

JOURNAL FÜR HYPERTONIE

MENGDEN T, BLESENKEMPER B, KRAFT K, VETTER H
*Reduktion untersuchungsbedingter Fehler bei der
Routineblutdruckmessung in der Klinik durch den Einsatz
vollautomatischer Blutdruckmeßgeräte*

*Journal für Hypertonie - Austrian Journal of Hypertension 2000;
4 (2), 7-17*

Homepage:

www.kup.at/hypertonie

Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche

ZEITSCHRIFT FÜR HOCHDRUCKERKRANKUNGEN

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.

REDUKTION UNTERSUCHERBEDINGTER FEHLER BEI DER ROUTINEBLUTDRUCKMESSUNG IN DER KLINIK DURCH DEN EINSATZ VOLLAUTOMATISCHER BLUTDRUCKMESSGERÄTE

BLUTDRUCK-
MESSUNG IN DER
KLINIK MIT
VOLLAUTOMATISCHEN
MESSGERÄTEN

Summary

Terminal digit preference is a major source of observer bias in routine clinical blood pressure (BP) measurement. We examined the presence, magnitude, and consequences of systematic and random errors caused by digit preference in 1182 consecutively recruited normotensive and hypertensive patients of the Department of Internal Medicine. Casual BP was measured in 572 patients (48 ± 18 years) by a conventional sphygmomanometer till 31 December 1997. From 1 January 1998 BP was measured in 610 age-matched patients (48 ± 19 years) with a fully automatic, oscillometric device with digital display of blood pressure and heart rate (Omron HEM-705CP and Omron 711 automatic IS).

Mean systolic and diastolic BP did not differ between the two groups (136 ± 27/81 ± 15 mmHg vs 135 ± 24/81 ± 13 mmHg; n.s.). For conventional readings, the frequency of terminal digit preference for terminal digit "0"

was 86.0 % for systolic and 85.5 % for diastolic readings. The respective values of all conventional readings read to terminal digit "5" were 13.4 % and 13.6 %. In the group with automatic readings no terminal digit preference was observed. Terminal digit preference did not differ between normotensive and hypertensive patients. The strong tendency to measure conventional BP to the nearest "0" with conventional readings (140 or 90 mmHg) had a marked effect on the classification of hypertension. The use of the automatic device resulted in a reduction of the prevalence of systolic HT from 45.0 % to 38.3 % and from 30.0 % to 26.2 % for diastolic HT, respectively.

In conclusion, observer bias in routine clinical BP measurement can be reduced by the use of accurate, automatic BP devices with digital display. This reduction in observer bias results in a more accurate classification of hypertension.

der auskultatorischen Methode deutlich mehr Zehnerwerte gemessen, mit einer deutlichen Bevorzugung der Werte: 130 mmHg (systolisch) und 80 mmHg (diastolisch).

Die Auswertung der Endzahlen zeigte einen hohen Anteil der Endziffern 0 und 5 in der manuell gemessenen Gruppe, während die Endzahlen der automatisch gemessenen Gruppe nahezu normalverteilt waren. Diese starke Bevorzugung der Endziffer 0 (speziell 140 oder 90) führt zu einer deutlichen Veränderung der Hypertonieprävalenz. Die Messungen mit dem automatischen Gerät führten im systolischen Bereich zu einer Reduktion der Hypertonieprävalenz von 45,0 % zu 38,3 % und im diastolischen Bereich von 30,0 % zu 26,2 %.

Diese Ergebnisse dokumentieren, daß Endzahlpräferenz und fehlerhaftes Meßverhalten zu einer deutlich veränderten Verteilung der Blutdruckwerte im Vergleich zwischen automatischer und manueller Messung führen. Damit das anaeroide Manometer seinen Platz gegenüber einem vollautomatischen Meßgerät behaupten kann, muß versucht werden, untersucherbedingte Meßfehler durch bessere Ausbildung und Fortbildung zu reduzieren.

Durch den Einsatz vollautomatischer Blutdruckmeßgeräte mit digitaler Anzeige können viele untersucherbedingte Meßfehler, speziell die Endzahlpräferenz, reduziert bzw. völlig vermieden werden und somit kann die Klassifikation der Hypertonie als Krankheit viel genauer erfolgen.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der indirekten Blutdruckmessung im klinischen Alltag und der ärztlichen Praxis stellen die untersucherbedingten Fehler, speziell die Endzahlpräferenz, einen großen Anteil der Ungenauigkeit dieser Methode dar. In der vorliegenden Studie wurden die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte von insgesamt

1.182 Patienten der Medizinischen Poliklinik Bonn erhoben. Bei 610 Patienten erfolgte die Messung mit einem vollautomatischen Meßgerät (Omron HEM-705CP und Omron 711 automatic IS) und bei 572 Patienten erfolgte die Messung mit einem anaeroiden Sphygmomanometer. Für die mittleren systolischen und diastolischen Blutdruckwerte bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kollektiven. Jedoch wurden mit

EINLEITUNG

Die Blutdruckmessung mit dem Quecksilber-Sphygmomanometer oder dem anaeroiden Sphygmomanometer ist eine der ältesten apparativen Untersuchungsmethoden und nach wie vor Standard in der Klinik und in der ärztlichen Praxis. Sie ist eine einfache Untersuchung mit einer hohen diagnostischen Aussagekraft, denn sie gibt Aufschluß über einen wichtigen Faktor zur Vorbeugung der koronaren Herzkrankheit und der Apoplexie. Die Hypertonie als ernstzunehmende Krankheit kann durch die regelmäßige Kontrolle des Blutdruckes frühzeitig erkannt und therapiert werden [1], und somit kann die Anzahl hypertoniebedingter Endorganschäden reduziert werden.

Die individuelle Blutdruckkurve verhält sich wie eine biologische Größe, die individuell rasch wechseln kann [2]. Bei der Erhebung des korrekten Blutdruckwertes muß dies durch wiederholte Messungen (mindestens 3 Messungen) berücksichtigt werden [2, 3].

Erste Zweifel und Unsicherheit an der Genauigkeit der gemessenen Blutdruckwerte entstanden 1953, als Roberts et al. erstmals sphygmomanometrisch gemessene Blutdruckwerte mit intraarteriell gemessenen Werten verglichen haben. Es zeigte sich, daß die Sphygmomanometrie in rund 30 % den systolischen und in ca. 10 % den diastolischen Blutdruckwert um mehr als 20 mmHg unter- bzw. überschätzte [4]. In den folgenden Jahren hat man

sich ausführlich mit den Fehlermöglichkeiten der indirekten Blutdruckmessung beschäftigt und trotz der Vielfältigkeit und Kontroversität der unterschiedlichen Arbeiten lassen sich die wichtigsten Fehlerquellen der Sphygmomanometrie folgendermaßen einteilen [5]:

1. Untersucherbedingte Fehler

Die Fehler des Untersuchers stellen einen großen Anteil der Ungenauigkeit der indirekten Blutdruckmessung im Vergleich zur intraarteriellen Methode dar: Endzahlpräferenz [6–10], systematisches Auf- oder Abrunden (systematischer Fehler), Bevorzugung bestimmter Blutdruckwerte und Cut-off points [4], Neigung zur identischen Zweitmessung [6, 7], Unterschiede in der individuellen Interpretation der Korotkoff-Töne [4, 11–13] sind nur einige der vom Untersucher erzeugten Meßungenauigkeiten.

2. Ausrüstungsfehler

Hierunter fallen unsachgemäße Wartung, ungenaue Eichung, Defekte des Stethoskopes, falsche Manschettengrößen und Ventilfehler [5, 14, 15].

3. Fehlerbehaftete Meßmethode, Abweichung vom Protokoll der American Heart Association (AHA) [14, 16,–20]

Z. B. zu schnelles Druckablassen der Manschette [21, 22], falsche Armposition des Patienten [18, 23].

METHODIK

Methode, Patienten

Die Studie wurde im Oktober 1997 in Zusammenarbeit mit 8 Assistenzärzten der Ambulanz und dem Pflegepersonal der kardiologischen und onkologischen Stationen der Medizinischen Poliklinik in Bonn über einen Zeitraum von 12 Monaten durchgeführt. Zur Auswertung kamen die Daten von 1182 zufällig ausgewählten, sowohl normotensiven als auch hypertensiven bzw. hypotensiven Patienten. Die Patienten wurden im Rahmen des normalen Klinikbetriebes untersucht. Die Einteilung zum jeweiligen Untersucher erfolgte zufällig.

Untersuchung

Prospektiv wurden die Daten von 572 Patienten, die zwischen Juli und Dezember 1997 in der Medizinischen Poliklinik behandelt wurden, erhoben. Dabei handelt es sich um 254 stationär und 318 ambulant behandelte Patienten. Jeder der zufällig ausgewählten Patienten wurde mit einem anaeroiden Sphygmomanometer untersucht.

Danach erfolgte die Ausgabe der automatischen Meßgeräte an 8 Ärzte der Ambulanz und die Installation von 2 Meßgeräten auf der kardiologischen und der onkologischen Station, wobei die Messungen auf den Stationen von den Patienten selbst ausgeführt werden sollten und der Ausdruck der Blutdruckwerte beim Pflegepersonal abgegeben werden sollte.

Die Bedienung der Geräte wurde im Rahmen einer Einführungsveranstaltung ausführlich demonstriert. Der eigentliche Zweck der Untersuchung, das Meßverhalten und speziell die Endzahlpräferenz der Untersucher zu bestimmen, wurde nicht mitgeteilt.

Im Anschluß an die Untersuchung wurde ein Fragebogen ausgeteilt, der Aufschluß über die Akzeptanz und Arbeiterleichterung der automatischen Geräte geben sollte.

Blutdruckmeßgeräte

Sphygmomanometer: Die Messungen erfolgten mit anaeroiden Sphygmomanometern. Alle Geräte wurden zu Beginn der Studie auf ihre korrekte Funktion überprüft und geeicht.

Automatische Meßgeräte: In der Ambulanz wurde das vollautomatische Blutdruckmeßgerät Omron 711 automatic IS eingesetzt und alle gemessenen Werte wurden von den Ambulanzärzten dokumentiert. Auf den Stationen erfolgten die Messungen mit dem Gerät der Firma Omron HEM-705CP, welches mit einem automatischen Drucker ausgestattet ist. Die Ausdrücke wurden mit Datum, Uhrzeit und Patientennamen, Geschlecht und Geburtsdatum versehen und gesammelt. Pro Patient wurden der systolische und diastolische Blutdruckwert und der Pulswert bestimmt.

Da in verschiedenen Untersuchungen die Meßgenauigkeit vollautomatischer Meßgeräte häufig angezweifelt wurde [13, 24], stützt sich diese Studie auf ein Meßgerät, welches nach den

Anforderungen der British Hypertension Society getestet wurde. Bei Blutdruckwerten im Bereich zwischen 0–280 mmHg und Pulswerten von 40–200 Schlägen pro Minute stellte sich das Omron HEM-705CP als zuverlässigstes der getesteten Geräte heraus und genügte vollständig den Anforderungen der BHS und den Kriterien der Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI). Das Omron HEM-705CP konnte somit von den Autoren als erstes Gerät für den Einsatz im klinischen Alltag empfohlen werden [26].

Auswertung und Statistik

Die statistische Dokumentation und Bearbeitung erfolgte mit den Programmen Microsoft Excel 97, Microsoft Word 97 und dem Statistikprogramm Statistica.

ERGEBNISSE

Patientenkollektive

Bei 1 der 611 mit dem automatischen Gerät ausgeführten Messungen war eine zuverlässige Bestimmung des Blutdruckes aufgrund einer Fehlfunktion des Gerätes nicht möglich. Für die nachfolgende Analyse blieben so noch 572 mit dem Sphygmomanometer untersuchte Patienten und 610 mit dem Vollautomaten untersuchte Patienten. Beide Kollektive wiesen vergleichbare Daten bezüglich Alter und Geschlecht auf. Dies zeigt sich durch die Übereinstimmung der Mittelwerte und der Standardabweichung:

- Durchschnittsalter der manuell gemessenen Patienten: 48 Jahre \pm 18,4; Bereich 13–89 Jahre, 47 % weiblich, 53 % männlich;
- Durchschnittsalter der automatisch gemessenen Patienten: 49 Jahre \pm 19,1; Bereich 17–98 Jahre, 50 % weiblich, 50 % männlich

Mittlerer Blutdruck und Pulsfrequenz

Der Vergleich der Puls- und Blutdruckmittelwerte zeigte ebenfalls für alle Patientenkollektive vergleichbare Werte. Sowohl beim systolischen und diastolischen Blutdruckwert als auch bei der Pulsfrequenz bestand kein signifikanter Unterschied in den Kollektiven:

- Manuell: RR systolisch 136,02 \pm 27,1; RR diastolisch 80,97 \pm 14,8; Puls 79,91 \pm 14,1
- Automatisch: RR systolisch 135,13 \pm 24,2; RR diastolisch 81,02 \pm 3,3; Puls 79,97 \pm 14,7

Verteilung der Blutdruckwerte

Die mit dem Sphygmomanometer erhobenen systolischen und diastolischen Blutdruckwerte entsprachen annähernd einer Normalverteilung (Abbildung 1 und 2): Auffällig waren die Zehnerwerte, die systolisch und diastolisch weit über das Profil der Kurve hinausragten. Besonders häufig gemessen wurde bei den diastolischen Werten beispielsweise der Wert 80 mmHg. Er wurde in 175 Fällen dokumentiert, wobei die Werte 78 mmHg und 82 mmHg überhaupt nicht gemessen wurden.

Bei den systolischen Werten lag die Betonung ebenfalls überwiegend auf den Zehnerwerten,

Abbildung 1: Verteilung der mit dem Sphygmomanometer gemessenen systolischen Blutdruckwerte

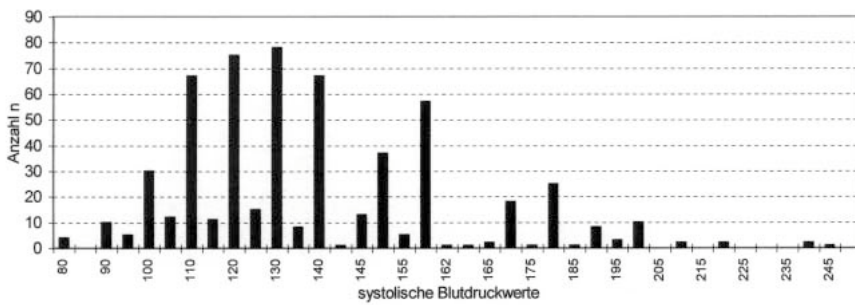


Abbildung 2: Verteilung der mit dem Sphygmomanometer gemessenen diastolischen Blutdruckwerte

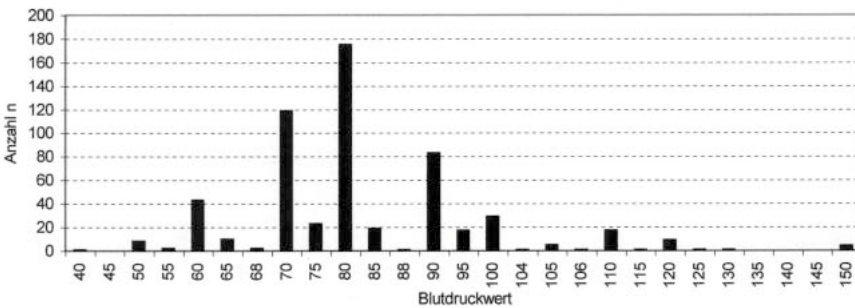


Abbildung 3: Verteilung der mit dem Vollautomaten gemessenen systolischen Blutdruckwerte

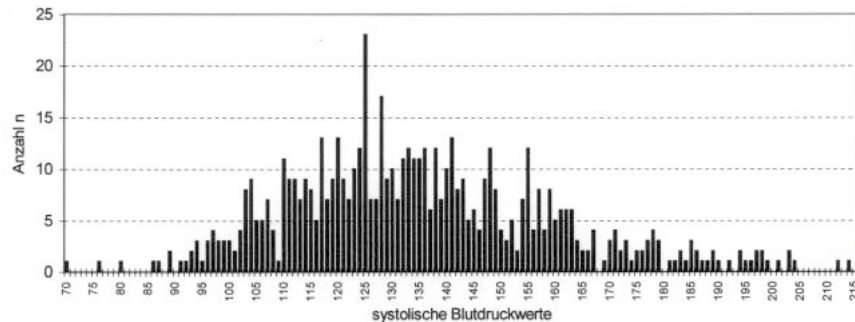
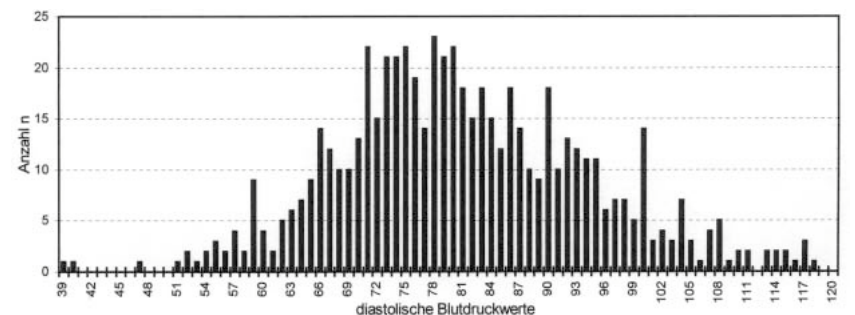


Abbildung 4: Verteilung der mit dem Vollautomaten gemessenen diastolischen Blutdruckwerte



jedoch konnte eine eindeutige Tendenz zu einem favorisierten Wert nicht bemerkt werden. Die Werte 110, 120, 130, 140, und 160 wurden in annähernd gleichem Ausmaß dokumentiert:

- 110, n= 67;
- 120, n=75;
- 130, n=78;
- 140, n=67;
- 160, n=57.

Die automatisch gemessenen Werte bildeten vergleichsweise einen kontinuierlichen Kurvenverlauf (Abb. 3 und 4). Einzelne diastolische Werte wurden etwas häufiger gemessen, aber ihrer Verteilung lag keine erkennbare Systematik zugrunde. Bei den systolischen Werten fällt eine erkennbare Bevorzugung des Wertes 125 mmHg auf. Er wurde doppelt so häufig wie die Werte 124 mmHg oder 126 mmHg gemessen.

Die Extremwerte der manuellen Messungen lagen sowohl bei den diastolischen Werten als auch bei den systolischen Werten weitaus höher als bei den automatisch erhaltenen Blutdruckwerten. So wurden manuell im systolischen Bereich Blutdruckwerte bis zu 245 mmHg gemessen. Mit dem Vollautomaten erstreckte sich der Meßbereich nur bis zu 214 mmHg. Ebenso wurden manuell diastolische Blutdruckwerte von bis zu 150 mmHg gemessen, während der höchste erhaltene Wert durch den Vollautomaten 118 mmHg entspricht. Über 110 mmHg diastolisch wurden 33 Werte mit dem Sphygmomanometer und nur 16 Werte mit dem Vollautomaten gemessen.

Im hypotensiven Bereich der erhaltenen Werte verhalten sich

manuell und automatisch gemessene Werte ohne erkennbare signifikante Unterschiede.

Verteilung der Endzahlen

Abbildung 5 zeigt bei den mit dem Sphygmomanometer gemessenen Blutdruckwerten eine deutliche Präferenz der Endziffer 0. Systolisch 86 %, diastolisch 85,5 %, d. h. 86 bzw. 85,5 Prozent aller gemessenen Werte stellen einen Zehnerwert dar. Der Erwartungswert 10 % wird somit achtfach überschritten.

Die Endzahl 5 wurde bei den systolischen Werten zu 13,4 % und bei den diastolischen Werten zu 13,6 % dokumentiert. Außer der Endzahl 5 wurden keine weiteren ungeraden Endzahlen notiert. Auf die übrigen Endzah-

len fielen im systolischen Bereich 0,6 % und im diastolischen Bereich 0,9 %. Der Erwartungswert von 80 % wurde weit unterschritten.

Teilt man nun die Endzahlen in "0-nahe" Endzahlen, z. B. 8, 9, 0, 1, 2, und in "0-ferne" Endzahlen ein, z. B. 3, 4, 5, 6, 7, so müßten auf jeden Bereich 50 % der dokumentierten Endzahlen entfallen. Auffällig ist in dieser Studie, daß systolisch 86,4 % (diastolisch 86,0 %) "0-nahe" Endzahlen und nur systolisch 13,6 % (diastolisch 14,0 %) "0-ferne" Endzahlen gemessen werden. Dies bedeutet, daß im Rahmen dieser Studie von den Untersuchern nicht nur "0-nahe" Endzahlen, sondern auch "0-ferne" Endzahlen auf die Endziffer 0 gerundet wurden [10].

Bei den mit dem Vollautomaten erhaltenen Blutdruckwerten zeigt sich weder im systolischen noch im diastolischen Bereich die Bevorzugung einer bestimmten Endziffer. Der Erwartungswert von 10 % pro Endziffer wird annähernd erfüllt. Geringe Abweichungen finden sich im systolischen Bereich bei der Endziffer 5 (12 %) und im diastolischen Bereich bei der Endziffer 0 (12 %).

Hypertone Blutdruckwerte

Bei der Betrachtung der hypertonen Blutdruckwerte (systolisch ≥ 140 , diastolisch ≥ 90) verhält es sich mit dem Phänomen der Endzahlpräferenz ähnlich wie bei den normotensiven Blutdruckwerten.

Die starke Bevorzugung der Endziffer 0 bei den auskultatorisch gemessenen Blutdruckwerten liegt im systolischen Bereich bei 88,7 % sogar noch etwas höher als bei den normotensiven Blutdruckwerten (86,0 %). Bei den diastolischen hypertonen Blutdruckwerten beträgt die Endzahlpräferenz "0" 84,6 % (bei den normotensiven Werten 85,5 %). Auch die Endzahl 5 (systolisch 10,1 %, diastolisch 14,2 %) wurde gehäuft beobachtet. Die Endzahlpräferenz der Untersucher war somit in beiden Patientenkollektiven (Hypertoniker versus Normotoniker) annähernd gleich groß, d. h., daß sich selbst bei Patienten, bei denen die Blutdruckwerte auf die Krankheit Hypertonie hinweisen, das Meßverhalten der Untersucher nicht verbesserte.

Die hypertonen Blutdruckwerte, welche mit dem Vollautomaten

Abbildung 5: Endzahlen der mit dem Sphygmomanometer gemessenen Blutdruckwerte

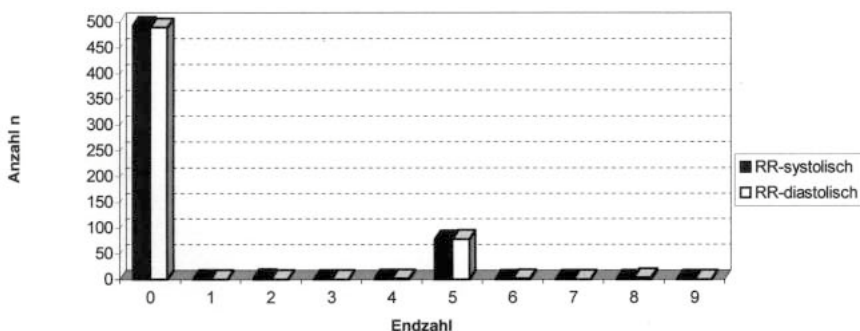
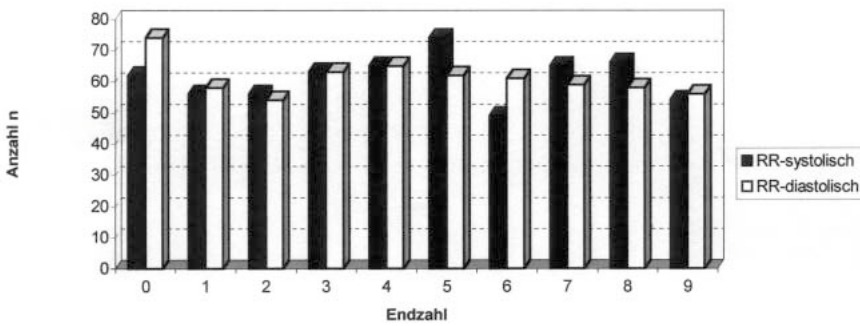


Abbildung 6: Endzahlen der mit dem Vollautomaten gemessenen Blutdruckwerte



erhalten wurden, zeigten wie auch bei den normotensiven Blutdruckwerten bereits beschrieben keine systematische Bevorzugung einer bestimmten Endziffer.

Hypotone Blutdruckwerte

Im Bereich der niedrigeren Blutdruckwerte ist die Neigung der Untersucher, gemessene Werte auf Zehnerwerte zu runden, noch höher [6]. Systolische Blutdruckwerte wurden zu 93,5 % auf Zehnerwerte und zu 6,5 % auf die Endzahl 5 gerundet, diastolische Werte zu 97,5 % auf die Endziffer 0 und zu 2,5 % auf die Endziffer 5.

Bevorzugung bestimmter Schwellenwerte

Die Hypertonie als Krankheit ist definiert bei systolischen Blutdruckwerten ≥ 140 und/oder diastolischen Blutdruckwerten ≥ 90 . Definiert man diese Grenzwerte als Cut off-points, so läßt sich in der Verteilung aller konventionell gemessenen Blutdruckwerte eine klare Bevorzugung dieser Werte erkennen:

- Sphygmomanometer: 90 mmHg 14,5 %, 140 mmHg 11,7 %
- Vollautomatisches Meßgerät: 90 mmHg 3,0 %, 140 mmHg 1,6 %

Die Auswirkung auf die Prävalenz der Hypertonie läßt sich leicht nachvollziehen. Im Vergleich zwischen Sphygmomanometer und Vollautomat ist eine Reduktion der Hypertonieprävalenz bei systolischen Blutdruckwerten von 45 % hypertonen Blutdruckwerten (Sphygmomanometer) auf 38,3 % (Vollautomat) und bei diastolischen Blutdruckwerten von 30 % (Sphygmomanometer) auf 26,2 % (Vollautomat) zu beobachten.

Diese signifikante Steigerung der Hypertonieprävalenz durch die Messung mit einem Sphygmomanometer findet ihre Ursache in der Endzahlpräferenz des Untersuchers. Klinische Auswirkungen sind mannigfaltig und führen zur Fehlbehandlung der Patienten [1].

Würde man nun die Definition hypertoner Blutdruckwerte von ≥ 140 mmHg zu > 140 mmHg und von ≥ 90 zu > 90 mmHg ändern, würde dies bei der Grundlage der auskultatorisch erhaltenen Blutdruckwerte zu einer Reduktion der Hypertonieprävalenz von systolisch 45 % auf 33,2 % und von diastolisch 30 % auf 15 % führen. Diese Beobachtung gilt nicht für die Messungen mit dem Vollautomaten. Hier führt eine Änderung der Hypertoniedefinition nur zu einer Reduktion der Hypertonieprävalenz von systolisch 38,3 % auf 36,7 % und von diastolisch 26,2 % auf 23,3 %.

Akzeptanz der automatischen Meßgeräte

Die Akzeptanz der automatischen Blutdruckmeßgeräte war sowohl in der Ambulanz als auch auf den Stationen hoch. Die Meßwerte wurden selten angezweifelt und nur 5 oder 6 mal durch die Messung mit einem Sphygmomanometer überprüft. Probleme gab es auf den Stationen aufgrund der festen Installation der Geräte, deren Einsatz somit auf die Blutdruckmessung bei mobilen Patienten eingeschränkt wurde. Da der Anteil mobiler Patienten besonders auf der onkologischen Station nicht hoch war, konnte das Pflegepersonal eine Arbeitserleichterung durch den Einsatz des automatischen Gerätes nicht bestätigen.

In der Ambulanz wurde eine Arbeitserleichterung durch die automatischen Meßgeräte durchweg bestätigt. Probleme eröffneten sich nur bei Patienten mit Arrhythmien und Patienten mit starkem Tremor, z. B. Morbus Parkinson-Patienten.

DISKUSSION

Das konventionelle Sphygmomanometer ist ein sehr präzises Meßinstrument, welches jedoch nur bei korrekter Handhabung, regelmäßiger Wartung und exakter Ablesung genaue Blutdruckwerte liefert. Jeder Untersucher unterliegt einem konstanten individuellen Fehler; jede einzelne Messung weicht somit in kleinerem oder größerem Umfang vom effektiven Blutdruckwert ab.

Diese Studie wurde mit Untersuchern durchgeführt, welche über das Ziel der Blutdruckanalyse bewußt nicht informiert worden waren. Verglichen wurden anaeroide Sphygmomanometer mit 2 vollautomatischen Meßgeräten der Firma Omron, wobei der Schwerpunkt auf dem mittleren Blutdruckwert und der Verteilung der Blutdruckwerte lag. Die untersucherbedingten Fehler, insbesondere die Endzahlpräferenz, sind bereits bekannte Einflußgrößen auf den zu ermittelnden Blutdruckwert.

Die Untersuchung wurde mit zwei vergleichbaren Patientenkollektiven durchgeführt. Mittlerer Blutdruck und Pulsfrequenz zeigten gute Übereinstimmungen, obwohl verschiedene Meßgeräte

und zwei unterschiedliche Meßverfahren verwendet wurden. Auch der Vergleich der Standardabweichungen läßt eine annähernde Gleichverteilung der erhaltenen Werte erkennen. Bei der direkten Gegenüberstellung der Blutdruckwerteverteilung läßt sich feststellen, daß sowohl im hypotensiven als auch im hypertensiven Bereich gleiche Anzahlen von Werten gemessen wurden. Jedoch ist die Endzahlpräferenz 0 im niedrigen Bereich der Blutdruckskala noch deutlich erhöht. Vermutlich wird den niedrigeren Werten eine geringere Wichtigkeit zugeordnet und somit das Resultat auf einen Zehnerwert gerundet oder eventuell die Messung sogar vorzeitig abgebrochen [6]. Cook et al. [25] machte in seiner Studie mit Anästhesisten die Beobachtung, daß mit Sphygmomanometern insbesondere diastolisch deutlich weniger Extremwerte gemessen wurden als mit Vergleichsgeräten. Er führt dies darauf zurück, daß bei anästhesistischen Aufzeichnungen Meßwerte erst einige Minuten später notiert werden und so gemessene Extremwerte durch „unterbewußte Verteidigungsstrategien“ als wesentlich niedriger notiert werden. Diese Beobachtung läßt sich nicht bestätigen. Ganz im Gegensatz wurde mit dem Sphygmomanometer eine weitaus größere Spannweite (systolisch 80–245 mmHg, diastolisch 40–150 mmHg) als mit dem automatischen Meßgerät (systolisch 70–215 mmHg, diastolisch 39–118 mmHg) der Blutdruckwerte erreicht, wobei der quantitative Anteil der Extremwerte in beiden Meßverfahren annähernd gleich ist.

Rose [27] und Hessel [28] beobachteten bei extremen Blutdruckwerten die deutliche Tendenz zur Endzahlpräferenz, was auch in dieser Studie bewiesen werden konnte. Beide Autoren folgerten, daß die Aufmerksamkeit des Untersuchers beim Messen von Extremwerten abnimmt, wodurch mehr als üblich gerundet wird.

Die automatisch ermittelten Blutdruckwerte zeigten systolisch und diastolisch eine gleichmäßige Verteilung. Dem gegenüber fielen bei den auskultatorisch bestimmten Werten allein systolisch 86 % und diastolisch 85,5 % auf Zehnerwerte. Besonders auffällig war der diastolische Wert 80 mmHg, welcher in 31 % aller Messungen notiert wurde. Dieser Wert scheint eine Art Schwellengrenze darzustellen, denn bei Werten unter 80 mmHg nimmt die Endzahlpräferenz der auskultatorischen Untersucher nochmals zu (97,5 %). Im normotensiven Bereich liegt die Endzahlpräferenz der Ziffer 0 nur bei systolisch 86 % und diastolisch 85,5 %.

Patterson [29] fand in seiner Studie, bei welcher praktische Ärzte, die zu Beginn der Studie über deren Ziel bezüglich der Meßgenauigkeit informiert worden waren, immerhin noch eine deutliche Endzahlpräferenz für die Zahl 0 von 65–84 %. Kolb et al. [30] fanden in ihrer Studie mit vorher informierten, aber nicht speziell trainierten Ärzten eine Endzahlpräferenz der Ziffer 0 von 44 % und Bottini et al. [2] registrierten bei informierten und speziell trainierten Untersuchern nur noch eine Präferenz der Zahl 0 von 33 %. In einer mit Krankenschwestern durchgeführten Studie

von Eilertson [31] war der Anteil der Bevorzugung von Zehnerwerten noch geringer. Als Ursache hierfür ist zu sehen, daß die Krankenschwestern im Verlauf der Studie immer wieder zur erforderlichen Meßgenauigkeit angewiesen wurden.

Die Endzahlpräferenz stellt eine wichtige Einflußgröße auf die Prävalenz der Hypertonie dar. So fanden Shi Wu Wen et al. [10], daß die Veränderung der Hypertoniedefinition von ≥ 140 zu > 140 und ≥ 90 zu > 90 zu einer Reduktion der Hypertonieprävalenz von 25,9 % zu 13,3 % bei mit einem Sphygmomanometer gemessenen Werten führte. Dies konnte im Verlauf dieser Untersuchung ebenfalls bestätigt werden, wobei die Reduktion der Hypertonieprävalenz bei Werten, die automatisch gemessen wurden, zu vernachlässigen ist.

Weiterhin fanden Shi Wu Wen et al. [10] eine Endzahlpräferenz der Ziffer 0 von 80 % und eine leichte Bevorzugung der Endziffer 5 von 5 %. Der Autor zog daraus die Schlußfolgerung, daß nicht nur „0-nahe“ Endzahlen (z. B. 8, 9, 0, 1, 2), sondern auch „0-ferne“ Endzahlen (z. B. 3, 4, 5, 6, 7) auf 0 auf- oder abgerundet wurden.

Ein weiterer, dem Untersucher anzulastender Fehler wurde von Bennett [6] untersucht. Er fand heraus, daß bei Mehrfachmessung ein hoher Anteil identischer Zweitwerte (bis zu 61 %) dokumentiert wurde. Wenn man nun den Blutdruck als sehr variable biologische Größe sieht, so erscheint ein hoher Anteil identischer Meßwerte unwahrscheinlich. Bennett vermutet, daß die

Untersucher – von der ersten Messung noch stark beeinflusst – weniger Aufmerksamkeit und Genauigkeit bei der zweiten Messung aufbrachten, oder daß in einigen Fällen der Blutdruck nur einmal gemessen, aber zweimal notiert wurde. Dieser weitere untersucherbedingte Fehler wurde in dieser Studie nicht verfolgt, da von jedem Patienten jeweils nur ein Meßwert zur Auswertung benutzt wurde, trotzdem sollte er berücksichtigt werden.

Um untersucherbedingte Fehler bei der indirekten Blutdruckmessung mittels eines Sphygmomanometers zu vermeiden und die Meßtechnik zu verbessern, empfehlen einige Autoren die Durchführung von Schulungen und Trainings zur korrekten Blutdruckmessungen [5, 11, 33, 34]. Allerdings sollten diese Schulungen alle 3 Monate wiederholt werden, da sich sonst der Effekt des Trainings schnell wieder verliert. So beschreiben Bruce et al. [33] in ihrer Untersuchung, daß sich schon 1–2 Monate nach durchgeführtem Kassettentraining die Meßgenauigkeit der Untersucher deutlich verschlechterte.

Um diese aufwendigen und zeitintensiven Schulungsveranstaltungen zu umgehen, könnte der Einsatz automatischer Blutdruckmeßgeräte im ärztlichen Alltag sinnvoll und zukunftsweisend sein. Voraussetzung bleibt jedoch die einwandfreie Funktion der Geräte, die regelmäßige Wartung und ordnungsgemäße Eichung.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, so kann ein großer Anteil der untersucherbedingten Fehler

vermieden werden:

- Korotkoff-Phasen: Da automatische Geräte die Korotkoff-Töne nicht als Ausgangspunkte für die Bestimmung des systolischen und diastolischen Blutdruckwertes benutzen, werden alle Fehler, die mit der individuellen Interpretation der Töne, deren Lautstärke und deren Verwechslung mit Nebengeräuschen vermieden. Die Diskussion, ob Phase 4 oder Phase 5 als diastolischer Blutdruckwert definiert werden soll, verliert ihre Wichtigkeit.
- Die Endzahlpräferenz wird reduziert und somit sinkt in den meisten Fällen die Hypertonieprävalenz.
- Bei Mehrfachmessungen entfällt der sonst beobachtete hohe Anteil identischer Zweitmessungen.
- Die Tendenz der Untersucher zur Messung von Schwellenwerten sinkt.

Reduktion der mit dem Gerät in Verbindung zu bringenden Fehler:

Voraussetzung für die korrekte Funktion des automatischen Gerätes ist eine regelmäßige Herzaktion. Diese sollte vor Einsatz des Gerätes durch den Untersucher mittels der Messung des Pulses überprüft werden.

- Es wird kein Stethoskop benötigt.
- Das Anlegen der Blutdruckmanschette wird stark vereinfacht, da der gesamte aufblasbare Teil der Manschette als Drucksensordient.
- Als weiteren Vorteil kann man die automatische Fehlermeldung durch das Meßgerät bei nicht korrekt ausgeführten Messungen ansehen.

Vermeidung fehlerhafter Meßtechnik

Der Einsatz des automatischen Gerätes empfiehlt sich zur Reduktion folgender Fehler:

- fehlerhaftes Aufpumpen der Blutdruckmanschette,
- falsche Druckablaßgeschwindigkeit,
- Verwirrungen um Korotkoff-Phase 4 und 5.

Da die Akzeptanz der automatischen Meßgeräte im Sinne einer zuverlässigen Arbeitserleichterung recht hoch zu sein scheint und viele der mit dem Sphygmomanometer verbundenen Fehler vermieden oder reduziert werden können, ist der Einsatz dieser Geräte im ärztlichen Alltag als sinnvolle Erneuerung zu befürworten.

Literatur:

1. Padfield PL, Joythnagaram SG, Watson DM, Donald P, McGinley IM. Problems in the measurement of blood pressure. J Hum Hypertens 1990; 4 (Suppl. 2): 3–7.
2. Boffini PB, Carr AA, Prisant LM, Rheades RB. Variability und similarity of manual office and automated blood pressures. J Clin Pharmacol 1992; 32: 614–9.
3. Canner PL, Borhani NO, Oberman A, Cutler J, Prineas RJ, Langford H, Hooper FJ. The hypertension prevention trial: assessment of the quality of blood pressure measurements. Am J Epidemiol 1991; 134: 379–92.
4. Vorburger C. Die indirekte Blutdruckmessung (Sphygmomanometrie) und ihre Fehlermöglichkeiten. Ther Umsch 1975; 32: 723–7.
5. Bailey RH, Bauer JH. A review of common errors in the indirect measurement of blood pressure. Sphygmomanometry. Arch Intern Med 1993; 153: 2741–8.

Dr. med. Thomas Mengden

Geboren 1961. Medizinstudium in Bonn von 1982 bis 1988. 1989 Promotion (Prof. Dr. Grube, Medizinische Universitätsklinik Bonn, Kardiologie). Von 1988 bis 1991 Ausbildung an der Medizinischen Poliklinik Zürich, Departement für Innere Medizin (Prof. Dr. W. Siegenthaler, Prof. Dr. W. Vetter). Von 1991 bis 1996 an der Medizinischen Universitätsklinik Düsseldorf, Abteilung für Kardiologie, Angiologie und Pneumologie tätig (Prof. Dr. B. E. Strauer). 1995 Erlangung der Gebietsbezeichnung „Innere Medizin“. Seit 2/1996 an der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Bonn (Prof. Dr. H. Vetter) tätig. Studienaufenthalte 11/1996 am Pharmakologischen Institut der Universität Aarhus, Dänemark (Prof. Dr. M. M. Mulvany), sowie von 3 bis 4/1998 an der Abteilung für Angiologie des Universitätsspitals Zürich (Prof. Dr. Koppensteiner, Dr. E. Schneider). 1/1999 Erlangung der Schwerpunktbezeichnung „Angiologie“.

Arbeitsgebiete: Klinische Evaluierung neuer Blutdruckmeßmethoden, insbesondere Blutdruckselbstmessung. Medikamenten-Compliance bei arterieller Hypertonie. Bedeutung kleiner Widerstandsgefäße bei myokardialer Herzinsuffizienz und arterieller Hypertonie. Oxidierte Lipoproteine.

Dr. Mengden ist Mitglied in der European Society of Hypertension, in der Deutschen Hypertonie-Gesellschaft sowie in der Deutschen Gesellschaft für Angiologie, Gesellschaft für Gefäßmedizin.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Thomas Mengden
Medizinische Universitätsklinik Bonn
D-53111 Bonn, Wilhelmstraße 35–37



6. Bennett S. Blood pressure measurement error: its effect on cross-sectional and trend analyses. *J Clin Epidemiol* 1994; 3: 293–301.

7. Hense HW, Kuulasmaa K, Zaborskis A, Kupsc W, Toumilehto J. Quality assessment of blood pressure measurements in epidemiological surveys. The impact of last digit preference and the proportions of identical duplicate measurements. *WHO Monica Project. Rev Epidemiol Sante Publique* 1990; 38: 463–8.

8. Hla KM, Vokaty KA, Fenssner JR. Observer error in systolic blood pressure measurement in the elderly. A case for automatic recorders? *Arch Intern Med* 1986; 146: 2373–6.

9. Neufeld PD, Johnson DL. Observer error in blood pressure measurement. *Can Med Ass J* 1986; 135: 633–7.

10. Wen SW, Kramer MS, Hoey J, Hanley JA, Usher RH. Terminal digit preference, random error, and bias in routine clinical measurement of blood pressure. *J Clin Epidemiol* 1993; 46: 1187–93.

11. Bruce NG, Cook DG, Shaper AG. Differences between observers in blood pressure measurement with an automatic oscillometric recorder. *J Hypertens* 1990; 8 (Suppl. 4): S11–S13.

12. Ellestad MH. Reliability of blood pressure recordings. *Am J Cardiol* 1989; 63: 983–5.

13. Pannarale G, Bebb G, Clark S, Sullivan A, Foster C, Costs AJ. Bias and variability in blood pressure measurement with ambulatory recorders. *Hypertension* 1993; 22: 591–8.

14. Petrie JC, O'Brien ET, Littler WA, de Swiet M. Recommendations of blood pressure measurement. *Br Med J* 1986; 293: 611–5.

15. Stübner G. Technik der modernen Blutdruckmeßgeräte. In: Gleichmann U, Vetter V, Gleichmann S, Eckert S (Hrsg). *Blutdruckselbstmessung. Standortbestimmung und Perspektiven*. Steinkopff-Verlag, Darmstadt, 1994; 21–8.

16. American Heart Association. Recommendations for human blood pressure. Determination by sphygmomanometers. Report of a special task force appointed by the steering committee. *AHA News* 1988; 210A–221A.

17. Marfotti G, Alli C, Avanzini F. Arm position as a source of error in blood pressure measurement. *Clin Cardiol* 1987; 10: 591–3.

18. Parr GD, Poole PH. Effects of sphygmomanometer type and position of the arm on blood pressure measurement. *J Hum Hypertens* 1988; 2: 153–6.

19. Subcommittee of the American Heart Association. Recommendations for human blood pressure determination by sphygmomanometers. *Hypertension* 1981; 3 (Suppl): 510A–519A.

20. Vetter H, Vetter W. *Praktische Hypertonie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2. Auflage, 1986.

21. Berger K. Systematische Meßfehler bei der Blutdruckmessung mit Quecksilbermanometern. *Biomed Tech* 1983; 28: 129–33.

22. Yong PG, Geddes LA. The effect of cuff pressure deflation rate on accuracy in indirect measurement of blood pressure with the auscultatory method. *J Clin Monit* 1987; 3: 155–9.

23. Maxwell MH, Waks AU, Schroth PC, Karau M, Dorufeld LP. Error in blood pressure measurement due to incorrect cuffsize in obese patients. *Lancet* 1982; ii: 33–6.

24. Goonasekera CD, Dillon MJ. Random zero sphygmomanometer versus automatic oscillometric blood

pressure monitor; is either the instrument of choice? *J Hum Hypertens* 1995; 9: 885–9.

25. Cook RI, McDonald JS, Nunziata E. Differences between handwritten and automatic blood pressure records. *Anesthesiology* 1988; 71: 385–90.

26. O'Brien E, Mee F, Atkins N, Thomas M. Evaluation of three devices for self-measurement of blood pressure according to the revised British Hypertension Society protocol: the Omron HEM-705CP, Philips HP5332 and Nissei DS-175. *Blood Pressure Monitoring* 1996; 1: 55–61.

27. Rose GA. Standardisation of observer in blood pressure measurement. *Lancet* 1965; i: 673–4.

28. Hessel PA. Terminal digit preference in blood pressure measurement: effects on epidemiological associations. *Int J Epidemiol* 1986; 15: 122–5.

29. Patterson HR. Sources of error in recording the blood pressure of patients with hypertension in general practice. *Br Med J* 1984; 289: 1661–4.

30. Kolb C, Huss R, Mengden T, Vetter W. Wie zuverlässig ist die konventionelle Blutdruckmessung? Vergleich mit einem halbautomatischen Meßgerät. *Schweiz Rundschau Med (Praxis)* 1991; 12: 286–90.

31. Eilertson E, Humerfelt S. The observer variation in the measurement of arterial blood pressure. *Acta Med Scand* 1968; 184: 145–57.

32. Yoshiike N, Nakayama T, Yokoyama T, Tanaka H, LaLarthe DR. Quality control for blood pressure measurement in population studies: Shibata children's heart study. *J Clin Epidemiol* 1997; 50: 1169–73.

33. Bruce NG, Shaper AG, Walker M, Wannamethee G. Observer bias in blood pressure studies. *J Hypertens* 1988; 6: 375–80.

34. Grim CE, Grim CM, Li J. Entering medical students, who say they have been trained to take blood pressure, do not follow the American Heart Association Guidelines. *Am J Hypertens* 1999; 12: 150A.

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](#)