-Kreislauf-Risiko einer Schlafstörung besser einschätzen. Die RR-Messung verlangt, dass in Herzhöhe gemessen wird, und das funktioniert während des Schlafs nicht. Der Schläfer liegt einmal auf dem Rücken, einmal in Seitenlage. So hat man ganz unterschiedliche hydrostatische Druckkomponenten. RR-Langzeitblutdruckmessgeräte korrigieren diese hydrostatischen Druckkomponenten nicht.

Einige Validierungen sind bereits gelaufen und haben positive Ergebnisse erbracht, weitere Validierungen sind in Angriff genommen. Küchlers Ziel ist es, Anfang 2009 mit einem stand-alone-Gerät für diese neuartige Weise der Langzeitblutdruckmessung auf den Markt kommen. Das Gerät wird die Größe einer Uhr haben, 3-Kanal-EKG, systolischen und diastolischen Blutdruck, Körperlage und Bewegungen aufzeichnen. Vorbild ist der miniaturisierte Schlafscreeener SOMNOWatch.

**24-Stunden Blutdruckprofil. Tag:** kontinuierliche systolische Blutdruckmessung (rote Kurve); während des Tages wechselnder Blutdruckverlauf (blaue Kurve); Herzfrequenz durch EKG bestimmt (grüne Kurve). **Nacht:** Blutdruckabfall nach Einschlafen um 15 mmHg mit Minimum um 4:30 Uhr. Gegen 4:10 Uhr Aufwachen mit kurzzeitigem Aufstehen und entsprechendem Blutdruckanstieg. Sprünge im Blutdruckverlauf durch Körperlageveränderung und korrespondierender hydrostatischer Druckkomponente.



Blutdruckprofil am Tag (oben), in der Nacht (unten)

