

Telemetrische Blutdruck- und Therapiekontrolle

Ein Instrument zur Förderung der Therapieadhärenz

Martin Middeke

Hypertoniezentrum München
(Leitung: Prof. Dr. med. Martin Middeke)

Die verschiedenen Blutdruck-Messverfahren ergänzen sich in sinnvoller Weise. Sie haben einen unterschiedlichen Stellenwert und jeweils bestimmte Vor- und Nachteile. Während für die sichere Diagnosestellung einer manifesten Hypertonie die ambulante Blutdruck-Langzeitmessung überragende Bedeutung hat, erscheint die telemetrische Blutdruckmessung für die Therapiesteuerung sehr gut geeignet. Das telemetrische Monitoring (telemetrische Datenübertragung) der selbst gemessenen Blutdruckwerte und die damit verbundene (telefonisch) Therapiesteuerung ist ein viel versprechendes Verfahren, um die dauerhafte Blutdruckeinstellung und Therapieadhärenz zu verbessern. Hiervon können insbesondere Risikopatienten, z. B. mit schwer einstellbarer Hypertonie, hypertensiver Krise, chronischer Herzinsuffizienz und weiteren Indikationen profitieren.

Der technische Fortschritt bei der Blutdruckmessung in den letzten 20 Jahren ist beeindruckend. Dabei war der größte Gewinn die Einführung der ambulanten Blutdruck-Langzeitmessung (ABDM) und die telemetrische Übertragung der Blutdruckwerte aus der Häuslichkeit. Die Diagnose manifeste Hypertonie kann nur zuverlässig mittels ABDM gestellt werden (17). Diese ist heute vor Beginn einer antihypertensiven Medikation unabdingbar.

Für die Therapiesteuerung im Alltag über einen längeren Zeitraum ist die Blutdruck-Selbstmessung sehr gut geeignet (1, 6, 8, 12, 14, 15, 21, 23, 27), insbesondere bei telemetrischer Übertragung der Werte (Telemonitoring). Die verschiedenen Blutdruck-Messverfahren sind nicht konkurrierende, sondern komplementäre Verfahren. Jedes Messverfahren hat bestimmte Vorteile und Stärken, aber auch Nachteile und Schwächen (Tab. 1).

Ambulante Blutdruck-Langzeitmessung

Die ambulante Blutdruck-Langzeitmessung über 24 Stunden hat längst Einzug in den klinischen Alltag gehalten und ist heute das wichtigste Instrument für die Diagnostik und Behandlung der Hypertonie. Durch die relativ hohe Messdichte von ca. 70 Messungen über 24 Stunden steigt die Sicherheit bei der Bewertung des wahren Blutdruckniveaus im Ver-

gleich zu Einzelmessungen drastisch an. Mit der ABDM können unter anderem erfasst werden:

- die durchschnittliche Blutdruckhöhe
- Blutdruckschwankungen und Blutdruckvariabilität
- Blutdruckanstiege, die nur in klinischer Umgebung oder der Praxis auftreten (z. B. Praxishypertonie)
- Fehlen oder Verminderung des normalen Blutdruckabfalls in der Nacht
- außergewöhnliche Blutdruckanstiege, z. B. am Morgen, oder Blutdruckabfälle.

Die ABDM ist allen anderen Messverfahren wie der Gelegenheitsmessung in Klinik und Praxis, der Blutdruckmessung unter standardisierter Belastung und der Selbstmessung durch den Patienten überlegen (Tab. 1). Untersuchungen zeigen, dass bei Hypertonikern der nächtliche Blutdruck am besten das kardiovaskuläre Risiko voraussagt (4), gefolgt vom 24-Stunden-Blutdruck, dem Tagesblutdruck und der konventionellen Praxismessung. Dies betrifft sowohl die systolische, als auch die diastolische nächtliche Hypertonie. Eine nicht behandlungsbedürftige „Praxishypertonie“ kann sicher nur mit der ABDM ausgeschlossen werden (17). Die aktuellen Daten der deutschen PHARAO-Studie bestätigen die hohe Fehleinschätzungsrate der konventionellen Blutdruckmessung in der Praxis im Vergleich mit der ABDM (11).

Die Chronopathologie beschreibt die verschiedenen Phänomene der Normabweichung im zeitlichen Verlauf, ihre Charakteristika, die Ursachen, die diagnostische und prognostische Bedeutung, sowie die therapeutischen Konsequenzen (16, 18, 20).

Anhand der ABDM sind Wirkdauer und Wirkstärke eines Antihypertensivums unter Berücksichtigung der Dosierungsintervalle besser zu erfassen, intermittierende hypertone oder hy-

potone Phasen unter Therapie sind erstmalig dokumentierbar. Eine Optimierung von Dosis und Dosierungsintervallen ist mittels ABDM erstmals individuell lösbar.

Praktische Telemedizin

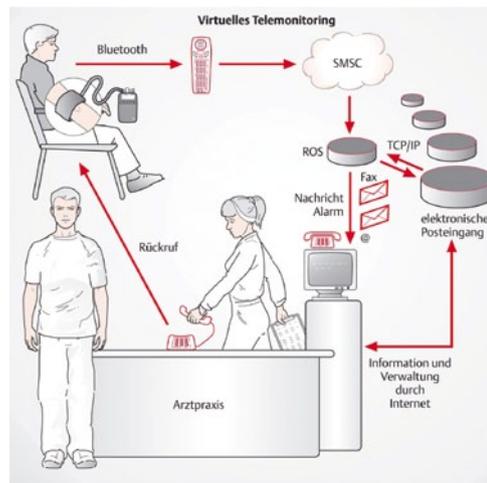
In Deutschland hat Telemedizin eine lange Tradition: vor 77 Jahren wurde in Cuxhafen durch die Reichspost „Der funkmedizinische Dienst“ eingerichtet (5). Bis heute – mittlerweile mit neuester satellitengesteuerter Kommunikationstechnik ausgestattet – stellen Cuxhafener Ärzte telemedizinische Diagnosen und geben Therapieempfehlungen, die manchen Seeleuten das Leben retteten.

Im klinischen Alltag bedeutet Telemedizin die (lückenlose) Erfassung medizinischer Daten und Parameter (Blutdruck, Herzfrequenz, Gewicht, EKG, Blutzucker, peak flow u. a.) mittels moderner Sensorik und Gerätetechnik, die telemetrische Datenübertragung mittels moderner Kommunikationstechnik, die Aufbereitung der Messdaten und die anschließende (telemetrische) Therapiesteuerung per Telefon, SMS und andere moderne Kommunikationswege. Erfolgreiche Projekte und Studien zu verschiedenen Indikationsgebieten wurden auch bereits in Deutschland durchgeführt (2, 9, 10, 19, 25). Das Sicherheitserleben und die Lebensqualität der telemedizinisch betreuten Patienten können positiv beeinflusst werden, müssen aber noch spezifischer in zukünftigen Studien erfasst werden (24).

Die antihypertensive Therapiesteuerung erscheint besonders geeignet für telemetrische Verfahren (21).

Blutdruck-Telemetrie

Häufig verlaufen Therapietreue und Blutdruckeinstellung zwischen 2 Arztbesuchen entgegengesetzt. Die Medikamenteneinnahme lässt nach einem Arztbesuch nach, der Blutdruck steigt dementsprechend und fällt erst wieder



© Georg Thieme Verlag, Stuttgart. Aus Middeke: Arterielle Hypertonie

Abb. 1 Blutdruck-Telemonitoring und Therapiesteuerung: Selbstmessung, telemetrische Datenübertragung, Speicherung und Aufbereitung der Daten, Übermittlung an die Arztpraxis und Kontaktaufnahme mit dem Patienten.

SMSC= Short Message Service Counter, ROS= Remote Operation Service, TCP/IP=Internetprotokoll.

nach konsequenter Einnahme vor dem nächsten Arztbesuch. Die Blutdrucksituation zwischen 2 Arztbesuchen bleibt dabei gewöhnlich im Dunkeln.

Neben verschiedenen Interventionsmaßnahmen zur Verbesserung der Therapieadhärenz, zum Beispiel durch sogenannte Hypertonie-Schulungsprogramme, hat sich insbesondere die Blutdruckselbstmessung als wirksames, die Therapieadhärenz förderndes Instrument bewährt (15, 22).

Die Blutdruck-Selbstmessung zwischen den Arztbesuchen kann eine wichtige Lücke schließen und die Blutdrucksituation verbessern. Allerdings ist neben technischen Problemen die mangelhafte Zuverlässigkeit der Patienten bei der Dokumentation der gemessenen Werte ein schwerwiegendes Hindernis dafür, die Selbstmesswerte für die Therapiesteuerung optimal einzusetzen. Üblicherweise sollen die Patienten ihre Selbstmesswerte in einem Blutdruckpass eintragen. Hierbei kommt es aber willentlich oder auch unbewusst zu vielfältigen Fehlern, wie entsprechende Untersuchungen zeigen (13). In nur 76% stimmten die dokumentierten Blutdruckwerte bezogen auf den

Tab. 1 Normwerte und Stellenwert der verschiedenen Blutdruckmessverfahren.

Blutdruckmessung	Normalwerte (mmHg)	Stellenwert
Praxis/Klinik		
Messung in Ruhe	< 140/90	als Screeningmethode geeignet
Ergometrie	< 180–200 syst. bei 100 Watt	Diagnose der Belastungshypertonie
ABDM		
Tagesmittelwert	< 135/85	Basismessung für die Diagnose (manifeste) Hypertonie
Nachtmittelwert	< 125/75	Therapiesteuerung/Dosierungsintervalle
24-Std.Mittelwert	< 130/80	
Selbstmessung		
konventionelle oder telemetrische Datenübertragung	< 135/85	Therapiesteuerung im Alltag über einen längeren Zeitraum

Uhrzeit	SB-Systole	DB-Diastole
1 27.08.2006 09:01	152	89
2 27.08.2006 22:26	132	79
3 28.08.2006 09:26	126	81
4 28.08.2006 22:26	142	81
5 29.08.2006 07:40	142	74
6 29.08.2006 22:26	136	79
7 29.08.2006 09:40	136	87
8 29.08.2006 22:47	136	79
9 30.10.2006 09:01	145	86
10 30.10.2006 22:59	136	76
11 30.10.2006 09:26	140	86
12 30.10.2006 01:27	140	79
13 30.10.2006 10:01	141	84
14 30.10.2006 22:04	132	79
15 30.10.2006 09:26	136	82
16 30.10.2006 09:01	136	79
17 05.10.2006 10:40	143	80
18 05.10.2006 22:09	139	80
19 05.10.2006 09:40	136	86
20 07.10.2006 23:10	136	74
21 08.10.2006 09:40	136	82
22 08.10.2006 23:40	136	71
23 08.10.2006 09:01	132	82
24 08.10.2006 22:04	132	89
25 08.10.2006 09:47	132	81
26 11.10.2006 09:17	136	74
27 11.10.2006 09:26	136	81
28 11.10.2006 22:13	136	81
29 12.10.2006 09:24	136	82
30 12.10.2006 22:10	139	79
31 13.10.2006 09:26	136	82
32 13.10.2006 23:39	136	76
33 14.10.2006 09:26	132	82
34 14.10.2006 09:40	142	76
35 14.10.2006 09:44	136	86
36 14.10.2006 23:39	137	86
37 17.10.2006 09:26	131	89
38 18.10.2006 09:01	131	81
39 18.10.2006 09:01	131	86
40 18.10.2006 09:19	131	76
41 18.10.2006 09:26	131	81

Abb. 2 Dokumentation der Einzelmesswerte und Ansicht im Internet: Datum, Uhrzeit, systolischer und diastolischer Blutdruck, Herzfrequenz.

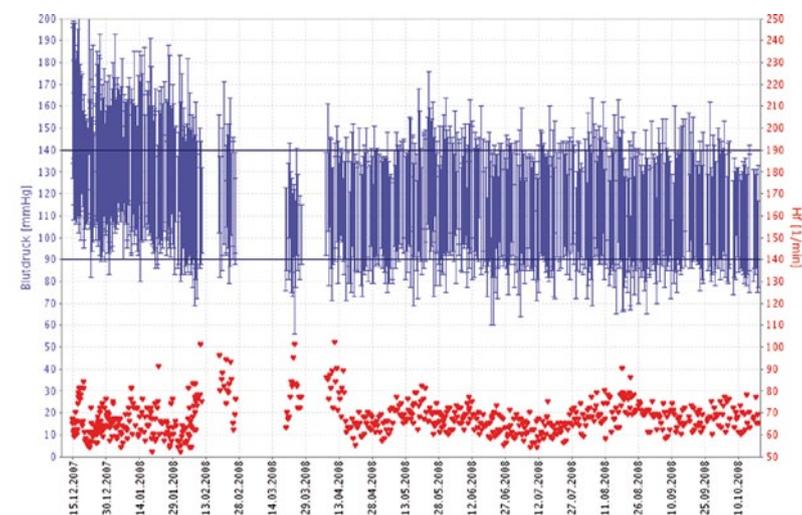


Abb. 3 Grafische Darstellung der Einzelmesswerte von Blutdruck und Herzfrequenz über einen mehrmonatigen Zeitraum mit einigen Messlücken und 2 Episoden von akutem Vorhofflimmern bei einem Patienten mit initial schwerer Hypertonie.



Abb. 4 Grafische Darstellung des Verlaufs der Messwerte (wie Abb. 3).

Zeitpunkt der Messung und die Höhe des tatsächlichen Messwerts mit den gespeicherten Daten überein.

Eine Beurteilung der gewünschten Therapie-wirkung von Antihypertensiva zwischen 2 Arztbesuchen durch den Arzt ist auch deshalb nicht möglich, weil der Patient selbst die tatsächliche Blutdrucksituation aus begründetem Mangel an medizinischem Sachverstand nicht zuordnen und interpretieren kann.

Ziel des telemetrischen Blutdruck-Monitorings ist, die Effektivität von Antihypertensiva durch interaktive Compliance-Steuerung nachhaltig zu verbessern und die Dokumentations- und Kontroll-lücken zwischen 2 Arztbesuchen zu schließen.

Die Daten können in Abhängigkeit vom vorgegebenen Zielblutdruck und unter Berücksichtigung der aktuellen Therapie individuell und automatisch ausgewertet werden, und der Arzt erhält einen Status oder einen Alarmreport. Gleichzeitig bekommt der Patient über E-Mail oder Fax eine Information über den jeweiligen Status seiner Blutdruckentwicklung und gegebenenfalls einen Hinweis zur Wiedervorstellung in der ärztlichen Praxis.

Die Alarmfunktion sichert bei Über- und/oder Unterschreitung der individualisierten Blutdruck-werte eine automatische Information an Arzt und Patient. Hierdurch wird eine schnellere und intensivere Anpassung der Therapie bei unzureichend eingestellten Hypertonikern ermöglicht.

Gleichzeitig soll die Medikamenten-Compliance der Patienten verbessert werden. Damit sind eine bessere Blutdruckkontrolle sowie eine Verbesserung der Behandlungssituation und Therapietreue ohne zusätzliche Arztbesuche zu erreichen.

Die 2. internationale Konsensuskonferenz zum Thema Blutdruckselbstmessung kommt zu der Empfehlung, Geräten mit automatischer Datenspeicherung bei der Blutdruckselbstmessung den Vorzug zu geben (22). Des Weiteren wird im Konsensus-Dokument das Potenzial der telemetrischen Übertragung von Heimmesswerten zur Verbesserung der Blutdruckkontrolle hervorgehoben.

Studien

Die bisher publizierten Studien zeigen neben der technischen und logistischen Machbarkeit eine hohe Akzeptanz sowohl bei Patienten als auch bei behandelnden Ärzten. Randomisierte, kontrollierte, prospektive Untersuchungen geben eindeutige Hinweise, dass telemedizinisch überwachte Patienten eine bessere Blutdruckeinstellung als Patienten unter Standardbetreuung aufweisen (1, 3, 6, 7, 12, 14, 15, 23, 26, 27). Besonders wirksam waren die telemedizinischen Programme, wenn sie von regelmäßigen, individualisierten Interventionen z. B. in Form von Telefonanrufen und Telefoncoaching begleitet waren.

Diese Daten bedürfen einer weiteren Erhärtung durch große, prospektive Untersuchungen unter Einschluss von harten Endpunkten sowie ökonomischen Aspekten. Ein besonderes Interesse der telemedizinischen Blutdrucküberwachung gilt hierbei Hochrisikopatienten z. B. mit koronarer Herzerkrankung, Herzinsuffizienz, zerebrovaskulärer Insuffizienz oder Schwangerschaftshypertonie.

Technik

Eine telemetrische Überwachung bedeutet, dass durch die Kombination von Messinstrument und Handy eine telemetrische Übertragung möglich ist. Dabei werden alle vom Patienten gemessenen medizinischen Parameter elektronisch gespeichert und sofort bzw. in regelmäßigen Abständen automatisch über das Handy an eine Datenbank weitergeleitet. Bei Unter- oder Überschreitung von individuell festgelegten Grenzen erfolgt automatisch eine Benachrichtigung an den Arzt und Patient via SMS, E-Mail oder Fax.

Um die Messwerte an eine zentrale Datenbank übertragen zu können, ist lediglich ein handelsübliches Handy erforderlich, das mit Bluetooth ausgestattet ist. Nach dem einmaligen Verknüpfen von Medizinprodukt und Handy (Pairing) werden die Werte nach einer Messung vollautomatisch über das Handy verschickt und in der Datenbank gespeichert. Ist das Handy nicht betriebsbereit oder kein Netz verfügbar, werden die Daten zu einem späteren Zeitpunkt versendet.

Sobald eine erfolgreiche Blutdruckmessung durchgeführt wurde, wird die Datenübertragung zum Handy initiiert. Wenn das Telefon, welches mit dem Messgerät verknüpft ist, erreichbar ist, erhält es einen Datenstrom, der sowohl alle nötigen Informationen zum Datentransfer als auch die Messdaten selbst enthält. Die Messdaten sind in ein proprietäres Protokoll eingebettet, das eine eindeutige Zuordnung von Patient, Messgerät und Messwert erlaubt. Durch diese geordnete Kommunikation wird sichergestellt, dass alle Daten vollständig und korrekt beim Empfänger ankommen. Vom Handy zur zentralen Datenbank werden die Messwerte per SMS verschickt. Für diesen Zweck generiert das Blutdruckmessgerät (28) eine Reihe von Befehlen, um zu veranlassen, dass ein oder mehrere Messwerte an eine festgelegte Zielrufnummer verschickt werden. Die Empfangsstation ROS (Remote Operating System) erhält die SMS, entschlüsselt ihren Inhalt und leitet diesen per TCP/IP über einen gesicherten Kanal an den zentralen Datenbank-Server weiter (Abb. 1). Von nun an stehen die Messwerte dem berechtigten Arzt oder Patienten uneingeschränkt zur Verfügung.

Darstellung und Dokumentation

Die Abbildungen 2–7 zeigen die Möglichkeiten der Darstellung und Dokumentation der Messwerte als Einzelwerte (systolischer und diastolischer Blutdruck und Herzfrequenz) oder als Grafik des Verlaufs und der Verteilung aller Messwerte (System der Fa. IEM, Stolberg, Deutschland, Blutdruckgerät Stabilograph® (28)).

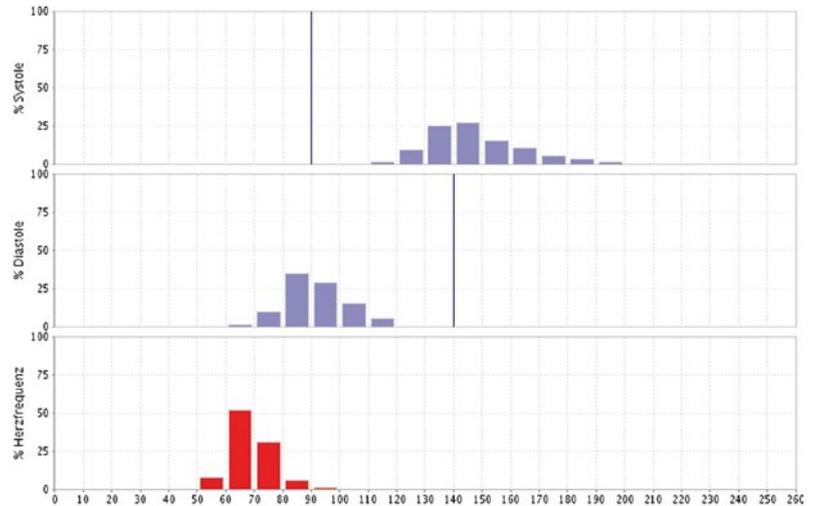


Abb. 5 Histogramm der Blutdruck- und Pulswerte.

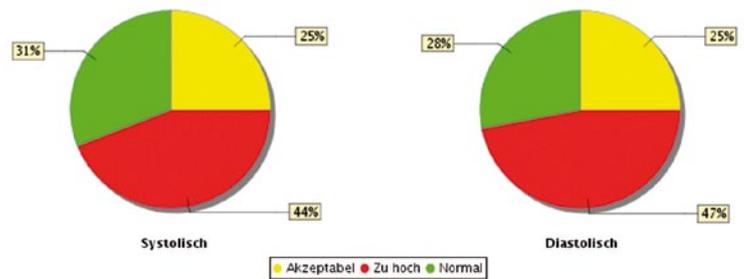


Abb. 6 Tortendiagramm der Blutdruckwerte.

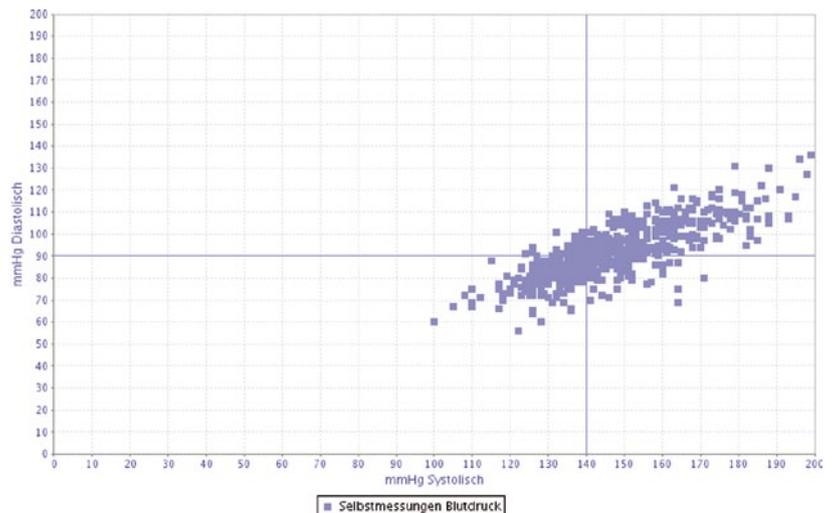


Abb. 7 Wolkendiagramm der Blutdruckwerte als Korrelation systolisch/diastolisch.

Literatur

- 1 Artinian NT, Washington OG, Templin TN. Effects of home telemonitoring and community-based monitoring on blood pressure control in urban African Americans: a pilot study. *Heart Lung* 2001; 30: 191–199
- 2 Audebert HJ, Haberl RL, Hacke W et al. Telemedizin in der akuten Schlaganfallversorgung – Eine Standortbestimmung. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: 431–436
- 3 Bobrie G, Postel-Vinay N, Delonca J, Corvol P. Self-measurement and self-titration in hypertension: a pilot telemedicine study. *Am J Hypertens* 2007; 20: 1314–1320
- 4 Dolan E, Stanton A, Thijs L et al. Superiority of ambulatory over clinic blood pressure measurement in predicting mortality: the Dublin outcome study. *Hypertension* 2005; 46: 156–161
- 5 Flesche CW, Jalowy A. Funkärztliche Beratung bei medizinischen Notfallsituationen in der Kauffahrteischiffahrt. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: 463–464
- 6 Friedman RH, Kazis LE, Jette A et al. A telecommunication system for monitoring and counseling patients with hypertension. *Am J Hypertens* 1996; 9: 285–292
- 7 Green BB, Cook AJ, Ralston JD et al. Effectiveness of home blood pressure monitoring, web communication, and pharmacist care on hypertension control. *JAMA* 2008; 299: 2857–2867
- 8 Guidelines: 2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens* 2007; 25: 1105–1187
- 9 Kielblock B, Frye C, Kottmair S, Siegmund-Schultze E, Middeke M. Einfluss einer telemedizinisch unterstützten Betreuung auf Gesamtbehandlungskosten und Mortalität bei chronischer Herzinsuffizienz. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: 417–422
- 10 Köhler F, Schieber M, Lücke S et al. „Partnership for the Heart“ – Entwicklung und Erprobung eines neuen telemedizinischen Monitoring-Systems. Projekt des Innovationsprogramms „next generation media“ des BMWi. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: 458–460
- 11 Lüders S, Schrader J, Berger J et al. The PHARAO study: prevention of hypertension with the angiotensin-converting enzyme inhibitor ramipril in patients with high-normal blood pressure – a prospective, randomized, controlled prevention trial of the German Hypertension League. *J Hypertens* 2008; 26: 1487–1496
- 12 Madsen LB, Kirkegaard P, Pedersen EB. Health-related quality of life (SF-36) during telemonitoring of home blood pressure in hypertensive patients: A randomized, controlled study. *Blood Press* 2008; 19: 1–6
- 13 Mengden T, Hernandez Medina RM, Beltran B et al. Reliability of reporting self-measured blood pressure values by hypertensive patients. *Am J Hypertens* 1998; 11: 1413–1417
- 14 Mengden T, Uen S, Weisser B et al. Can drug compliance and blood pressure control be improved by self-management and electronic reminders? *J Hypertens* 2001; 19: 71suppl 2
- 15 Mengden T, Vetter H, Tisler A, Illyes M. Tele-monitoring of home blood pressure. *Blood Pressure Monitoring* 2001; 6: 185–189
- 16 Middeke M, Schrader J. Nocturnal Blood Pressure in Normotension, in White Coat and Primary Hypertension, and in Secondary Hypertension. *Brit Med J* 1994; 308: 630–632
- 17 Middeke M. Ambulante Blutdruck-Langzeitmessung. In: Middeke M (Hrsg.). *Arterielle Hypertonie*. Stuttgart: Thieme, 1. Aufl. 2005: 28–36
- 18 Middeke M. Die U-förmige Beziehung zwischen nächtlichem Blutdruck und Organschäden. *Dtsch Med Wochenschr* 2005; 130: 2640–2642
- 19 Middeke M, Köhler F, Schweizer T, Dudenhausen JW. Telemetrische Blutdruck- und Gewichtskontrolle in der Schwangerschaft. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: 437–441
- 20 Middeke M. Chronopathologie der Hypertonie – Klinische Bedeutung und Einfluss auf die Therapieentscheidung. *Journal für Hypertonie* 2007; 11, Sonderheft 1: 6–8
- 21 Middeke M. Arterielle Hypertonie – Arzneimittel-Dosierung am Anfang und Ende einer Therapie. *Ther Umsch* 2008; 65: 577–584
- 22 Parati GF, Stergiou GS, Asmar R et al. on behalf of the ESH Working Group on Blood Pressure Monitoring. European Society of Hypertension guidelines for blood pressure monitoring at home: a summary report of the Second International Consensus Conference on Home Blood Pressure Monitoring. *J Hypertens* 2008; 26: 1505–1530
- 23 Rogers MA, Small D, Buchan DA et al. Home monitoring service improves mean arterial pressure in patients with essential hypertension. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2001; 134: 1024–1032
- 24 Schmidt S. Telemedizin und Lebensqualität. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: 442–447
- 25 Schulz EG, Wagner F, Fischer N et al. Körpergewichts-Telemetrie bei Hämodialysepatienten – vorläufige Daten. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: 423–426
- 26 Staessen JA, Den Hond E, Celis H et al. Antihypertensive treatment based on blood pressure measurement at home or in the physician's office: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 291: 2315–2316
- 27 Taylor CW. What works. Bridging the gap. In-home monitoring device reduces cost of treating underserved populations in rural Alabama. *Health Manag Technol* 2003; 24: 36–38
- 28 Westhoff TH, Schmidt S, Zidek W, van der Giet M. Validation of the Stabil-O-Graph blood pressure self-measurement device. *J Hum Hypertens* 2008; 22: 233–235

Telemetric blood pressure and therapy control – An instrument to promote adherence to therapy

The various methods of blood pressure measurement supplement one another meaningfully. They are of different importance and each has its own advantages and drawbacks. Whereas in manifest hypertonia ambulatory long-time blood pressure measurement is of primary importance for arriving at a safe diagnosis, telemetric blood pressure measurement seems very suitable for therapy control. Telemetric monitoring (telemetric data exchange) of self-measured blood pressure data is a very promising approach to improve long-term/permanent blood pressure adjustment e.g. in case hypertension proves difficult to improve properly on a long-term basis. This would be of particular importance for risk patients e.g. with hypertension which is difficult to adjust or who are suffering from chronic cardiac insufficiency and other indications.

Key Words

Telemonitoring – blood pressure – hypertension – telemedicine



Korrespondenz

Prof. Dr. med. Martin Middeke
Hypertoniezentrum München
Dienenstraße 12
80331 München
www.hypertoniezentrum.de