

# JOURNAL FÜR HYPERTONIE

HÖRTNAGL H

***Blutdruck und körperliche Belastung***

*Journal für Hypertonie 2004; 8 (Sonderheft 1): 4-7*

Homepage:

**[www.kup.at/hypertonie](http://www.kup.at/hypertonie)**

**Online-Datenbank mit  
Autoren- und Stichwortsuche**

ZEITSCHRIFT FÜR HOCHDRUCKERKRANKUNGEN

# BLUTDRUCK UND KÖRPERLICHE BELASTUNG

In allen neueren Richtlinien [1, 2] wird körperliche Aktivität bzw. Bewegung zur Behandlung der Hypertonie empfohlen, entweder bei milder Hypertonie zusammen mit anderen nicht pharmakologischen Maßnahmen als Lebensstilmodifikation in Abhängigkeit der Risiko-Stratifizierung und eventueller Organschäden alleine oder bei allen Schweregraden der Hypertonie zur Unterstützung der medikamentösen Therapie. Trotzdem ist vor allem körperliches Training vermutlich die sowohl von Ärzten als auch Patienten am meisten mißverständene und am wenigsten ausgeschöpfte Maßnahme [3, 4]. Deshalb soll zuerst auf die akuten Auswirkungen der körperlichen Belastung auf den Blutdruck und dann auf die chronische Anpassung durch körperliches Training zur Behandlung der Hypertonie näher eingegangen werden. Abschließend sollen einzelne Auswirkungen der medikamentösen Therapie auf die körperliche Belastung oder auf die Trainingsgestaltung aufgegriffen werden.

## BLUTDRUCK BEI DYNAMISCHER BELASTUNG

Wenn die Auswirkungen von körperlichen Belastungen auf die Blutdruckregulation beurteilt werden sollen, ist in erster Linie die Art der Belastung zu berücksichtigen. So führen die beiden Grundformen muskulärer Kontraktion, nämlich isotone Kontraktionen bei dynamischer Arbeit ohne wesentlichen Krafteinsatz und isometrische Kontraktionen bei statischer Haltearbeit, zu unterschiedlichen hämodynamischen Reaktionen in der Kreislaufregulation [5].

Schon 1881 wurde das Blutdruckverhalten unter körperlicher Belastung beschrieben [6] und seither als selbstverständlich angenommen, daß

der arterielle Druck unter Arbeit steigt. Das eigentliche Ziel der Kreislaufregulation bei dynamisch-isotoner Arbeit ist aber auf eine ausreichende Versorgung des Skelettmuskels mit Sauerstoff ausgerichtet und dies ist in erster Linie durch eine adäquate Steigerung des Herzminutenvolumens zu erreichen. Dementsprechend kommt es vorerst zu einer zunehmenden Steigerung der Herzfrequenz und allerdings in einem geringeren Ausmaß auch des Schlagvolumens. Gleichzeitig sinkt in der arbeitenden Muskulatur aufgrund der besseren Durchblutung der periphere Widerstand, so daß bei erhöhter Volumenarbeit eine zusätzliche Drucksteigerung nicht notwendig ist [5]. Tatsächlich zeigen arterielle Druckmessungen z. B. beim Laufen kaum Anstiege des Mitteldruckes, obwohl die systolischen Werte bei gleichbleibenden diastolischen Werten ansteigen. Dies ergibt sich aus dem steileren Anstieg und schmälere Verlauf der Druckwelle während der Systole (Abb. 1). Je mehr Kraft nun zur Bewältigung der Aufgabe eingesetzt wird, z. B. bei einer Fahrradergometrie, umso mehr steigt der diastolische Druck und damit auch der Mitteldruck.

## BLUTDRUCK BEI STATISCHER HALTEARBEIT

Im Gegensatz dazu führt die Energieverbrauchende isometrische Muskelkontraktion bei statischer Haltearbeit paradoxerweise zu einer zunehmenden Einschränkung der Energieversorgung, da der hohe transmurale Druck auf die Gefäße die Muskeldurchblutung in dem Maße vermindert, daß diese ab etwa 15 % der maximalen Kontraktionskraft nicht mehr ausreichend ist und ab etwa 70 % völlig zum Erliegen kommt [7]. Aus diesem Grunde kann der gesamte periphere Widerstand kaum absin-

ken und das Herzminutenvolumen nur gering, maximal auf das Doppelte, ansteigen [5]. Daraus resultiert ein steiler Druckanstieg, der vom Ausmaß der eingesetzten Kraft abhängig ist, vor allem auch deshalb, weil neben dem mechanischen Druck auf die Gefäße intramuskuläre Rezeptoren bei einer Verschlechterung der Stoffwechselsituation im Muskel durch statische Haltearbeit den sympathischen Antrieb erhöhen, der wiederum den Gefäßtonus steigen läßt. Damit führen bei submaximaler isometrischer Belastung mechanische und nervöse Einflüsse zur Drucksteigerung.

Bei einer maximalen statischen Belastung kommt es dann noch zusätzlich – vorwiegend durch Pressen – zu einer Erhöhung des intrathorakalen Druckes, was wiederum zu einer weiteren deutlichen Abnahme des durch statische Arbeit des Muskels schon verminderten, venösen Rückstroms, verbunden mit einem Sinken des Herzminutenvolumens, führt [5]. Durch die Überlagerung des Außendruckes auf die intrathorakalen Gefäße ist am Beginn des Preßdruckes bei Ansteigen des zentralvenösen Druckes eine steile arterielle Druckspitze mit anschließendem, durch Ausbleiben des venösen Rückstroms typischem Drucktal während des Valsalva-Mechanismus zu beobachten. Im weiteren kommt es infolge einer reflektorisch einsetzenden Zunahme des peripheren Widerstands zu einem erneuten Druckanstieg (Abb. 2). Sofort nach Belastung sinkt der Druck kurzfristig mit dem Abfall des zentralvenösen Druckes, um dann als postpressorischer Überschußdruck wieder anzusteigen. Dabei steigt das Herzminutenvolumen bei immer noch erhöhtem peripherem Widerstand wieder an, gleichzeitig tritt über einen Karotissinusreflex eine postpressorische Bradykardie auf [5].

Berücksichtigt man diese erheblichen Unterschiede der Kreislaufreaktion bei den rein isotonen und

Abbildung 1: Kreislaufregulation bei dynamischer Arbeit

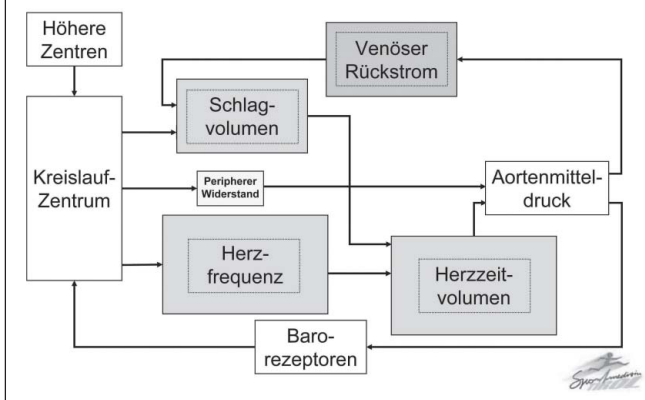
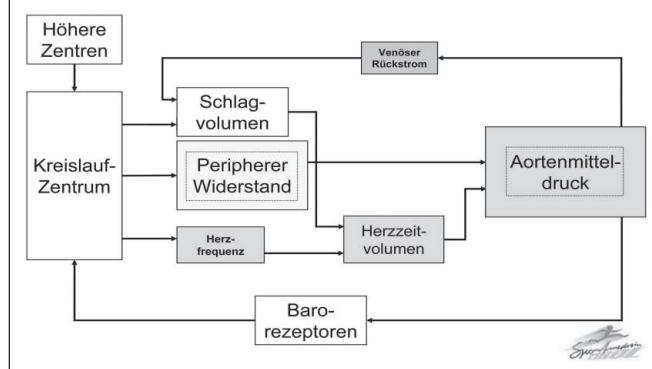


Abbildung 2: Kreislaufregulation bei maximaler statischer Belastung



isometrischen Kontraktionsformen, kann man bei körperlichen Belastungen des Alltags, diesbezüglich meist Mischformen, den Anteil an Volumen- und Druckerarbeit gut abschätzen. Je stärker der Bewegungsanteil bei einer dynamischen Belastungsform, um so mehr wird Volumenarbeit geleistet und je stärker der Kraftanteil bei statischer Haltearbeit, um so höher die Drucksteigerung. Neben dem Verhältnis von dynamischer zu statischer Belastung können zahlreiche exo- und endogene Faktoren den Blutdruck während Belastung beeinflussen, wie z. B. sowohl die Überlagerung des hydrostatischen Druckes als auch ein Vagusreflex beim Eintauchen in das Wasser beim Schwimmen und Tauchen, oder Alter, Hypertonie, psychische Einflüsse und vieles mehr.

Die Blutdruckanstiege beim Hypertoner sind abhängig von diesen Faktoren jedenfalls stärker ausgeprägt, aber wegen der Vielzahl der Einflußmöglichkeiten auch in deutlich unterschiedlichem Ausmaß. Deshalb können anhand von Ruhe-Blutdruckwerten kaum etwaige Belastungswerte individuell eingeschätzt werden [4, 8]. Schon bei scheinbar geringen Belastungen wie Rumpfbeugen wurden selbst bei Gesunden arterielle Blutdruckanstiege auf 230 bis 250 mmHg systolisch gemessen [9]. Auch bei der statischen

Belastung der Ski-Hocke, bei der man mit dem Rücken an der Wand und waagrechten Oberschenkeln verharrt, steigt der Blutdruck bei Untrainierten höher an als bei dynamischen Belastungen, wie z. B. einer Standard-Ergometrie, zu erwarten ist. Diese Anstiege sind ebenfalls bei Hypertonikern in Abhängigkeit des Schweregrades der Hypertonie stärker ausgeprägt. Schon das Tragen bzw. das Seitwärtshalten von 2,5 kg bewirkt ähnlich hohe Blutdruckanstiege [9].

## KÖRPERLICHE BELASTUNG ZUR BEHANDLUNG DER HYPERTONIE

Zahlreiche epidemiologische Studien haben eine inverse Relation zwischen physikalischer Aktivität und Blutdruck ergeben [10]. Bezüglich der chronischen Anpassung an Belastung lassen Metaanalysen von kontrollierten Interventionsstudien den Schluß zu, daß dynamisches körperliches Training zur Kontrolle des Blutdruckes beiträgt [10]. Damit ergibt sich für die Aussage „Dynamisches aerobes Training senkt den Blutdruck und dieser Effekt ist bei Hypertonikern stärker ausgeprägt als bei Normoto-

nikern“ ein Evidenzgrad A. Dabei gibt es keine überzeugenden Beweise, daß diese Blutdrucksenkung in einem Bereich der Trainingsintensität von 40–70 % unterschiedlich ausgeprägt ist (Evidenzgrad A). In diesen Studien bzw. den vorliegenden Metaanalysen scheint die Blutdrucksenkung bei einer Trainingshäufigkeit von 3–5 x pro Woche und einer Trainingsdauer von jeweils 30–60 Minuten ähnlich zu sein (Evidenzgrad B) [10].

Dies stellt für den Einsatz von körperlichem Training zur Behandlung der Hypertonie einen enorm großen Dosisbereich von 90 bis 300 Minuten Trainingszeit pro Woche dar. Nach den Regeln der Medizinischen Trainingslehre [4, 11] muß die Erholungszeit aber zwischen den einzelnen Trainingsreizen ausreichen, damit alle Wachstums- und Aufbauprozesse, die letztendlich den Trainingseffekt ausmachen, ablaufen können. Diese Regenerationsfähigkeit ist von der Leistungsfähigkeit abhängig. So setzt eine wöchentliche Netto-Trainingszeit von 90 Minuten (entspricht 3 x 30 Minuten) eine Leistungsfähigkeit von 105–115 % der Norm für eine ausreichende Regeneration voraus, 5 Stunden Training/Woche erfordern aber mindestens 150 bis 160 %, also einen weit überdurchschnittlichen Trainingszustand.

Tabelle 1: Minimalanforderungen für Regulationstraining (Formel TIROL)

<b>1. Art der Belastung</b> Dynamische, in der Intensität regulierbare, Belastungsform	Training muß
<b>2. Intensität der Belastung</b> Beanspruchung von mehr als 1/6 der gesamten Skelettmuskulatur Beanspruchung mit mehr als 50 % der maximalen Leistungsfähigkeit	Intensiv genug*,
<b>3. Wöchentliche Gesamttrainingszeit</b> Kombination von Belastungsdauer und -häufigkeit – Prinzip der Ganzjährigkeit	Regelmäßig,
<b>4. Belastungshäufigkeit</b> Anzahl der Trainingseinheiten pro Woche (mindestens 2–3 pro Woche)	Oft genug*,
<b>5. Dauer der Belastung</b> Mindestens 10 Minuten (Nicht identisch mit der für das Training aufgewendeten Zeit)	Lang genug* sein, um effizient zu sein

\* Genug bedeutet ausreichend (nicht zuviel und nicht zu wenig)

Werden aber die Minimalanforderungen für ein effektives Ausdauertraining nach der Formel TIROL (Tab. 1) nicht der jeweiligen individuellen Leistungsfähigkeit angepaßt (Tab. 2), ist durch Unter- oder Überforderung eher ein Leistungsabfall die Folge und damit das Behandlungsziel kaum zu erreichen. Möglicherweise sind damit auch die unterschiedlichen, breit gestreuten Effekte in einzelnen Interventionsstudien zu erklären. Es ist aber auch anzunehmen, daß die Patienten-Compliance dadurch stark beeinflusst wird. Patienten, die mit einer zu hohen Dosis Training behandelt werden und dabei einen Leistungsabfall bemerken, werden diese Behandlung kaum fortsetzen.

Tabelle 2: Angemessenheit und systematische Steigerung der wöchentlichen Netto-Trainingszeit (WNTZ) bei der Entwicklung der Ausdauer im therapeutischen Training für Rehabilitation, Gesundheit- und Freizeitsport auf ambulanter Basis (modifiziert nach [11])

Stufe	Trainingswochen	WNTZ in Minuten	Häufigkeit pro Woche	Beginn mit % Leistungsfähigkeit
1	6–8	30	2	< 75
2	6–8	45	2	75–90
3	6–8	60	2–3	90–100
4	6–8	75	2–3	100–110
5	6–8	90	2–3	105–115
6	6–8	105	3–4	110–120
7	6–8	120	3–4	115–125
8	6–8	150	3–4	120–130
9	6–8	180	3–6	125–135
10	6–8	220	4–6	130–140
11	6–8	260	4–6	135–145

$HF_{\text{Training}} = (HF_{\text{max}} - HF_{\text{Ruhe}}) \text{ mal } X + HF_{\text{Ruhe}}$   
 $X = 0,6$  bei Leistungsfähigkeit von  $\geq 70\%$  der Norm  
 $X = 0,5$  bei Leistungsfähigkeit von  $< 70\%$  der Norm

## KÖRPERLICHES TRAINING UNTER MEDIKAMENTEN

Die individuelle Leistungsfähigkeit, die in einer bis zum symptomlimitierten Abbruch durchgeführten Standard-Ergometrie nach den Richtlinien der Österr. Kardiologischen Gesellschaft erhoben wurde, bestimmt den Trainingsumfang und die individuelle maximale Herzfrequenz die Trainingsintensität [4, 11] (Tab. 2).

Dabei kann anhand des Ergometrie-Protokolls auch überprüft werden, ob die empfohlene Trainingsintensität aufgrund der in diesem Bereich registrierten Blutdruckanstiege medizinisch zu vertreten ist oder ob vor einem körperlichen Training durch eine medikamentöse Blutdruckeinstellung überhaupt erst die Voraussetzungen für ein sinnvolles Training geschaffen werden müssen. Allerdings kann in diesem Falle eine Trainingsempfehlung nur nach einer neuerlichen Ergometrie unter der gewählten Therapie erstellt werden.

Ist eine medikamentöse Therapie zusätzlich angezeigt [1, 2], soll diese in erster Linie nach sicherer Wirkung auch während körperlicher Belastung, in zweiter Linie nach ökonomischen Gesichtspunkten ausgewählt werden [4]. Da kardioselektive Beta-Blocker die systolischen und diastolischen Blutdruckanstiege während dynamischer, aber auch während isometrischer Belastung am verlässlichsten senken und zudem die kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität reduzieren, stellen sie die erste Wahl dar [4]. Zudem werden mögliche Stoff-

wechsel-Veränderungen, die bei chronischer Gabe wesentlich geringer ausgeprägt sind [12], durch ein gezieltes Ausdauertraining günstig beeinflusst.

Da die immer wieder angeführte Leistungseinschränkung hauptsächlich im maximalen Bereich bei nicht-selektiven Beta-Blockern beobachtet wurde und bei der Langzeit-Behandlung der Hypertonie kaum oder gar nicht festzustellen ist, kann unter dieser Therapie ein gezieltes Training im submaximalen Bereich effizient durchgeführt werden [4]. Alternativ dazu kann mit Kalzium-Antagonisten der Blutdruck während Belastung relativ gut gesenkt werden. Bei den anderen Substanzklassen sind die Ergebnisse uneinheitlich, teilweise kaum ausreichend, so daß die Wirkung bei jeden Patienten individuell ergometrisch zu überprüfen ist [4].

Ein spezielles, häufig kaum beachtetes Problem bringt die Pharmakokinetik der jeweiligen Medikamente mit sich. Wenn z. B. die Plasmakonzentration eines Beta-Blockers 2–3 Stunden nach Einnahme 3–4 x so hoch ist wie etwa 9–10 Stunden später, bedeutet dies, daß das Herzfrequenz-Verhalten während der Ergometrie am Vormittag wesentlich niedriger ist als dann zur Trainingszeit am späteren Nachmittag, ohne daß der Blutdruck stärker gesenkt wird [13]. Eine daraus errechnete falsche Trainingsintensität (Tab. 2) läßt sich bei einer gleichmäßigen Wirkung auf die Herzfrequenz vermeiden, die durch eine allmähliche Freisetzung mittels entsprechender Galenik oder durch eine höhere Rezeptorenaffinität erreicht wird.

Eine länger dauernde, gleichmäßige Wirkung ermöglicht auch bei anderen Substanzklassen eine niedrigere Dosis mit weniger Nebenwirkungen [3, 4], was sich wiederum auf die Patienten-Compliance günstig auswirken wird. Nur wenn das Trainingsrezept des Arztes all diese Grundsätze berücksichtigt und damit effizient



#### **Prim. Ao. Univ.-Prof. Dr. Helmut Hörtnagl**

Geboren 1942 in Innsbruck, 1967 Promotion zum Doktor der gesamten Heilkunde, anschließend 2 Jahre wissenschaftlicher Assistent am Institut für Pharmakologie der Universität Innsbruck, dann Ausbildung zum Facharzt an der Univ.Klinik für Innere Medizin, ab Oktober 1974 am Institut für Sport- und Kreislaufmedizin. 1975 Facharzt für Innere Medizin, ab Mai 1976 Echokardiographische Untersuchungen in Innsbruck. 1984 Habilitation im Fach Innere

Medizin mit besonderer Berücksichtigung der Kardiologie, Additivfach für Kardiologie. 1985 ÖÄK-Diplom Sportmedizin, seit 1991 Vorstand des Institutes für Sport- und Kreislaufmedizin in Innsbruck, Additivfach Internistische Sportheilkunde.

Seit 1980 Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft für Theoretische und Klinische Leistungsmedizin der Universitätslehrer Österreichs, seit 1985 Vorstandsmitglied der Österr. Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention, Gründungs- und Vorstandsmitglied der Österr. Gesellschaft für Hypertensiologie, seit 1988 Nukleusmitglied der Arbeitsgruppe Echokardiographie der Österr. Kardiologischen Gesellschaft, Fachrat der Arbeitsgemeinschaft zur Betreuung des Spitzensports, Mitglied und Vorsitzender der Kommission für sportmedizinische Angelegenheiten des Österr. Schützenbundes, Verbandsarzt des Tiroler Landesschützenbundes und des Tiroler Behindertensportverbandes.

#### **Korrespondenzadresse:**

Prim. Univ.-Prof. Dr. Helmut Hörtnagl  
Institut für Sport- und Kreislaufmedizin  
Universitätskliniken Innsbruck  
A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35  
E-mail: [helmut.hoertnagl@uklibk.ac.at](mailto:helmut.hoertnagl@uklibk.ac.at)

ist, wird der Patient dieses auch auf längere Zeit befolgen und damit seine Hochdruckkrankheit günstig beeinflussen. Dies hat dann weitreichende Auswirkungen auf die Volksgesundheit und ist damit von großer gesundheitspolitischer Bedeutung.

#### **Literatur:**

1. Guideline Committee. 2003 European Society of Hypertension – European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens* 2003; 21: 1011–53.
2. Chobanian AV et al. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. *JAMA* 2003; 289: 2560–72.
3. Baumgartner H, Hörtnagl H. Antihypertensive Therapie und Sport. In: Magometschnigg D, Ganzinger U, Hitzberger G, Steinbach K, Kaindl F (Hrg). Individuelle Hochdrucktherapie. Uhlen-Verlag, Wien, 1989; 77–100.
4. Hörtnagl H, Baumgartner H. Körperliche Belastung und Hochdruckkrankheit. *J Hyperton* 1997; 1 (3): 16–25.
5. Rost R. Hämodynamik bei dynamischer und statischer Arbeit. In: Lohmann FW (Hrg). Hochdruck und Sport. Springer-Verlag, Berlin, 1986; 25–32.
6. Zadek J. Die Messung des Blutdrucks beim Menschen mittels des Bas'schen Apparates. *Z Klin Med* 1881; 2: 509.
7. Lind A, McNicol G. Local and central circulatory responses to sustained contractions and the effect of free or restricted arterial inflow on postexercise hyperaemia. *J Physiol* 1967; 192: 579.
8. Hörtnagl H, Baumgartner H, Semenitz B, Pfister R. Gezieltes Training als therapeutisches Mittel in der Behandlung der Hypertonie. *Wien Klin Wochenschr* 1986; 98: 652–8.
9. Zerkawy R. Hämodynamische Reaktionen unter verschiedenen Belastungsformen. In: Rost R, Webering F (Hrg). Kardiologie im Sport. Deutscher Ärzteverlag, Köln, 1987; 29–41.
10. Fagard RH. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: S484–S492.
11. Haber P. Medizinische Trainingslehre. *Wiener Med Wochenschr* 1993; 143: 26–35.
12. Fogari R, Zoppi A, Tettamanti F, Poletti L, Lazzari P, Pasotti C, Corradi L. Beta-blocker effects on plasma lipids in antihypertensive therapy: importance of the duration of treatment and the lipid status before treatment. *J Cardiovasc Pharmacol* 1990; 16 (Suppl 5): S76–S80.
13. Johnston GD. Antihypertensive Dosis-Wirkungs-Beziehungen. *J Hyperton* 1997; 1 (3): 10–5.

ANTWORTFAX

# JOURNAL FÜR HYPERTONIE

Hiermit bestelle ich

ein Jahresabonnement  
(mindestens 4 Ausgaben) zum  
Preis von € 36,- (Stand 1.1.2004)  
(im Ausland zzgl. Versandkosten)

Name

Anschrift

Datum, Unterschrift

**Einsenden oder per Fax an:**

Krause & Pachernegg GmbH, Verlag für Medizin und Wirtschaft,  
Postfach 21, A-3003 Gablitz, **FAX: 02231 / 612 58-10**

**Bücher & CDs**  
**Homepage: [www.kup.at/buch\\_cd.htm](http://www.kup.at/buch_cd.htm)**

