

# Journal für **Hypertonie**

Austrian Journal of Hypertension

Österreichische Zeitschrift für Hochdruckerkrankungen

## **Tägliche Sportstunde verbessert hämodynamische Faktoren bei Schulkindern**

Ketelhut S, Heise W, Ketelhut K  
Ketelhut RG

*Journal für Hypertonie - Austrian*

*Journal of Hypertension 2016; 20*

*(1), 5-10*

Homepage:

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

Online-Datenbank  
mit Autoren-  
und Stichwortsuche

Offizielles Organ der  
Österreichischen Gesellschaft für Hypertensiologie



Österreichische Gesellschaft für  
Hypertensiologie  
[www.hochdruckliga.at](http://www.hochdruckliga.at)

Indexed in EMBASE/Scopus

### **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.

# Tägliche Sportstunde verbessert hämodynamische Faktoren bei Schulkindern

S. Ketelhut<sup>1,2</sup>, W. Heise<sup>2</sup>, K. Ketelhut<sup>3</sup>, R. G. Ketelhut<sup>2,4</sup>

**Kurzfassung:** Zielsetzung: Regelmäßige körperliche Aktivität hat einen positiven Einfluss auf verschiedene kardiovaskuläre Risikofaktoren. Einzelne Studien belegen diesen Zusammenhang bereits im Kindes- und Jugendalter. In der vorliegenden Studie sollte der Effekt einer Bewegungsintervention auf den peripheren und zentralen Blutdruck (BD) und die Pulswellengeschwindigkeit (PWV) bei Schulkindern untersucht werden.

**Methodik:** 46 Schüler (Alter  $7 \pm 0,7$  Jahre, BMI  $16 \pm 3$ ) wurden mittels Cluster-Randomisierung in eine Interventionsgruppe (IG) ( $n = 24$ ) und eine Kontrollgruppe (KG) ( $n = 22$ ) aufgeteilt. Während einer 9-monatigen Interventionsphase (IP) erhielt die IG neben dem regulären Sportunterricht ( $3 \times 45$  Minuten pro Woche) eine zusätzliche Bewegungsintervention von  $2 \times 45$  Minuten pro Woche. Vor und nach der Beobachtungsphase wurden der periphere und zentrale BD sowie die PWV nicht-invasiv in beiden Gruppen registriert.

**Ergebnisse:** Nach der IP zeigten sich in der IG signifikante Abnahmen des peripheren ( $p < 0,05$ ) und des zentralen BD ( $p < 0,05$ ) sowie auch der PWV ( $p < 0,05$ ). In der KG war hingegen nach 9 Monaten ein leichter Anstieg aller gemessenen Parameter zu verzeichnen, mit einer Zunahme des zentralen ( $p < 0,5$ ) und peripheren ( $p < 0,01$ ) diastolischen BD.

**Schlussfolgerung:** Bereits bei 7-jährigen Kindern bewirkt eine zusätzliche 9-monatige Bewegungsintervention entgegen der zu erwartenden altersbedingten Zunahme sogar eine Abnahme im Bereich des peripheren und zentralen Drucks sowie der PWV. Durch eine Steigerung der Bewegungszeit im frühen Kindesalter können somit prädiktive Parameter des zukünftigen kardiovaskulären Risikos günstig beeinflusst werden.

**Schlüsselwörter:** Kinder, täglicher Sport, Hämodynamik, peripherer und zentraler Blutdruck, Pulswellengeschwindigkeit

**Abstract: Daily physical activity improves hemodynamic function in elementary school children.** Introduction: Regular exercise is known to beneficially affect various cardiovascular risk factors. In the present study the efficacy of an additional regular exercise intervention on top of the normal physical education classes (PE) on BP and pulse wave velocity (PWV) in children should be evaluated.

**Methods:** 46 pupils (aged  $7 \pm 0.7$  years, BMI  $16 \pm 3$ ) were assigned to intervention (IG) ( $n = 24$ ) and control (CG) ( $n = 22$ ) group. Throughout a 9

months period IG received an additional exercise intervention of  $2 \times 45$  minutes per week on top of the normal PE ( $3 \times 45$  minutes per week). Peripheral and central BP and PWV were assessed non-invasively before and after the intervention period.

**Results:** After 9 months IG showed a significant decrease in both peripheral ( $p < 0.05$ ) and central BP and PWV as well. In contrast CG showed increases in all hemodynamic parameters, which were significant for central ( $p < 0.5$ ) and peripheral ( $p < 0.01$ ) BP.

**Conclusion:** In 7-year old children an additional 9 months exercise intervention of  $2 \times 45$  minutes per week had a beneficial effect on various hemodynamic parameters. Children participating in the exercise intervention did not present age-related increases in hemodynamic parameters, but moreover there were significant decreases in all assessed variables. Therefore exercise time in children should be increased as early as possible to positively influence future cardiovascular risk development. **J Hypertonie 2016; 20 (1): 5–10.**

**Keywords:** Children, Daily physical activity, Hemodynamic function, Peripheral and central blood pressure, Pulse wave velocity

## ■ Einleitung

Ein erhöhter Blutdruck ist in den Industrieländern eine der bedeutendsten Ursachen kardiovaskulärer Morbidität und Mortalität [1]. Um das mit einer Hypertonie assoziierte Gesundheitsrisiko zu reduzieren, sind daher nicht nur eine frühzeitige Diagnose und Therapie, sondern besser noch rechtzeitige präventive Strategien erforderlich. Populationsbasierte Analysen zeigen auch im Kindes- und Jugendalter eine stetig zunehmende Hypertonieprävalenz [2–4]. Der erhöhte Blutdruck (BD) ist dabei meist asymptomatisch und wird oft gar nicht oder aber erst sehr spät diagnostiziert [5, 6]. Daraus resultiert, dass ein Drittel der hypertensiven Kinder bereits zwei Antihypertensiva für eine adäquate Blutdrucksenkung benötigen [7].

Trotz einer nur relativ kurzen Hypertoniedauer findet man selbst schon bei Kindern in Abhängigkeit von der BD-Höhe Veränderungen der Organe wie Herz [8, 9], Nieren [10, 11] und des zentralen Nervensystems, als auch insbesondere Veränderungen der Struktur und Funktion der Gefäße [12]. Bei Jugendlichen mit Hypertonie gibt es zudem Hinweise auf neurokognitive Veränderungen, die sich als Lernschwierigkeiten und kognitive Dysfunktionen manifestieren [13, 14].

Bei Erwachsenen konnte ein Zusammenhang zwischen regelmäßiger sportlicher Aktivität und einer späteren Hypertonie gezeigt werden, wobei die Inzidenz mit Zunahme der körperlichen Aktivität signifikant abnahm [15]. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass einerseits der zentrale BD nicht nur als Prädiktor des zukünftigen kardiovaskulären Risikos zu betrachten ist [16], sondern dass dieser sogar stärker mit dem kardiovaskulären Risiko korreliert als der periphere Druck [17]. Ein sehr früher Indikator einer möglichen Hypertonie scheint jedoch die arterielle Steifigkeit zu sein. Als Maß der arteriellen Steifigkeit gilt dabei die Pulswellengeschwindigkeit, die kein Surrogat-Parameter für den peripheren Blutdruck ist [18]. So wurde bei jungen Probanden mit einer familiären Hypertonie-Belastung eine erhöhte arterielle Steifigkeit noch vor dem Nachweis eines peripheren Blutdruckanstiegs gefunden [19–21].

Daher sollte in einer kontrollierten Studie bei Kindern im Grundschulalter untersucht werden, inwieweit durch eine zusätzliche regelmäßige Bewegungsintervention neben dem peripheren BD weitere prädiktive hämodynamische Parameter, wie der zentrale BD und die Pulswellengeschwindigkeit (PWV), günstig beeinflusst werden können.

## ■ Methodik

Die Rekrutierung der Stichprobe erfolgte im Rahmen des Bewegungsprojekts „Fitness für Kids – Frühprävention im Kindergarten- und Grundschulalter“. Aus dem Pool der teilnehmenden „Projektschulen“ wurde eine Grundschule randomisiert ausgewählt.

Eingelangt am 12.11.2015, angenommen nach Review am 14.12.2015, Pre-Publishing Online am 08.02.2016

Aus dem <sup>1</sup>Institut für Sportwissenschaft, Martin-Luther-Universität Halle, <sup>2</sup>Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Mitte, <sup>3</sup>SRH Hochschule für Gesundheit, Gera, <sup>4</sup>Medical Center Berlin, Deutschland

**Korrespondenzadresse:** Prof. Dr. Dr. Reinhard G. Ketelhut, Medical Center Berlin, D-10591 Berlin, Perleberger Straße 51, E-mail: R.Ketelhut@t-online.de, info@medical-center-berlin.net

Nach Aufklärung der Schulleitung, der Lehrer sowie der Eltern und deren schriftlicher Einverständniserklärung wurden aus der gleichen Jahrgangsstufe jeweils eine Interventionsklasse (IK) sowie eine Kontrollklasse (KK) in eine prospektive, Cluster-randomisierte, kontrollierte Interventionsstudie eingeschlossen. Die Entscheidung einer Cluster-Randomisierung erfolgte aufgrund der Schwierigkeit einer randomisierten Zuweisung einzelner Schüler in eine Interventions- und Kontrollgruppe im schulischen Setting. Es bietet sich daher an, bei der Einteilung der Stichprobe auf bestehende Schulklassen als Randomisierungsebene zurückzugreifen [22].

Zu Beginn wurden Eingangsuntersuchungen zur Ermittlung der anthropometrischen Daten und Messung der hämodynamischen Parameter durchgeführt. In den folgenden 9 Monaten erfolgte für die Interventionsklasse die zusätzliche Bewegungsintervention additiv zum regulären Schulsportunterricht. Die Kontrollklasse nahm ausschließlich am regulären Schulsportunterricht teil.

Nach 9 Monaten fanden die Abschlussuntersuchungen jeweils am gleichen Wochentag und zur gleichen Tageszeit statt. In die Auswertung wurden nur die Schüler einbezogen, von denen Messergebnisse beider Messzeitpunkte vorlagen.

### Erhebungen der Messparameter

Bei allen Schülern wurden das Gewicht, die Größe und der Taillenumfang gemessen und der BMI berechnet. An einem gesonderten Tag erfolgten sowohl vor als auch nach der Beobachtungsphase zahlreiche motorische Tests (Publikation der Ergebnisse in Vorbereitung).

Die Registrierung der hämodynamischen Parameter erfolgte oszillometrisch mittels eines Mobil-O-Graph (24 h PWA Monitor, I.E.M. GmbH, Stolberg, Deutschland). Damit stand eine nicht-invasive und validierte Methode zur Verfügung, die ferner eine gute Ergebnisreproduzierbarkeit gewährleistet [23]. Zur Aufbereitung der Daten wurde die Auswerteeinheit Hypertonie-Management-Software / HMS CS Client-Server genutzt. Gemessen wurden der periphere, arterielle und der zentrale aortale BD sowie die PWV.

Bei Kindern gilt ein BD über der 95. Perzentile für Körpergröße und Alter als Bluthochdruck und BD-Werte zwischen der 90. und 95. Perzentile als hoch-normal [24, 25]. Die Interpretation der vorliegenden Messwerte zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung erfolgte mittels alters- und geschlechtsspezifischer Perzentilen des Robert-Koch-Instituts [26].

Die Messungen der hämodynamischen Parameter erfolgten an einem gesonderten Tag, ebenfalls zur Zeit der Sportstunde unter standardisierten Bedingungen und orientierten sich an den Empfehlungen der „Clinical Applications of Arterial Stiffness Task Force III“ [27]. Da eine Nahrungsaufnahme und körperliche Betätigung die Messwerte beeinflussen können [27, 28], sollten mindestens zwei Stunden vor der Untersuchung keine größeren Nahrungsmengen aufgenommen werden und auch keine sportliche Betätigung stattfinden. Obgleich auch eine Flüssigkeitsaufnahme zu einem akuten BD-Anstieg führen kann [29, 30], zeigen Aufnahmen von bis zu 350 ml nur geringe Veränderungen [19], so dass die Kinder lediglich an-

gehalten wurden, direkt vor der Messung auf das Trinken zu verzichten. Die Messungen erfolgten bei kontrollierter Raumtemperatur ( $23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) und in beiden Klassen und zu beiden Untersuchungsterminen durch denselben Untersucher. Zu Beginn erfolgte eine zehnminütige Ruhephase in sitzender Position. Nach der zehnminütigen Ruhephase erfolgten, ebenfalls in sitzender Position, drei Ruhemessungen mittels „Mobil-O-Graph“. Hierfür wurde jedem Kind eine individuell angepasste Oberarmmanschette am rechten Arm angelegt. Während der Messung wurden die Kinder aufgefordert, sich ruhig zu verhalten und nicht zu sprechen, um Messfehler zu vermeiden.

### Bewegungsintervention

In Anlehnung an den „Rahmenlehrplan Sport Grundschule“ vom Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg und der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin, mit 3 Sportstunden / Woche, fanden in der IK 2 zusätzliche Stunden / Woche während des 9-monatigen Interventionszeitraums statt. Die Inhalte der Bewegungsintervention orientierten sich am Bewegungskonzept des Projekts „Fitness für Kids“ und wurden von einem ausgebildeten Übungsleiter unter Anwesenheit der Klassenlehrerin durchgeführt.

Das gesundheits- und nicht leistungsorientierte Bewegungsprogramm setzte sich aus einem vielfältigen Übungs- und Bewegungsangebot zusammen und garantierte ein hohes Maß an aktiver Bewegungszeit. Die Inhalte der zusätzlichen Stunden unterschieden sich dabei von den Inhalten der allgemeinen Schulsportstunden.

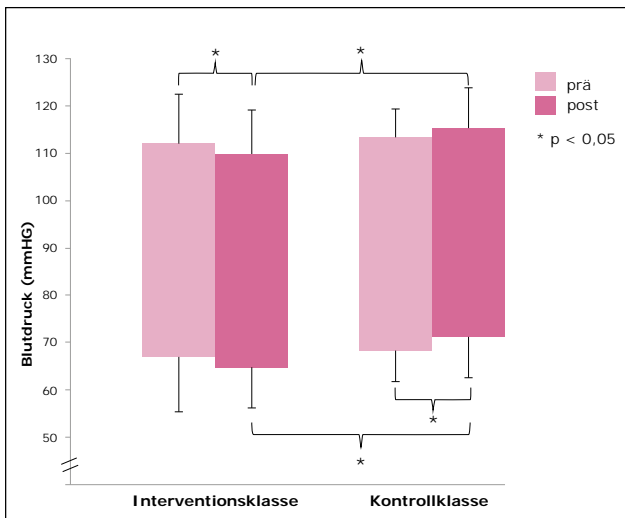
### Statistik

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 20.0 durchgeführt. Die deskriptive Darstellung der Daten erfolgte als Mittelwert (M), während die Streumaße als Standardabweichung (SD) angegeben wurden. Die Prüfung auf Normalverteilung der Daten erfolgt mittels Histogramm und Kolmogorov-Smirnoff-Test. Um den Prä- / Post-Verlauf bzgl. der erhobenen Variablen innerhalb der Gruppen zu ermitteln, kam der t-Test für abhängige Stichproben zum Einsatz. Zur Prüfung der Unterschiede zwischen der IK und der KK zu den beiden Messzeitpunkten wurde der t-Test für unabhängige Stichproben angewandt. Die Gruppenvergleiche der Differenz der Mittelwerte zwischen IK und KK wurden gleichfalls mit dem t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Als statistisches Signifikanzniveau wurde  $p < 0,5$  als signifikant festgelegt.

### ■ Ergebnisse

Insgesamt nahmen 45 Schüler (29 Jungen, 16 Mädchen) aus der zweiten Jahrgangsstufe an beiden Untersuchungen teil. Davon befanden sich 23 Kinder in der IK und 22 in der KK.

Bei der Eingangsuntersuchung gab es trotz des geringen Altersunterschiedes von 0,3 Monaten sowie den ebenfalls geringen Unterschieden in der Körpergröße und dem Körpergewicht keine signifikanten Unterschiede bei allen hämodynamischen Parametern sowie auch zwischen den beiden Gruppen. Bei der Betrachtung der Motorikdaten zeichneten sich bei der Eingangsuntersuchung gleichfalls keine Unterschiede



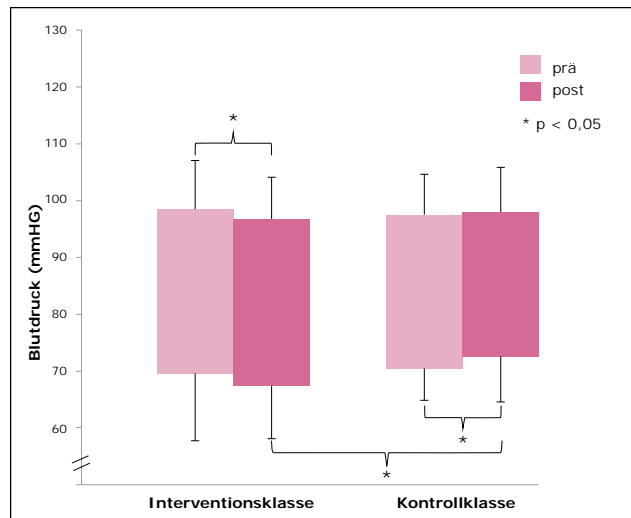
**Abbildung 1:** Mittelwerte und Standardabweichungen des peripheren systolischen und diastolischen Blutdrucks der Interventions- und Kontrollklasse vor (prä) und am Ende (post) des Beobachtungszeitraums

zwischen den Gruppen für den Z-Gesamtwert, der die Z-Werte aller Testitems des Motoriktests zusammenfasst und somit die motorische Leistungsfähigkeit in ihrer Gesamtheit präsentiert, ab (Publikation in Vorbereitung).

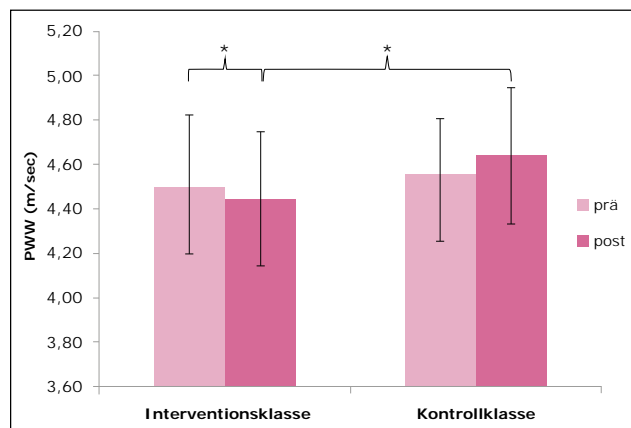
Der mittlere periphere Blutdruck betrug in der IK vor der Bewegungsintervention  $111,8 \pm 10,5 / 67,0 \pm 11,1$  mmHg und in der KK  $113,6 \pm 6,5 / 68,3 \pm 5,8$  mmHg. Für alle Subgruppen (Jungen IK und KK, Mädchen IK und KK) befand sich der gemessene BD oberhalb der 90. Perzentile und ist somit als „hochnormal“ einzustufen [24]. Da es für den zentralen Blutdruck wie auch für die Pulswelle gegenwärtig keine verlässlichen Normwerte für diese Altersgruppe gibt, lassen sich diese Werte nicht entsprechend einordnen. Nach Beendigung der Intervention wurde in der IK eine zwar geringe, jedoch signifikante ( $p = 0,037$ ) Abnahme des systolischen BD registriert, wohingegen die Reduktion des diastolischen BD mit 3 mmHg zwar stärker, jedoch nicht signifikant war. Bei der KK zeigt sich hingegen eine Zunahme sowohl des systolischen als auch des diastolischen BD. Somit betrug der Unterschied beider Gruppen beim peripheren BD nach der Interventionsphase systolisch 5 mmHg ( $p = 0,026$ ) und diastolisch 7 mmHg ( $p = 0,004$ ) (Abb. 1).

Beim zentralen BD lässt sich ein sehr ähnliches Bild wie beim peripheren BD erkennen. Auch hier kam es nach der Intervention bei den Kindern der IK zu einer Abnahme des zentralen Drucks von  $98,5 \pm 8,6 / 69,5 \pm 11,7$  mmHg auf  $96,8 \pm 7,3 / 67,3 \pm 9,2$  mmHg. In der Kontrollklasse kam es hingegen zu einem signifikanten Anstieg des zentralen Drucks von  $97,5 \pm 7,1 / 70,4 \pm 5,6$  mmHg auf  $97,9 \pm 7,9 / 72,6 \pm 8,0$  mmHg (Abb. 2). Der post-interventionelle Unterschied des zentralen BD der beiden Gruppen betrug 1/5 mmHg (diastolisch  $p = 0,008$ ) zugunsten der IK.

Bei der PWV wurde in der IK eine geringe, jedoch signifikante Reduktion gemessen, wohingegen der Mittelwert in der KK signifikant ( $p = 0,043$ ) anstieg (Abb. 3). Der Unterschied zwischen beiden Gruppen betrug am Ende der Interventionsphase 0,2 m/sec (entspr. 5 %).



**Abbildung 2:** Mittelwerte und Standardabweichungen des zentralen systolischen und diastolischen Blutdrucks der Interventions- und Kontrollklasse vor (prä) und am Ende (post) des Beobachtungszeitraums



**Abbildung 3:** Mittelwerte und Standardabweichungen der Pulswellengeschwindigkeit (PWV) der Interventions- und Kontrollklasse vor (prä) und am Ende (post) des Beobachtungszeitraums

## ■ Diskussion

Bei Kindern steigt mit dem Alter und der Zunahme der Körpergröße der BD stetig an. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass durch zwei zusätzliche Trainingseinheiten / Woche neben dem peripheren BD auch der zentrale BD und die PWV günstig beeinflusst wurden. Der BD stieg in der IK im Beobachtungszeitraum nicht an, sondern hier wurde neben dem peripheren zugleich ein Abfall des zentralen BD, ein Parameter, der bei Erwachsenen stärker mit dem kardiovaskulären Risiko korreliert als der periphere Druck [17], verzeichnet. In der KK wurde hingegen der zu erwartende altersbedingte Anstieg der gleichen Parameter registriert.

Auch wenn einige Studien bereits eine Reduktion des Blutdrucks nach einer Bewegungsintervention bei Kindern zeigen konnten, fallen die Effekte in der vorliegenden Arbeit deutlich höher aus. Kriemler [31] konnte nach einer einjährigen Bewegungsintervention bei sechs- und zwölfjährigen Kindern lediglich eine BD-Differenz von -1 mmHg sowohl systolisch als auch diastolisch zwischen Interventions- und Kontrollgruppe feststellen. Vandongen et al. [32] diagnostizierten bei Zehn-

**Tabelle 1:** Anthropometrische Daten im prä-/post-interventionellen Vergleich (WtHR = Taille zu Größe-Verhältnis („waist to high ratio“))

Items	Gesamt (n = 45)		Interventionsklasse (n = 23)		Kontrollklasse (n = 22)	
	Prä M ± SD	Post M ± SD	prä M ± SD	post M ± SD	prä M ± SD	Post M ± SD
Alter (Jahre)	6,6 ± 0,7	7,5 ± 0,7	6,4 ± 0,7	7,3 ± 0,7	6,7 ± 0,7	7,6 ± 0,7
Körpergröße (cm)	126,5 ± 6,9	129,3 ± 7,2	123,0 ± 7,0	126,2 ± 7,3	130,0 ± 6,8	132,4 ± 7,0
Körpergewicht (kg)	25,3 ± 5,4	27,7 ± 6,0	22,4 ± 3,9	24,5 ± 4,8	28,1 ± 6,8	30,9 ± 7,2
BMI	15,6 ± 2,5	16,4 ± 2,6	14,7 ± 1,8	15,3 ± 2,0	16,5 ± 3,1	17,4 ± 3,1
Bauchumfang (cm)	57,9 ± 5,8	60,1 ± 5,9	55,6 ± 3,9	57,0 ± 4,3	60,2 ± 7,6	63,1 ± 7,4
WtHR	0,46 ± 0,04	0,46 ± 0,04	0,45 ± 0,03	0,45 ± 0,03	0,46 ± 0,05	0,47 ± 0,05

bis Zwölfjährigen eine BD-Differenz von -2,10 / -2,20 mmHg zu Gunsten der Interventionsgruppe. Ketelhut et al. [33], die eine sehr ähnliche Bewegungsintervention bei deutlich jüngeren Kindergartenkindern durchführten, registrierten beim Ruhedruck nur im diastolischen Bereich, mit einer Differenz von 2,9 mmHg, einen signifikanten Unterschied zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe nach einem zweijährigen Interventionszeitraum.

Ausgeprägtere Effekte zeigte eine Studie von Hansen et al. [34]. Sie untersuchten die Auswirkungen einer Bewegungsintervention aus drei zusätzlichen Sportstunden pro Woche auf das BD-Verhalten bei hypertensiven und normotensiven Kindern zwischen neun und elf Jahren. Die hypertensiven Kinder zeigten dabei einen um 4,8 / 3,8 mmHg niedrigeren BD im Vergleich zur Kontrollklasse. Bei den normotensiven Kindern fiel der Unterschied noch größer aus und betrug zwischen der Interventions- und der Kontrollklasse 6,5 / 4,1 mmHg.

Mit der Aufnahme in die ESH/ESC-Behandlungsrichtlinien für die arterielle Hypertonie ist die PWV zunehmend mehr in den Fokus gerückt. Seit der Entwicklung praxistauglicher und anwenderfreundlicher Messgeräte ist es einfacher geworden, schon sehr früh pathologische Veränderungen am arteriellen Gefäßsystem zu entdecken. Dabei konnten in Vergleichsstudien bei Kindern solide Ergebnisse für verschiedene neuere oszillometrische Messgeräte, wie auch bei dem in der vorliegenden Studie eingesetzten Mobil-O-Graph, erbracht werden [35]. Auch im Vergleich mit invasiven Messungen konnte eine gute Übereinstimmung mit oszillometrisch ermittelten Werten gezeigt werden, wobei jedoch dabei alle Messwerte bei erwachsenen Probanden erhoben wurden.

Eine erhöhte PWV als Marker der arteriellen Gefäßsteifigkeit ist dabei ein eigenständiger und unabhängiger Risikofaktor bzw. gilt als früher Prädiktor eines kardiovaskulären Risikos. Schon bei jungen Probanden mit einer familiären Hypertonie-Belastung konnte noch vor dem Nachweis einer peripheren BD-Erhöhung eine erhöhte arterielle Steifigkeit nachgewiesen werden [19–21]. Vergleichende Studien belegen eine hohe Übereinstimmung oszillometrisch bestimmter Gefäßfunktionsparameter mit tonometrischen Verfahren bei einer zugleich auch geringeren Variabilität [36, 37].

Im Erwachsenenalter zeigen einzelne Studien den Einfluss einer Bewegungsintervention auf die PWV. Beck [38] konnte

schon nach achtwöchigem Kraft- sowie Ausdauertraining eine Reduktion der PWV von 10 % bzw. 11 % bei 18- bis 35jährigen Probanden nachweisen. Ebenso fanden Collier et al. [11] eine Abnahme der PWV schon nach vierwöchigem Ausdauertraining, wohingegen die PWV nach vierwöchigem Krafttraining signifikant anstieg. Roberts [39] hingegen fand bei seinen Probanden nach einem viermal wöchentlichen Krafttraining im Vergleich zu einer untrainierten Kontrollgruppe niedrigere periphere und zentrale Blutdrücke sowie auch eine reduzierte PWV. Meucci [40] konnte bei zehnjährigen Kindern nach einer deutlich kürzeren spielbasierten Bewegungsintervention von nur 8 Wochen Dauer keine Veränderungen der PWV nachweisen.

Hinsichtlich der PWV verdeutlicht die vorliegende Untersuchung, dass sich diese durch die zusätzliche sportliche Aktivität der Kinder der IK im Gegensatz zu dem zu erwartenden Anstieg in der KK sogar verringert hat. Der nach 9 Monaten gemessene Unterschied zwischen den Gruppen betrug 200 mm/Sekunde, womit ein im Verlauf von zwei Jahren zu erwartender Anstieg der PWV [41] in der IK kompensiert wurde. Interventionsdauer, Häufigkeit, Intensität und Form der sportlichen Aktivität sind dabei offensichtlich nicht nur für den BD, sondern auch für die PWV ganz wesentlich und für die differierenden Ergebnisse verschiedener Studien verantwortlich.

Es verbleibt die Frage, ob in der vorliegenden Studie dieser günstige Effekt allein durch zwei zusätzliche Trainingseinheiten hervorgerufen wurde oder ob es ein „Booster-Effekt“ ist. Das heißt, dass Trainingsreize auf hämodynamische Parameter, die durch den regelmäßigen Sportunterricht gesetzt werden, aber wegen der vielleicht zu langen zweitägigen Pausen zwischen den einzelnen Sportstunden nicht zur Geltung kommen, nun durch die zusätzlichen Trainingseinheiten deutlich wirksamer werden – die tägliche Sportstunde also, die ja von Sportmedizinern schon immer gefordert wurde. Andererseits könnte auch die wesentlich höhere Bewegungsintensität und Bewegungsdauer während der zusätzlichen Sportstunden im Vergleich zum regulären Sportunterricht der entscheidende Stimulus gewesen sein. Vielleicht hätte es auch gereicht und zu vergleichbaren Ergebnissen geführt, wenn man die drei regulären Sportstunden aktiver gestaltet hätte.

Bei beiden Gruppen erfolgte erwartungsgemäß im Beobachtungszeitraum eine entwicklungsbedingte Zunahme des Körpergewichts und des BMI, jedoch ohne signifikanten Unter-

schied in der mittleren Veränderung zwischen den Gruppen, so dass hierdurch die Ergebnisse nicht beeinflusst wurden. Die Stichprobe wies vor dem Interventionszeitraum im Durchschnitt einen altersadäquaten Entwicklungsstand auf (Tab. 1).

Mit zunehmendem Alter ändern sich hämodynamische Parameter. Der BD und auch die PWV steigen bereits im Kindesalter kontinuierlich an, zugleich sinkt die Herzfrequenz. Daraus resultieren auch Veränderungen an Endorganen, wie z. B. eine Abnahme der diastolischen Funktion des linken Ventrikels oder eine Zunahme der linksventrikulären Muskelmasse [8]. Bei entsprechenden Risikofaktoren wie Übergewicht und Bewegungsmangel sind diese Veränderungen stärker ausgeprägt. Bei älteren übergewichtigen Hypertonikern konnten im Vergleich zu einer Kontrollgruppe durch dreimal wöchentliche körperliche Aktivität nicht nur der Blutdruck, sondern auch weitere hämodynamische Parameter günstig beeinflusst werden [42].

Zahlreiche Mechanismen müssen dabei diskutiert werden, wobei neben vasoaktiven Mechanismen und Hormonen (Sympathikus, RAAS-System etc.) insbesondere das Stickoxid (NO) aufgrund einer gesteigerten Aktivität der Stickstoffmonoxid-Synthase durch die regelmäßige körperliche Belastung sicherlich die wesentliche Rolle spielt. In den Mitochondrien des linken Ventrikels ist schon durch moderaten Sport ein vermehrter Anstieg verschiedener Proteine sowie der NADH-Dehydrogenase und ATP-Synthase nachzuweisen, wodurch die bei Hypertonie reduzierte ATP-Produktion kompensiert werden kann [43]. So ist aufgrund der hämodynamischen Verbesserungen zu erwarten, dass bei erhöhter regelmäßiger körperlicher Aktivität schon im frühesten Alter die Funktion und Struktur der Gefäße positiv moduliert werden und zugleich auch ein positiver Effekt auf weitere Endorgane erfolgt.

Des Weiteren verzeichnete die Kontrollgruppe auch einen Anstieg des diastolischen Drucks, wohingegen in der Interventionsgruppe der diastolische Druck sogar noch niedriger war als vor Beginn der Intervention, so dass hier letztendlich eine absolute Differenz des BD-Anstiegs im Verlauf der Beobachtungsphase von 6 mmHg und sogar von 7 mmHg im direkten Gruppenvergleich bei der Kontrolluntersuchung zu verzeichnen war.

Auch wenn die erzielte BD-Senkung gering erscheint, so sieht man zum einen jedoch, dass der in der KK registrierte Anstieg des systolischen BD in der IK ausblieb. Könnte dieser günstige Effekt in den folgenden Lebensjahren stabilisiert werden, so wäre letztendlich solch einem Ergebnis eine nicht unwesentliche epidemiologische Bedeutung zuzusprechen. Betrachtet man diesbezüglich die Daten der ADVANCE-Studie [44], wo durch eine zusätzliche medikamentöse Therapie eine BD-Senkung von im Mittel 5,6 / 2,2 mmHg eine signifikante Reduktion der Morbidität von 9–21 % und der Mortalität von 14–18 % registriert wurde.

Mit dem Gewinn und Erhalt der Fitness der Kinder der IK wäre auch in der Zukunft ein weiterer gesundheitlicher Gewinn zu erwarten, denn einerseits wird in den vergangenen 30 Jahren auch bei Kindern ein kontinuierlicher BD-Anstieg beobachtet [4], andererseits ist sowohl die Wahrscheinlichkeit,

im Erwachsenenalter eine manifeste Hypertonie mit konsekutiven kardiovaskulären Manifestationen zu entwickeln, umso größer, je höher der BD in der Kindheit ist [9, 45–47].

Je besser jedoch die körperliche Fitness, umso niedriger ist auch das Risiko, in Zukunft einen Bluthochdruck zu entwickeln. Die Neudiagnose einer Hypertonie war bei den fittesten Patienten um 20 % seltener als bei denen mit der schlechtesten Fitness [48]. In der älteren Bevölkerung hat sich der Bekanntheitsgrad der Hypertonie sowie der Behandlungs- und Kontrollgrad im Vergleich zu Erhebungen 10 Jahre zuvor deutlich gebessert, bei den Jüngeren hingegen ist im gleichen Zeitraum der mittlere BD auch in Deutschland weiterhin deutlich angestiegen [49].

Nicht zu vergessen sind weitere günstige Einflüsse, die durch eine Zunahme der Fitness erwartet werden können. Bereits durch eine zweiwöchige tägliche Bewegungsintervention wurden bei 13jährigen Kindern sowohl inflammatorische als auch metabolische Parameter positiv verändert [50]. Regelmäßiger Sport vor der Pubertät führt gleichfalls zu einem Anstieg des Knochenmineralgehalts sowie einer deutlichen Zunahme der Knochendichte um jährlich bis zu 2 % [51].

Für zukünftige sportwissenschaftliche Forschungsbemühungen wäre es wünschenswert, neben einer größeren Stichprobe weitere Altersgruppen in die Untersuchungen mit einzubeziehen, um differenzierte Aussagen über die Entwicklung der einzelnen Parameter im Entwicklungsverlauf sowie auch über die Nachhaltigkeit treffen zu können.

Ein präventiver Ansatz mit regelmäßiger körperlicher Aktivität und der Entwicklung eines Gesundheitsbewusstseins zur Vorbeugung späterer kardiovaskulärer Morbidität sollte jedoch möglichst früh, d.h. schon im Kindesalter erfolgen. Bewegung und Sport sollten dabei möglichst freud- und spaßbetont zum Einsatz kommen.

Trotz des im Jahr 2014 beschlossenen Präventionsgesetzes in Deutschland sucht man in unserem Land die dringend benötigte Ausweitung des Schulsports – am besten die tägliche Sportstunde – jedoch immer noch vergebens.

## ■ Interessenkonflikt

Es liegt kein Interessenkonflikt vor.

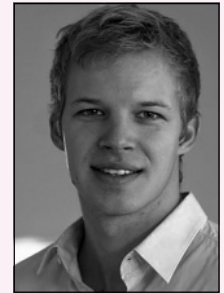
## Literatur:

1. Staessen JA, Li Y, Thijs L, Wang JG. Anti-hypertensive drug treatment and cardiovascular prevention: an update including 2003–2004 secondary prevention trials. In: Safar ME, O'Rourke MF (eds). Handbook of hypertension: arterial stiffness in hypertension. Elsevier, Oxford, 2006; 459–84.
2. Koenig C, Black MH, Wu J, et al. The prevalence of primary pediatric prehypertension and hypertension in a real-world managed care system. *J Clin Hypertens* 2013; 15: 784–92.
3. Din-Dzietham R, Liu Y, Bielo MV, Shamsa F. High blood pressure trends in children and adolescents in national surveys, 1963 to 2002. *Circulation* 2007; 116: 1488–96.
4. Muntner P, He J, Cutler JA, Wildman RP, Whelton PK. Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA* 2004; 291: 2107–13.
5. Chioloro A, Bovet P, Paradis G. Screening for elevated blood pressure in children and adolescents: a critical appraisal. *JAMA Ped* 2013; 167: 1–8.
6. Hansen ML, Gunn PW, Kaelber DC. Underdiagnosis of hypertension in children and adolescents. *JAMA* 2007; 298: 874–9.
7. Schaefer F, Litwin M, Zachwieja J, et al. Efficacy and safety of valsartan compared to enalapril in hypertensive children: a 12-week, randomized, double-blind, parallel-group study. *J Hypertens* 2011; 29: 2484–90.

8. Ketelhut R. Blutdruck und kardiale Funktion im Kindesalter. *MedReport* 2011; 11: 102.
9. Bersenson, G, Sirinivasan S, Newman W, Tracy R, Wattigney W. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults: the Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 1998; 338: 1650–6.
10. Simonetti GD, Rizzi M, Donadini R, Bianchetti MB. Effects of antihypertensive drugs on blood pressure and proteinuria in childhood. *J Hypertens* 2007; 25: 2370–6.
11. Collier S, Kanaley J, Carhart RJ, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens* 2008; 22: 678–86.
12. Urbina EM, Khoury PR, McCoy C, et al. Cardiac and vascular consequences of pre-hypertension in youth. *J Clin Hypertens* 2011; 13: 332–42.
13. Cha SD, Patel HP, Hains DS, Mahan JD. The effects of hypertension on cognitive function in children and adolescents. *Int J Ped Endocrinol* 2012; 2012: 891–4.
14. Lande MB, Kupferman JC, Adams HR. Neurocognitive alterations in hypertensive children and adolescents. *J Clin Hypertens* 2012; 14: 353–9.
15. Huai P, Xun H, Reilly KH, Wang Y, Ma W, Xi B. Physical activity and risk of hypertension a meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertens* 2013; 62: 1021–6.
16. McEniery CM, Cockcroft JR, Roman MJ, et al. Central blood pressure: current evidence and clinical importance. *Eur Heart J* 2014; 35: 1719–25.
17. Shimizu M, Hoshida S, Ishikawa J, et al. Correlation of central blood pressure to hypertensive target organ damages during anti-hypertensive treatment: The J-TOP Study. *Am J Hypertens* 2015; 28: 980–6.
18. Scuteri A, Morrell CH, Orrù M, et al. Longitudinal perspective on the conundrum of central arterial stiffness, blood pressure, and aging. *Hypertens* 2014; 64: 1219–27.
19. Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, et al. Haemodynamic, metabolic, and neuro-humoral abnormalities in young normotensive women at high familial risk for hypertension. *J Hum Hypertens* 2010; 24: 814–22.
20. Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, et al. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. *Hypert Res* 2010; 33: 836–43.
21. Kucerová J, Filipovsky J, Staessen JA, et al. Arterial characteristics in normotensive offspring of parents with or without a history of hypertension. *Am J Hypertens* 2006; 19: 264–9.
22. Bortz J, Döring N. *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaften*. Springer, Berlin, 2006.
23. Franssen PM, Imholz BP. Evaluation of the Mobil-O-Graph new generation ABPM device using the ESH criteria. *Blood Press Monit* 2010; 15: 229–31.
24. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, et al. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *J Hypertens* 2009; 27: 1719–42.
25. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents (NASPE). The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114: 555–76.
26. Robert Koch-Institut. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS). 2. erweiterte Aufl. Robert Koch-Institut Berlin 2013.
27. Van Bortel LM, Duprez D, Starmans-Kool J, et al. Clinical application of arterial stiffness, Task Force III: recommendations for user procedures. *Am J Hypertens* 2002; 15: 445–52.
28. Ahuja KDK, Robertson IK, Ball MJ. Acute effects of food on postprandial blood pressure and measures of arterial stiffness in healthy humans. *Am J Clinical Nutr* 2009; 90: 298–303.
29. Brown C, Barberini L, Dulloo A, Montani J. Cardiovascular responses to water drinking: does osmolality play a role? *Am J Physiol Reg Integr Comp Physiol* 2005; 289: 1687–92.
30. Jordan J, Shannon J, Grogan E, Biaggioni I, Robertson D. A potent pressor response elicited by drinking water. *Lancet* 1999; 353: 723.
31. Kriemler S, Zahner L, Schindler C, et al. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2010; 340: c785.
32. Vandongen R, Jenner D, Thompson C, et al. A controlled evaluation of a fitness and nutrition intervention program on cardiovascular health in 10- to 12-year-old children. *Prev Med* 1995; 24: 9–22.
33. Ketelhut K, Mohasseb I, Gericke CA, Scheffler C, Ketelhut RG. Verbesserung der Motorik und des kardiovaskulären Risikos durch Sport im frühen Kindesalter. *Dtsch Arztebl* 2005; 102: A1128–36.
34. Hansen H, Froberg K, Hyldebrandt N, Nielsen J. A controlled study of eight months of physical training and reduction of blood pressure in children: the Odense schoolchild study. *BMJ* 1991; 303: 682–5.
35. Stoner L, Lambrick DM, Westrupp N, Young J, Faulkner J. Validation of oscillometric pulse wave analysis measurements in children. *Am J Hypertens* 2004; 27: 865–72.
36. Baulmann J, Schillings U, Rickert S, et al. A new oscillometric method for assessment of arterial stiffness: comparison with tonometric and piezo-electronic methods. *J Hypertens* 2008; 26: 523–8.
37. Rajzer MW, Wojciechowska W, Kloczek M, et al. Comparison of aortic pulse wave velocity measured by three techniques: Complior, SphygmoCor and Arteriograph. *J Hypertens* 2008; 26: 2001–7.
38. Beck D, Martin J, Casey D, Braith R. Exercise training reduces peripheral arterial stiffness and myocardial oxygen demand in young prehypertensive subjects. *Am J Hypertens* 2013; 26: 1093–102.
39. Roberts CK, Lee MM, Katirae M, et al. Strength fitness and body weight status on markers of cardiometabolic health. *Med Sci Sports Exerc* 2015; 47: 1211–8.
40. Meucci M, Curry C, Baldari C, et al. Effect of play-based summer break exercise on cardiovascular function in adolescents. *Acta Paed* 2013; 102: e24–8.
41. Benetos A, Salvi P, Lacolley P. Blood pressure regulation during the aging process: the end of the "hypertension era"? *J Hypertens* 2011; 29: 646–52.
42. Wong A, Figueroa A. Eight weeks of stretching training reduces aortic wave reflection magnitude and blood pressure in obese postmenopausal women. *J Hum Hypertens* 2014; 28: 246–50.
43. Rocha LA, Oliveira KS, Migliolo L, Franco OL. Effect of moderate exercise on mitochondrial proteome in heart tissue of spontaneous hypertensive rats. *Am J Hypertens* 2015; pii: hpv160. [Epub ahead of print].
44. Patel A, MacMahon S, Chalmers J, et al. Effects of a fixed combination of perindopril and indapamide on macrovascular and microvascular outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus (the ADVANCE trial): a randomized controlled trial. *Lancet* 2007; 370: 829–40.
45. Bao W, Threefoot SA, Srinivasan SR, Berenson GS. Essential hypertension predicted by tracking of elevated blood pressure from childhood to adulthood: The Bogalusa Heart Study. *Am J Hypertens* 1995; 8: 657–65.
46. Davis PH, Dawson JD, Riley WA, Lauer RM. Carotid intimal-medial thickness is related to cardiovascular risk factors measured from childhood through middle age: the Muscatine Study. *Circulation* 2001; 104: 2815–9.
47. Klumbiene J, Sileikiene L, Milasauskiene Z, Zaborskis A, Shatchkute A. The relationship of childhood to adult blood pressure: longitudinal study of juvenile hypertension in Lithuania. *J Hypertens* 2000; 18: 531–8.
48. Juraschek SP, Blaha MJ, Whelton SP, et al. Physical fitness and hypertension in a population at risk for cardiovascular disease: the Henry Ford Exercise Testing (FIT) Project. *J Am Heart Assoc* 2014; 3: e001268.
49. Robert-Koch-Institut. Der Blutdruck in Deutschland ist gesunken, das Präventionspotenzial bleibt aber hoch. *Epi Bull* 2015; 5: 33–6.
50. Izadpanah A, Barnard RJ, Almeda AJE, et al. A short-term diet and exercise intervention ameliorates inflammation and markers of metabolic health in overweight/obese children. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2012; 303: E542–50.
51. Specker B, Thies NW, Sudhagani RG. Does exercise influence pediatric bone? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473: 3658–72.

**Sascha Ketelhut MA**

Geboren in Berlin. Studium Sportwissenschaft und Politikwissenschaften an der Leibniz-Universität Hannover, danach Sportwissenschaft am sportwissenschaftlichen Institut der Humboldt-Universität zu Berlin mit Bachelor of Arts in Sportwissenschaft und Rehabilitationswissenschaften. Im Anschluss Studium an der selbigen Universität im Master Sportwissenschaft mit dem Schwerpunkt Sport und Leistung. Durch herausragende Studienleistungen wurde er als Stipendiat des Deutschlandstipendiums von der Schering-Stiftung gefördert. 2015 Beendigung des Studiums mit dem akademischen Grad Master of Arts mit Auszeichnung. Seit Oktober 2015 Lehre und Forschung als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Department Sportwissenschaft, Abteilung Trainingswissenschaft & Sportmedizin der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg unter der Leitung von Prof. Dr. Kuno Hottenrott. Mitglied am Institut für Leistungsdiagnostik und Gesundheitsförderung (ILUG). Doktorand an der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin.



Forschungsschwerpunkte im Gebiet der Trainingssteuerung sowie der nicht-medikamentösen Herz-Kreislaufprävention, speziell im Bereich der Hämodynamik. Zahlreiche Publikationen in medizinischen und sportwissenschaftlichen Fachzeitschriften, zahlreiche Vorträge und Präsentationen im In- und Ausland sowie mehrere Wissenschaftspreise und Stipendien.

Mitglied in zahlreichen Fachgremien, wie der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft e.V. (DVS), dem American College of Sports Medicine (ASCM), der Deutschen Hochdruckliga e.V. DHL, im Forum junge Hypertensiologen der DHL sowie Research Fellow der International Society of Hypertension (ISH).



# 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](#)