

I.-W. Franz

Blutdruckverhalten während Ergometrie

Klinik Wehrawald der BfA, Todtmoos

Zusammenfassung

Die Beurteilung des Blutdrucks während standardisierter Ergometrie im submaximalen Bereich (50 – 100 Watt) ermöglicht die Früherkennung einer Hypertonie und macht auch eine sichere Diagnosestellung bei milder Hypertonie (Ausschluss von Weißkittelhypertonie) möglich. Überhöhte systolische Blutdruckwerte bei Ergometrie stellen unabhängig von der Höhe des Ruheblutdrucks einen signifikanten Risikofaktor für die kardiovaskuläre Gesamtmortalität dar. Dies muss bei der sportlichen Aktivität und der medikamentösen Therapie berücksichtigt werden (2, 4).

Einleitung

Aufgrund der großen Blutdruckvariabilität und der Abhängigkeit des Blutdrucks von körperlichen Aktivitäten und der emotionalen Lage ist ein standardisierbares Testverfahren notwendig, welches reproduzierbare und damit vergleichbare Blutdruckwerte gewährleistet und somit die Beurteilung des (hohen) Blutdrucks erleichtert. Weiterhin sollte aber auch eine standardisierte Überprüfung während sympathischer Aktivität möglich sein, um überhöhte Belastungsblutdrucke, die die Prognose des Patienten mitbestimmen dürften (1, 2, 5), besser abschätzen zu können. Beide Voraussetzungen werden durch die Messung des Blutdrucks während einer standardisierten ergometrischen Untersuchung weitgehend erfüllt, wobei der Blutdruckwert exakt einer definierten Leistung in Watt zugeordnet werden kann (2, 3).

Die Ergometrie ermöglicht eine

- diagnostische Aussage zur
 - Früherkennung bei noch normalem und grenzwertigem Ruheblutdruck,
 - Sicherung der Diagnose bei milder Hypertonie (Ausschluss von Weißkittelhypertonie),
 - Aufdeckung besonders überschießender Belastungsblutdruckwerte,
 - prognostische Aussage
 - bezüglich kardiovaskulärer Organmanifestationen (besonders linksventrikuläre Hypertrophie),
 - zur Abschätzung des kardiovaskulären Risikos bei Hypertonikern ohne Organmanifestation,
 - zur Abschätzung des kardiovaskulären Risikos bei Postinfarktpatienten;
- therapeutische Aussage zur
 - Wirksamkeit der antihypertensiven Therapie auf den Belastungsblutdruck,
 - Optimierung der Therapie und zur Vermeidung einer Übertherapie,
 - Einschätzung der Belastbarkeit unter antihypertensiver Therapie.

Belastungsblutdruck und Diagnose der Hypertonie

Die pathophysiologische Grundlage der Hochdruckdiagnostik durch Ergometrie ist die Überprüfung, ob ein Patient während einer dynamischen

Belastung seinen totalen peripheren Gefäßwiderstand adäquat senken kann (Normotension) oder ob bereits die endothelvermittelte Gefäßweitstellung eingeschränkt ist (arterielle Hypertonie) (2, 3). Aus einem derartig veränderten hämodynamischen Verhalten müssen im Gegensatz zu Normalpersonen bei ansteigendem Herzzeitvolumen während der Ergometrie nicht nur höhere systolische, sondern vor allen Dingen deutlich erhöhte diastolische Blutdruckwerte resultieren, wie sie für Hochdruckkranke kennzeichnend sind.

Nachdem eine Übereinkunft bezüglich der Normalwerte des Blutdrucks während der Ergometrie erzielt werden konnte (2, 3), hat sich zur Beurteilung des Blutdrucks besonders der submaximale Bereich von 50 – 100 Watt bewährt, der Alltagsbelastungen entspricht. Für einen Verzicht auf höhere oder sogar maximale Leistungsstufen spricht zum einen, dass mit zunehmender Leistungsstufe, besonders aber im maximalen Bereich, der Anteil der isometrischen Muskelkontraktion zunehmend größer wird, was auch bei normotensiven Patienten zu einem überschießenden und ausgeprägten diastolischen Blutdruckanstieg und somit einer falsch-positiven Reaktion führen kann. Zum anderen wird auf maximaler Leistungsstufe die Bewertung des systolischen Blutdruckes auch dadurch erschwert, dass selbst normotensive Ausdauertrainierte aufgrund ihrer trainingsbedingten größeren maximalen Herzzeitvolumina systolische Blutdruckwerte von 250 mm Hg und mehr erreichen können.

Übereinstimmung besteht darüber, dass die indirekte Messung des systolischen Blutdrucks während ergometrischer Leistung keinen signifikanten Unterschied zu den invasiv ermittelten Werten aufweist, wogegen der diastolische Wert besonders im maximalen Bereich fälschlich zu niedrig (aber nicht zu hoch!) gemessen werden kann (2, 3). Ein unter Belastung gefundener erhöhter diastolischer Blutdruck ist somit immer als pathologisch zu bewerten. Aufgrund der sehr guten Reproduzierbarkeit und aus Gründen der Praktikabilität hat sich bewährt, zur Beurteilung die Blutdruckwerte bei 100 Watt heranzuziehen, wobei allerdings erhöhte systolische und diastolische Blutdrucke im gesamten Leistungsbereich und in der Nachbelastungsphase die Diagnose arterielle Hypertonie zusätzlich stützen. Für 20- bis 50-jährige Männer und Frauen gilt als oberer normaler Grenzwert bei 100 Watt ein Blutdruck von 200 / 100 mm Hg. Die Beurteilung des Blutdrucks auf niedriger Leistungsstufe (z.B. 185 / 100 mm Hg bei 75 Watt) empfiehlt sich dann, wenn es zu steil ansteigenden, überschießenden Herzfrequenzerhöhungen kommt bzw. wenn bei 100 Watt bereits eine Ausbelastung vorliegt, wie es besonders bei untrainierten Frauen der Fall sein kann.

Tabelle 1: Obere Grenzwerte für das Blutdruck- und Herzfrequenzverhalten während und nach Ergometrie für Männer (m) und Frauen (w), nach I.-W. Franz (2,3)

Alter	75 Watt RR (mm Hg)	RR (mm Hg)	100 Watt HF (min ⁻¹)	5. Erholungs- minute RR (mm Hg)
20-50 Jahre	185/100	200/100	125 (m) 145 (w)	140/90
51-60 Jahre	195/105	210/105	115 (m) 135 (w)	150/90
61-70 Jahre	205/110	220/110	--	150/90

Ein normales Blutdruckverhalten in der Erholungsphase ist dadurch gekennzeichnet, dass spätestens am Ende der 5. Erholungsminute (nach 100 Watt) ein Wert von 140 / 90 mm Hg erreicht bzw. unterschritten wird, was auch für den diastolischen Blutdruck und nach höherer Ausbelastung (z.B. 250 Watt) gilt. Bei unter 20-jährigen liegen die Normalwerte wesentlich niedriger. So ergibt sich bei 100 Watt für 14-jährige ein oberer Grenzwert von 170 / 85 mm Hg. Für über 50-jährige Männer und Frauen müssen höhere Grenzwerte für das Blutdruckverhalten während und nach Ergometrie verwendet werden (Tab. 1).

Belastungsblutdruck und kardiovaskuläres Risiko

Es kann als gesichert angesehen werden, dass das Ausmaß der echokardiographisch bestimmten linksventrikulären Muskelmasse als wichtigster kardiovaskulärer Risikofaktor trotz fehlender Korrelation zum Ruheblutdruck gut mit der Höhe des systolischen Blutdrucks während der Ergometrie korreliert (2).

In zwei großen Studien konnte gezeigt werden, dass der Belastungsblutdruck eng korreliert mit der kardiovaskulären Mortalität. In der Untersuchung von *Filipovski et al.* (1) an 4.907 Patienten, die über 17 Jahre verfolgt wurde, zeigte sich, dass die kardiovaskuläre Mortalität assoziiert war mit dem Anstieg des systolischen Blutdrucks während Ergometrie, wogegen eine solche Beziehung nicht mit dem Gelegenheitsblutdruck gefunden wurde. Diese Beziehung bestand auch nach statistischer Korrektur der Daten für Alter, Rauchverhalten, Cholesterin, Bodymass-Index, linksventrikuläre Hypertrophie und körperliche Aktivität.

Überzeugende Befunde von *Mundal* (5) weisen ebenfalls auf die besondere Bedeutung überhöhter systolischer Blutdruckanstiege bei Ergometrie hin. Sie untersuchten bei 1.999 gesunden Männern im Alter von 40 – 59 Jahren über 16 Jahre zunächst die Frage, ob der systolische Blutdruck bei 100 Watt über die Morbidität und Mortalität bei Myokardinfarkten etwa aussagt. Von den 520 Männern mit einem systolischen Gelegenheitsblutdruck von über 140 mm Hg wiesen 304 bei 100 Watt einen Blutdruck von über 200 mm Hg auf (der von uns empfohlene obere Grenzwert). In dieser Gruppe war das Risiko für einen Myokardinfarkt mit 18,8 % signifikant erhöht im Vergleich zu 9,5 % bei jenen 1.294 Männern, die bei normalem Gelegenheitsblutdruck auch einen normalen Belastungsblutdruck (< 200 mm Hg) aufwiesen. In der Gruppe mit erhöhtem Belastungsblutdruck und erhöhtem Gelegenheitsblutdruck zeigte sich eine signifikant erhöhte kardiovaskuläre Mortalität von 16,1 %, verglichen mit 5,6 % bei jenen mit normalem Ruhe- und Belastungsblutdruck und 6 % bei jenen mit erhöhtem Ruheblutdruck, aber normalem Belastungsblutdruck (Weißkittelhypertoniker). Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang, dass nur der Belastungsblutdruck bei 100 Watt, jedoch nicht der auf maximaler Leistungsstufe mit der kardiovaskulären Mortalität korrelierte. Auch diese Daten waren statistisch korrigiert für Alter, Rauchgewohnheiten und den Gelegenheitsblutdruck.

Belastungsblutdruck und antihypertensive Therapie

In Anbetracht der Häufigkeit und des Ausmaßes belastungsinduzierter Blutdruckanstiege (eben auch bei sportlicher Aktivität) muss an blutdrucksenkende Medikamente die Anforderung gestellt werden, dass sie neben der Normalisierung des Blutdrucks unter Ruhebedingungen auch überhöhte Belastungsblutdrucke senken. Dies ist jedoch nicht bei allen unter Ruhebedingungen antihypertensiv wirkenden Medikamenten der Fall. In vergleichenden Untersuchungen an Hochdruckkranken konnten

wir zeigen (2), dass Betarezeptorenblocker die einzige Substanzklasse sind, die im Vergleich zum Ruheblutdruck den systolischen Belastungsblutdruck prozentual gesehen sogar stärker senken. Demgegenüber wirken Diuretika und Alphablocker trotz guter Ruheblutdrucksenkung nur geringfügig auf den Belastungsblutdruck, wogegen Kalziumantagonisten und ACE-Hemmer eine Mittelstellung einnehmen. Im Breitensport wird deshalb bei deutlich erhöhten Belastungsblutdrücken der Betarezeptorenblocker das Medikament der ersten Wahl sein, wobei allerdings in der Kombinationsbehandlung nicht selten eine niedrige Dosierung ausreicht. Im Leistungs- und Spitzensport wird die Gabe eines Betablockers jedoch aufgrund der eingeschränkten Frequenzregulation nicht immer möglich sein. Hier wird von *Kindermann* (4) die primäre die Gabe eines Kalziumantagonisten oder ACE-Hemmers (alternativ eines AT₁-Rezeptorantagonisten) sowie deren Kombination auch aufgrund der fehlenden metabolischen Nebenwirkungen empfohlen.

Schlussfolgerung

Überhöhte Blutdruckwerte während standardisierter Ergometrie bei 100 Watt erleichtern nicht nur die Diagnosestellung der arteriellen Hypertonie, sondern ermöglichen eine verbesserte Abschätzung des individuellen kardiovaskulären Risikos bei „gesunden“ Hypertonikern. Deshalb muss an blutdrucksenkende Medikamente die Anforderung gestellt werden, dass sie auch überhöhte Belastungsblutdrucke zufriedenstellend senken (2, 4). Dies ist jedoch nicht bei allen unter Ruhebedingungen antihypertensiv wirkenden Medikamenten in gleichem Maß der Fall und muss durch die Ergometrie bei Sporttreibenden überprüft werden (2, 4).

Literatur

1. *Filipovski J, Duchimietiere P, Safar MD*: Prognostic significance of exercise blood pressure and heart rate in middle-aged men. *J Hypertens* 20 (1992) 337 – 341.
2. *Franz I-W*: Belastungsblutdruck bei Hochdruckkranken. Springer, Heidelberg – New York 1993.
3. *Franz I-W*: Blood pressure measurement during ergometric stress testing. *Z Kardiol* 85 (Suppl. 3) (1996) 71 – 75.
4. *Kindermann W*: Körperliche Aktivität und Hypertonie. In: G. Samitz, G. Mensink (Hrsg) Körperliche Aktivität in Praevention und Therapie, Marseille, München, 2002, S. 121 – 132.
5. *Mundal R, Kjeldsen E, Sandvik L, Erikssen G, Thanlow E, Erikssen J*: Exercise blood pressure predicts cardiovascular mortality in middle aged men. *J Hypertens* 24 (1994) 56 – 59.

Korrespondenzadresse:
Prof. Dr. I.-W. Franz
Klinik Wehrawald der BfA
Schwarzenbacher Str. 3
79682 Todtmoos
Fax: 07674/903230