

M. Schwarz\*, L. Schwarz, A. Urhausen, A. Ebersohl, W. Kindermann

## Vergleich des Beanspruchungsprofils beim Walking, Jogging und bei der Fahrradergometrie bei unterschiedlich leistungsfähigen Personen

*Characteristic strain of walking as compared to jogging and cycle ergometry in persons with different aerobic performance capacity*

Institut für Sport- und Präventivmedizin der Universität des Saarlandes, Saarbrücken

\* und Abt. Gesundheitssport/Sportpädagogik, Sportwissenschaftlichen Institut der Universität des Saarlandes

### Zusammenfassung

Beim Walking und Jogging wurde die metabolische und kardiozirkulatorische Beanspruchung unter Berücksichtigung des individuellen Trainingszustandes verglichen. Darüber hinaus wurde untersucht, inwieweit Intensitätsempfehlungen in Form von Herzfrequenz (HF)-Vorgaben aus der Fahrradergometrie (FE) mit den Ergebnissen im Walking-Stufentest übereinstimmen.

11 Gesundheitssportler (GS) [maximale Leistungsfähigkeit ( $LF_{max}$ ):  $2,7 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ] und 13 Freizeitsportler (FZ) [ $LF_{max}$ :  $4,5 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ] absolvierten zunächst eine stufenweise ansteigende FE. Danach erfolgte jeweils ein Feldstufentest Walking und Jogging bis zur Ausbelastung.  $HF_{max}$  lag beim Walking bei FZ 10 %, bei GS 7 % niedriger als beim Jogging.  $Laktat_{max}$  lag beim Walking bei FZ 43 %, bei GS 32 % niedriger als beim Jogging. An der individuellen anaeroben Schwelle (IAS) lag HF in beiden Gruppen beim Walking 19 bzw. 17 % niedriger als beim Jogging. HF an der  $IAS_{Walking}$  entsprach im Mittel bei GS und FZ annähernd der HF an der  $IAS_{FE}$  und zeigte einen hochsignifikanten Zusammenhang ( $r=0,83$ ,  $p<0,001$ ), jedoch mit einer maximalen Abweichung von  $17 \text{ min}^{-1}$ .

Walking ist zwar bei maximaler und Ausdauerbelastung kardiozirkulatorisch und metabolisch weniger beanspruchend als Jogging, dennoch erreichen an der IAS beim Walking alle GS und 11 FZ einen trainingseffektiven Bereich oberhalb von 65 % der  $HF_{max}$ .  $HF_{IAS}$  liegt beim Walking im Mittel ähnlich wie bei FE. Bei der Vorgabe von Trainingsherzfrequenzen aus FE ist jedoch zu beachten, dass im Einzelfall deutliche Diskrepanzen möglich sind.

**Schlüsselwörter:** Gesundheits- und Freizeitsport, Ausdauertraining, Walking, Trainingsintensität, Fahrradergometrie

### Einleitung

Walking, die sportliche Variante des Gehens, wird als "sanfte" Ausdauertrainingsform beschrieben, die einen ausreichenden Trainingsreiz bei gleichzeitig geringer Überforderungsgefahr bietet (9, 14, 16). Auch für die kardiale Rehabilitation scheint Walking geeignet zu sein (21). Der

### Summary

We compared the metabolic and cardio circulatory strain during Walking and Jogging under consideration of the individual training conditions. Besides, we examined whether intensity recommendations on the basis of heart rates (HR) measured during a Cycle Ergometry (CE) are also suitable for a Walking-training.

11 health athletes (HA) [maximal performance ( $P_{max}$ ):  $2,7 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ] and 13 leisure time athletes (LA) [ $P_{max}$ :  $4,5 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ] performed first of all an incremental graded CE. Furthermore, all subjects performed exhaustive field step tests both in Walking and in Jogging to determine the individual anaerobic threshold (IAT).

During Walking both  $HR_{max}$  (10 % in LA and 7 % in HA) and  $Laktat_{max}$  (43 % in LA and 32 % in HA) were lower than during Jogging. HR at the IAT was also 19 to 17 % lower during Walking if compared to Jogging. Mean HR at the  $IAT_{Walking}$  corresponded both in HA and in LA to mean HR at the  $IAT_{CE}$ , however, individual differences up to  $17 \text{ min}^{-1}$  have to be considered. Although the cardio circulatoric and metabolic strain of Walking is both at maximum and at the IAT lower if compared to Jogging, the IAT of all HA and 11 LA reaches an effective range above of 65 % of  $HR_{max}$ .  $HR_{IAT}$  of Walking and CE are similar. When calculating walking training heart rates from CE, clear individual discrepancies have to be considered.

**Keywords:** Health- and leisure time sport, endurance training, walking, intensity, cycle ergometry

Unterschied zum „normalen“ Gehen liegt vor allem in der höheren Geschwindigkeit und im aktiven Armeinsatz, durch den eine größere Muskelmasse zum Einsatz kommt. Nach *Morris/Hardman* (14) sind beim Walking bei einem 75 kg schweren Mann 12-15 kg Muskelmasse aktiv. Dies entspricht mehr als der Hälfte der Gesamtmuskelmasse. Gerade für Wiedereinsteiger, Senioren, Leistungsschwächere und Risiko-

gruppen wird Walking als „ideale Gesundheitssportart“ propagiert (3). Die durch die Technik limitierte Bewegungsgeschwindigkeit gewährleistet ein geringes Verletzungsrisiko (6, 9) und eine geringere Gefahr der Überforderung, die beim Jogging insbesondere bei Gesundheits- und Freizeitsportlern häufiger auftritt (5, 17). Walking weist im Vergleich zum langsamen Laufen eine bis zu dreimal geringere vertikale Stoßbelastung auf, da der Bremsimpuls beim Fußaufsatz durch die fehlende Flugphase wesentlich geringer ist (4). Insbesondere bei Personen, die aufgrund orthopädischer Vorschäden auf eine gelenkschonende Form des Ausdauertrainings angewiesen sind, ist diese Eigenschaft des Walkings von großer Bedeutung (3).

Das Beanspruchungsprofil von normalem Gehen, Sportgehen, Laufen und Fahrradfahren wurde in früheren Studien mehrfach untersucht (7). Dabei wurde bei stufenförmig ansteigenden Belastungen der nahezu lineare Anstieg einzelner Parameter (z. B. Sauerstoffaufnahme, Herzfrequenz) beim Laufen oder Radfahren das exponentielle Verhalten dieser Parameter beim (Sport-) Gehen gegenübergestellt.

In der vorliegenden Studie soll das Beanspruchungsprofil von Walking im Vergleich zum Jogging bei gesunden unterschiedlich leistungsfähigen Personengruppen untersucht werden. Dabei soll überprüft werden, ob Gesundheits- und Freizeitsportler beim Walking eine ausreichende Trainingsintensität nach den Vorgaben des ACSM (1) erreichen. Da in der ärztlichen Praxis meist keine Tests auf dem Laufband durchgeführt werden, sollte außerdem untersucht werden, ob Intensitätsvorgaben in Form von Herzfrequenzangaben aus der Fahrradergometrie, wie sie im Rahmen einer Gesundheitsbeurteilung üblich ist, mit den Ergebnissen des Walking-Stufentests vergleichbar sind.

## Methodik

### Probandengut

An der Studie nahmen 13 Sportstudenten (Freizeitsportler = FZ) und 11 Gesundheitssportler (GS) der Präventivsportgruppe des Instituts für Sport- und Präventivmedizin der Universität des Saarlandes teil (anthropometrische Daten s. Tab. 1). Alle Probanden waren mit der Technik des Walking vertraut.

### Untersuchungsdesign

Nach einer klinischen und laborchemischen Routineuntersuchung erfolgte eine stufenweise ansteigende Fahrradergometrie zur Gesundheitsbeurteilung bzw. zur Bestimmung der maximalen Leistungsfähigkeit und der individuellen anaeroben Schwelle. Danach folgten in randomisierter Reihenfol-

Tabelle 1: Anthropometrische Daten der Freizeit- und Gesundheitssportler, (m = männlich, w = weiblich) [ $\bar{x} \pm s$ ]

Gruppe	Geschlecht	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
Freizeitsportler (n=13)	m = 9	26 ± 3	175 ± 8	70 ± 11
	w = 4			
Gesundheitssportler (n=11)	m = 4	51 ± 11	174 ± 10	74 ± 15
	w = 7			
Gesamt (n=24)	m = 13	37 ± 15	174 ± 9	72 ± 13
	w = 11			

ge jeweils ein Walking- und Jogging-Feldstufentest. Der Testzeitraum betrug insgesamt 2 – 4 Wochen. Am Vortag eines jeden Tests waren keine intensiven oder längerdauernden körperlichen Belastungen erlaubt und während der gesamten Zeitspanne durften keine ungewohnten Trainingsbelastungen absolviert werden.

### Methoden

**Fahrradergometrie:** Die stufenweise ansteigende Belastung erfolgte in sitzender Position auf einem drehzahlunabhängigen und elektrisch gebremsten Fahrradergometer (Conditronic 33, Keiper-Dynavit). Die Eingangsstufe lag, je nach Leistungsfähigkeit der Probanden, bei 50 oder 100 Watt (W), nach jeweils drei Minuten (min) wurde die Belastung um 25 bzw. 50 W bis zur subjektiven Erschöpfung gesteigert (13). Die Herzfrequenzmessung erfolgte bei den Freizeitsportlern in Ruhe, nach jeder Belastungsstufe und mehrfach in der Erholungsphase mit einem Sporttester (Accurex-Plus, Polar Electro). Bei den Gesundheitssportlern wurde während Belastung und bis zur fünften min der Erholungsphase ein EKG registriert und daraus die Herzfrequenz ermittelt. Zur enzymatischen Laktatbestimmung im Vollblut wurde in Ruhe, nach jeder Belastungsstufe sowie in der 1., 3., 5. und 10. min der Nachbelastungsphase aus dem hyperämisierten Ohrläppchen arterialisiertes Kapillarblut entnommen. Darüber hinaus wurde am Ende jeder Belastungsstufe der subjektive Anstrengungsgrad mittels Borg-Skala [Skalierung 6 – 20] ermittelt (2). Der Blutdruck wurde in Ruhe, am Ende der 2. min jeder Belastungsstufe sowie 6 min nach Belastungsende nach Riva-Rocci gemessen.

**Feldstufentests:** Die Feldtests fanden nach einem standardisierten Aufwärmprogramm in Gruppen von maximal 4 Personen auf einer 400 m-Aschenbahn statt. Die Geschwindigkeitsvorgaben erfolgten über Signaltongebener am Handgelenk alle 25 m bzw. 50 m. Die Herzfrequenz wurde kontinuierlich mittels Sporttester registriert. Die Laktatbestimmung erfolgte in Ruhe, direkt nach jeder Belastungsstufe und in der 1., 3., 5. und 10. min nach Belastungsabbruch. Am Ende jeder Belastungsstufe wurde der subjektive Anstrengungsgrad mittels Borg-Skala [Skalierung 6 – 20] ermittelt.

**Feldstufentest Walking:** Alle Probanden begannen mit einer Geschwindigkeit von 5 km·h<sup>-1</sup>, die nach jeweils 3 min um 1 km·h<sup>-1</sup> bis zur subjektiven Erschöpfung bzw. bis die korrekte Walking-Technik nicht mehr eingehalten werden konnte, gesteigert wurde. Am Ende jeder Belastungsstufe erfolgte eine kurze Pause (ca. 20 Sekunden) zur Kapillarblutentnahme, Herzfrequenzkontrolle, Wechsel der Signaltongebener sowie Ermittlung des subjektiven Anstrengungsgrades.

**Feldstufentest Jogging:** Die Gesundheitssportler begannen mit 7 km·h<sup>-1</sup>, die Freizeitsportler mit 9 km·h<sup>-1</sup>. Nach jeweils 3 min wurde auch hier die Geschwindigkeit um 1 km·h<sup>-1</sup> bis zur subjektiven Erschöpfung erhöht. Die Bestimmung der einzelnen Parameter erfolgte analog dem Walking-Stufentest.

Nach den beiden Feldtests erfolgte jeweils eine Befragung über eventuell aufgetretene Beschwerden.

Zur Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle nach *Stegmann et al.* (22) ist eine hinreichende Ausbelastung notwendig, die beim Walking aufgrund technischer Probleme und/oder orthopädischer Beschwerden nicht immer gewährleistet war. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde deshalb bei allen Belastungstests das Modell nach *Hagberg/Coyle* (10) bzw. *Röcker et al.* (18) angewandt [Basislaktat plus 1 (Radfahren, Walking) bzw. plus 1,5 mmol·l<sup>-1</sup> (Laufen)], das auch von anderen europäischen Autoren verwendet wird (8, 20).

## Statistik

Die Auswertung der Daten erfolgte computergestützt mit Hilfe des Programms STATISTICA (Version 5.0). Hinsichtlich der statistischen Verfahren wurden Häufigkeitsverteilungen sowie Mittelwerte und Standardabweichungen ( $\bar{x} \pm s$ ) berechnet. Die Normalverteilung der Daten wurde mit dem Shapiro Wilk-Test geprüft. Als Signifikanztest wurde die einfaktorische Varianzanalyse verwendet. Trat bei Varianz-/Kovarianzhomogenität eine Verletzung auf, erfolgte die Korrektur mit dem Huynh-Feldt-Test. Bei einem signifikanten Ergebnis erfolgte post hoc der Scheffé-Test für Einzelvergleiche. Bei ordinalskalierten Daten (Borg-Skala) wurde der Wilcoxon-Test verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p < 0,05$  festgelegt. Zusammenhänge zwischen den Messdaten wurden mittels nichtlinearer Regressionsanalyse [ $y = b_0 + b_1 \cdot \log_{10}(x)$ ] überprüft. Zusätzlich wurde der mittlere Betrag der Differenzen (ohne Beachtung des Vorzeichens) nach *Jones/Kane* (12) berechnet.

## Ergebnisse

### Herzfrequenz

**Fahrradergometrie:** In Tabelle 2 sind die Leistungsdaten der fahrradergometrischen Belastung aufgeführt.

**Feldstufentests:** Abbildung 1 zeigt das Herzfrequenzverhalten der FZ und GS bei den beiden Feldstufentests. Die maximale Herzfrequenz beim Walking (FZ  $172 \pm 16$ , GS  $162 \pm 15$  min<sup>-1</sup>) lag bei FZ im Mittel 10 % ( $p < 0,001$ ), bei GS 7 % ( $p < 0,05$ ) niedriger als beim Jogging (FZ  $192 \pm 8$ , GS  $175 \pm 18$  min<sup>-1</sup>). An der IAS lag die Herzfrequenz in beiden Grup-

Tabelle 2: Leistungsphysiologische Parameter der Freizeit- (n=13) und Gesundheitssportler (n=11) bei stufenweise ansteigender Fahrradergometrie ( $\bar{x} \pm s$ )

Gruppe	Maximale Leistungsfähigkeit			Individuelle Anaerobe Schwelle		
	Watt	Watt·kg <sup>-1</sup>	HF min <sup>-1</sup>	Watt	Watt·kg <sup>-1</sup>	HF min <sup>-1</sup>
Freizeitsportler	319±83	4,5±0,6	188±10	201±60	2,9±0,6	152±14
Gesundheitssportler	205±65	2,7±0,6	170±18	126±32	1,7±0,3	132±17

pen beim Walking (FZ  $146 \pm 16$ , GS  $134 \pm 13$  min<sup>-1</sup>) 19 bzw. 17 % ( $p < 0,001$ ) niedriger als beim Jogging (FZ  $180 \pm 10$ , GS  $162 \pm 17$  min<sup>-1</sup>). Bei 3 mmol·l<sup>-1</sup> Laktat lag die Herzfrequenz bei FZ im Mittel beim Walking um 10 % ( $p < 0,01$ ) und bei GS um 5 % niedriger als beim Jogging.

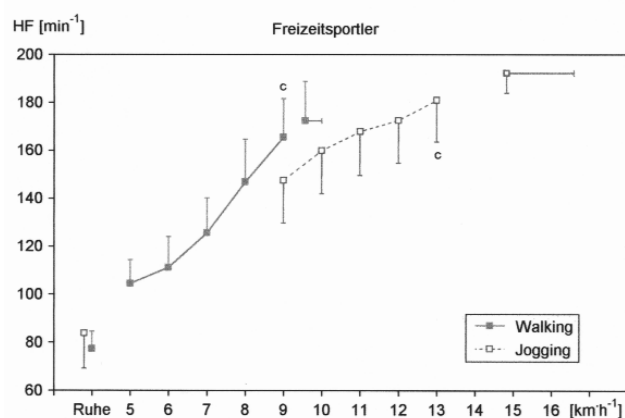
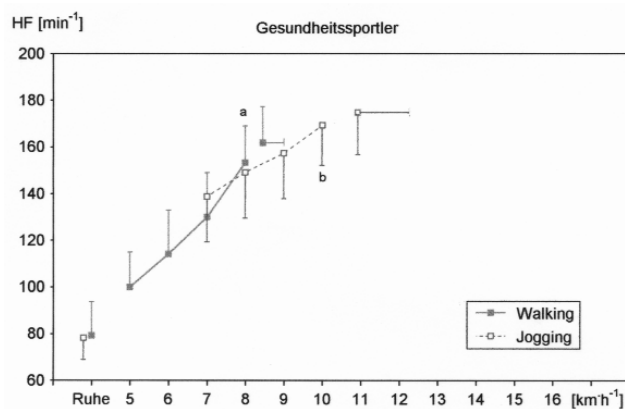


Abbildung 1: Herzfrequenzverhalten der Gesundheits- (oben) und Freizeitsportler (unten) bei den Feldstufentests Walking und Jogging (a: n=7, b: n=10, c: n=12) [ $\bar{x} \pm s$ ]

Abbildung 2 zeigt in Bezug zur durchschnittlichen maximalen Herzfrequenz gemessen beim Jogging-Stufentest den prozentualen Herzfrequenzanstieg bei einer Walking-Geschwindigkeit von 7 und 8 km·h<sup>-1</sup> sowie an der IAS (FZ  $8,2 \pm 0,9$ , GS  $7,1 \pm 0,5$  km·h<sup>-1</sup>) bei beiden Probandengruppen. 7 GS erreichten bei 7 km·h<sup>-1</sup>, die restlichen Probanden bei 8 km·h<sup>-1</sup> eine Belastungsintensität von 65 % der maximalen Herzfrequenz. 10 FZ lagen bei 8 km·h<sup>-1</sup>, die übrigen Probanden ab 9 km·h<sup>-1</sup> im entsprechenden Intensitätsbereich. An der IAS beim Walking lagen alle GS und 11 FZ oberhalb 65 % der maximalen Herzfrequenz.

Die Herzfrequenz an der IAS lag im Mittel beim Walking und bei der Fahrradergometrie ähnlich. Die nichtlineare Regressionsanalyse zeigte bei beiden Probandengruppen einen signifikanten Zusammenhang ( $r=0,83$ ;  $p < 0,001$ ) mit allerdings einem mittleren Betrag der Differenzen von  $9 \pm 3$  min<sup>-1</sup> und im Einzelfall Abweichungen von bis zu 17 min<sup>-1</sup> (Abb. 3).

### Laktat

**Fahrradergometrie:** Bei der Fahrradergometrie waren die FZ mit einer mittleren maximalen Laktatkonzentration von  $11,5 \pm 2,0$  mmol·l<sup>-1</sup> und die GS mit  $10,2 \pm 2,2$  mmol·l<sup>-1</sup> ausbelastet.

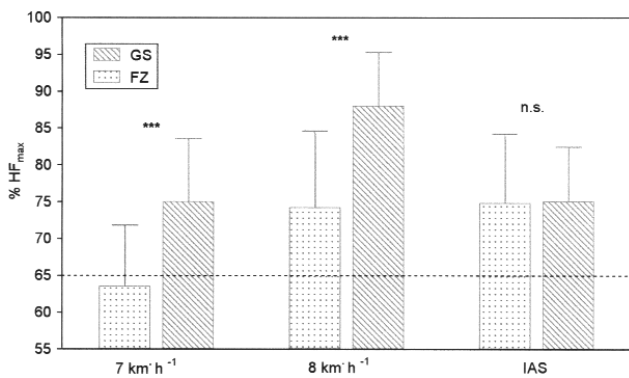


Abbildung 2: Herzfrequenz der Gesundheits- (GS) und Freizeitsportler (FZ) in Relation zur maximalen Herzfrequenz (% HF<sub>max</sub>) gemessen beim Jogging-Stufentest bei einer Walking-Geschwindigkeit von 7 und 8 km·h<sup>-1</sup> sowie an der individuellen anaeroben Schwelle (IAS) [ $\bar{x} \pm s$ , \*\*\* = p<0,001]

**Feldstufentests:** Die mittlere maximale Laktatkonzentration lag beim Walking bei FZ 43 % (Walking: 5,0 ± 2,0, Jogging 8,8 ± 2,2 mmol·l<sup>-1</sup>; p<0,001) und bei GS 32 % (Walking: 5,2 ± 1,3, Jogging: 7,6 ± 1,3 mmol·l<sup>-1</sup>; p<0,05) niedriger als beim Jogging. An der IAS erreichten die FZ beim Walking 2,5 ± 0,3, beim Jogging 4,6 ± 1,1 mmol·l<sup>-1</sup> (p<0,001) und die GS beim Walking 2,7 ± 0,6, beim Jogging 4,3 ± 0,7 mmol·l<sup>-1</sup> (p<0,001) (Abb. 4).

### Subjektives Anstrengungsempfinden

**Fahrradergometrie:** Der subjektive Anstrengungsgrad nach Borg am Ende der höchsten Belastungsstufe wurde bei FZ durchschnittlich mit "sehr sehr schwer" (19,5 ± 0,8) und bei GS mit "sehr schwer" (17,9 ± 2,0) angegeben. An der IAS lagen die Angaben mit 12,9 ± 1,9 („etwas schwer“) bei FZ und 12,0 ± 1,6 bei GS ähnlich.

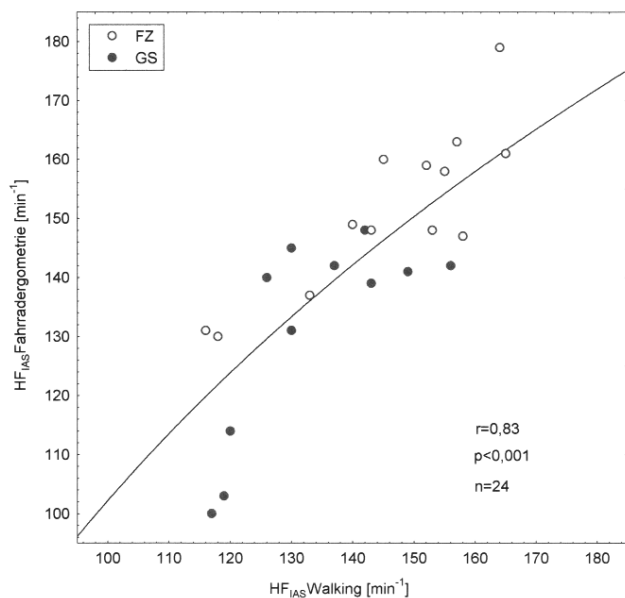


Abbildung 3: Nichtlineare Regressionsanalyse zwischen der Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle beim Walking (HF<sub>IAS</sub> Walking) und bei der Fahrradergometrie (HF<sub>IAS</sub> Fahrradergometrie) bei den Freizeit- (FZ) und Gesundheitssportlern (GS)

**Feldstufentests:** Der subjektive Anstrengungsgrad wurde in beiden Gruppen im Mittel sowohl maximal [FZ Walking: 16,2 ± 1,6; Jogging: 19,3 ± 1,0 (p<0,01); GS Walking: 16,4 ± 2,0; Jogging: 17,5 ± 2,0 („schwer“ bis „sehr sehr schwer“)] als auch an der IAS [FZ Walking: 12,2 ± 2,0; Jogging: 14,3 ± 1,3 (p<0,01); GS Walking: 11,6 ± 1,8; Jogging: 13,8 ± 1,4 (p<0,05) („recht leicht“ bis „etwas schwer“)] beim Walking niedriger als beim Jogging angegeben.

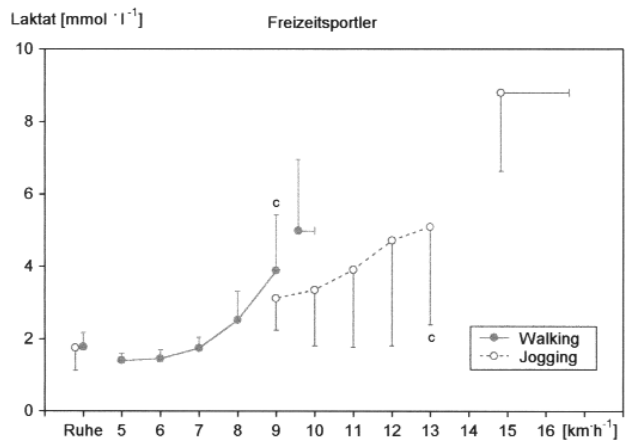
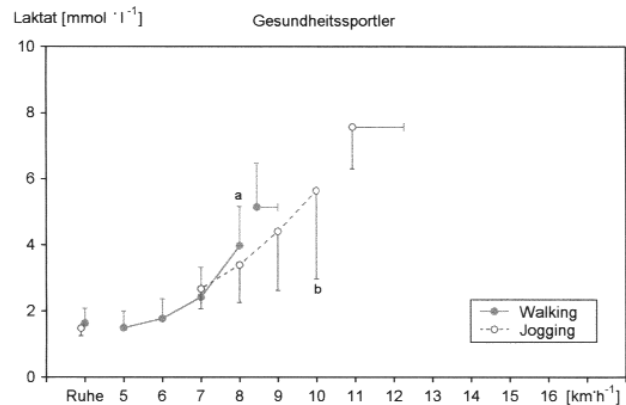


Abbildung 4: Laktat-Leistungskurve der Gesundheits- (oben) und Freizeitsportler (unten) bei den Feldstufentests Walking und Jogging (a: n=7, b: n= 10, c: n=12) [ $\bar{x} \pm s$ ]

### Beschwerden

12 FZ klagten beim Walking ab 8 bzw. 9 km·h<sup>-1</sup> und 4 GS ab 7 bzw. 8 km·h<sup>-1</sup> über prätibiale Muskelschmerzen. Aufgrund technischer Probleme und/oder muskulärer Beschwerden mussten 7 FZ und 3 GS vor Erreichen einer allgemeinen subjektiven Erschöpfung die Belastung abbrechen. Bei 6 Teilnehmern traten keine Beschwerden während Belastung auf. Vereinzelt wurden auch muskuläre Beschwerden der Oberschenkel- und Wadenmuskulatur angegeben. Im Gegensatz zu den lokalen Beschwerden beim Walking trat beim Jogging lediglich eine allgemeine Muskelermüdung auf der letzten Belastungsstufe auf.

### Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wurde das metabolische und kardiozirkulatorische Beanspruchungsprofil bei stufen-

förmig ansteigenden Feldtestverfahren beim Walking und Jogging bei unterschiedlich leistungsfähigen Personen überprüft. Außerdem wurde untersucht, ob durch Walking bei Gesundheits- und Freizeitsportlern eine ausreichende Trainingsintensität möglich ist und inwieweit Intensitätsvorgaben aus der Fahrradergometrie mit der im Walking-Stufentest ermittelten individuellen anaeroben Schwelle übereinstimmen.

Der trainingswirksame Bereich wird je nach Autor unterschiedlich definiert. Beim Ausdauertraining in Form von Walking wird meist Bezug auf die Empfehlungen des American College of Sports Medicine (ACSM) (1) genommen, die, abhängig von der Leistungsfähigkeit, Herzfrequenzbereiche von 55/65 – 90 % der maximalen Herzfrequenz als trainingswirksam ansehen. Nach Untersuchungen von *Morris/Hardman* (13), *Porcari et al.* (16) und *Santiago et al.* (19) ist eine Mindestintensität oberhalb von 70 % der maximalen Herzfrequenz erforderlich, um die Ausdauerleistungsfähigkeit zu steigern. Bei Bezug auf die maximale Sauerstoffaufnahme, fordern *Jetté et al.* (11) und *Pollock et al.* (15) Intensitäten oberhalb von 60 % der maximalen Sauerstoffaufnahme, wohingegen das ACSM eine Mindestintensität von 50 % der maximalen Sauerstoffaufnahme für primär Untrainierte angibt. Die vorliegende Studie orientierte sich an den Vorgaben des ACSM.

Sowohl die Freizeit- als auch die Gesundheitssportler erreichen beim Walking an der individuellen anaeroben Schwelle einen Bereich oberhalb 65 % der maximalen Herzfrequenz. Allerdings müssen die Freizeitsportler dabei mit einer deutlich höheren Geschwindigkeit walken als die Gesundheitssportler. Bei den jüngeren leistungsfähigeren Probanden sind teilweise Walking-Geschwindigkeiten oberhalb von 8 bzw. 9 km·h<sup>-1</sup> notwendig, um in den entsprechenden Intensitätsbereich zu gelangen. Dabei traten gehäuft technische Probleme und muskuläre Beschwerden auf. Nach *Porcari et al.* (16) ist deshalb Walking vor allem für ältere Menschen trainingswirksam, da jüngere Personen mit einer höheren maximalen Sauerstoffaufnahme die geforderte Intensität schwieriger erreichen. Im Gegensatz zu den lokalen Beschwerden beim Walking wurde beim Jogging lediglich eine allgemeine Muskelermüdung auf der letzten Stufe angegeben. In der Untersuchung von *Jetté et al.* (11) berichteten die Probanden über gelegentliche muskuläre Ermüdungserscheinungen der Beine beim Walking, gaben aber keine Beschwerden unmittelbar während des Walkings an.

Die beim Walking bei höherer Geschwindigkeit technisch schwierige Realisierbarkeit führte neben den muskulären Beschwerden dazu, dass in dieser Studie die meisten leistungsfähigeren Probanden Walking als unnatürliche Bewegungsform bzw. als unangenehm empfanden. Allerdings fanden *Santiago et al.* (19) beim Jogging eine wesentlich höhere Verletzungs- bzw. überlastungsbedingte Drop-out-Rate von 40 % gegenüber 7 % beim Walking.

Bei beiden Gruppen zeigte sich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen der Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle beim Walking und bei der Fahrradergometrie. Allerdings zeigen Abweichungen von bis zu

17 min<sup>-1</sup>, dass Trainingsempfehlungen anhand der Fahrradergometrie nur bedingt ableitbar sind.

Beim Walking wurde im Maximalbereich und an der individuellen anaeroben Schwelle bei beiden Gruppen eine deutlich niedrigere Laktatkonzentration gemessen als beim Jogging. Die maximale Laktatkonzentration bei der Fahrradergometrie lag aufgrund der intensiveren lokalen muskulären Beanspruchung trotz niedrigerer maximaler Herzfrequenz höher als beim Jogging.

*Bös/Schott* (3) geben für ein moderates Ausdauertraining bei überwiegend aerober Stoffwechsellage ein subjektives Anstrengungsempfinden von „etwas schwer“ (Borg-Skala 13) an, das ACSM (1) empfiehlt einen Anstrengungsgrad von „recht leicht“ bis „etwas schwer“ (Borg-Skala 12 – 13). Die Angaben des subjektiven Anstrengungsempfindens lagen in beiden Gruppen beim Walking innerhalb und beim Jogging etwas oberhalb dieses Bereiches.

Die Übertragbarkeit der anhand von Stufentests ermittelten Intensitätsvorgaben auf länger dauernde Ausdauerbelastungen, wie sie in der Trainingspraxis üblich sind, wird zur Zeit in weiterführenden Untersuchungen überprüft.

Als wesentliche Schlussfolgerungen dieser Studie sind festzuhalten:

Die kardiozirkulatorische und metabolische Beanspruchung sowie das subjektive Anstrengungsempfinden sind im Maximalbereich und an der individuellen anaeroben Schwelle beim Walking deutlich geringer im Vergleich zum Jogging. Alle Probanden erreichen beim Walking bei höheren Geschwindigkeiten (GS ab 7, FZ ab 8 km·h<sup>-1</sup>) dennoch einen trainingseffektiven Bereich oberhalb von 65 % der maximalen Herzfrequenz. Bei den Gesundheitssportlern treten dabei meist keine Beschwerden auf.

Die Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle liegt beim Walking im Mittel ähnlich wie bei der Fahrradergometrie und zeigt einen hochsignifikanten Zusammenhang. Bei individuellen Trainingsherzfrequenzvorgaben aus der Fahrradergometrie ist jedoch zu beachten, dass im Einzelfall deutliche Diskrepanzen möglich sind.

## Literatur

1. American College of Sports Medicine: The recommended quantity and quality for exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscle fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 30 (1998) 975-991
2. Borg G: Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14 (1982) 377-381
3. Bös K, Schott N: Belastungsparameter beim Walking. *Dtsch Z Sportmed* 48 (1997) 145-154
4. Brüggemann G-P: Belastung und Beanspruchung der Haltungs- und Bewegungsorgane beim Sport. In: Wirth, CJ: Überlastungsschäden im Sport. Thieme, Stuttgart, New York 1993, 1-11
5. Coen B, Zieres C, Lieblang-Alff S, Urhausen A, Kindermann W: Laktat- und Herzfrequenzverhalten bei Dauerläufen von Freizeitsportlern. In: Titte, K, K Arndt, W Hollmann (Hrsg): Sportmedizin: gestern-heute-morgen. Barth, Leipzig, Berlin, Heidelberg 1993, 290-293
6. Davison R, Grant S: Is walking sufficient exercise for health? *Sports Med* 16 (1993) 369-373
7. Di Prampero PE: The Energy Cost of Human Locomotion on Land and in Water. *Int J Sports Med* 7 (1986) 55-72

8. *Dickhuth HH, Wohlfahrt B, Hildebrand D, Rokitzki L, Huonker M, Keul J*: Jahreszyklische Schwankungen der Ausdauerleistungsfähigkeit von hochtrainierten Mittelstreckenläufern Dtsch Z Sportmed 39 (1988) 346-353
9. *Duncan JJ, Gordon NF, Scott CB*: Women walking for health and fitness How much is enough? JAMA 266 (1991) 3295-3299
10. *Hagberg JM, Coyle EF*: Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive race walkers. Med Sci Sports Exerc 15 (1983) 287-289
11. *Jetté M, Sidney K, Campbell J*: Effects of a twelve-week walking program on maximal and submaximal work output indices in sedentary middle-aged men and women. J Sports Med 28 (1988) 59-66
12. *Jones NL, Kane JW*: Quality control of exercise measurements. Med Sci Sports 11 (1979) 368-372
13. *Kindermann W*: Ergometrie-Empfehlungen für die ärztliche Praxis. Dtsch Z Sportmed 38 (1987) 244-268
14. *Morris JM, Hardman AE*: Walking to health. Sports Med 23 (1997) 306-332
15. *Pollock ML, Lowenthal DT, Graves JE, Carroll JF*: Ausdauersport im höheren Lebensalter. In: Shephard, RJ, P-O Astrand: Ausdauer im Sport. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1993, 379-394
16. *Porcari J, McCarron R, Kline G, Freedson PS, Ward A, Ross JA, Rippe JM*: Is fast walking an adequate aerobic training stimulus for 30 to 69 year old men and women? Sports Med 15 (1987) 119-129
17. *Rippe JM, Ward A, Porcari DD, Freedson PS*: Walking for health and fitness. JAMA 259 (1988) 2720-2724
18. *Röcker K, Schotte O, Niess A, Heitkamp HC, Dickhuth HH*: Laufbandtestdaten und Wettkampfprognosen für den Langstreckenlauf. Dtsch Z Sportmed 48 (1997) 315-323
19. *Santiago M, Alexander J, Stull G, Serfass R, Hayday A, Leon A*: Physiological responses of sedentary women to a 20-week conditioning program of walking or jogging. Scan J Sports Sci 9 (1987) 33-39
20. *Simon G*: Trainingssteuerung im Schwimmsport. Dtsch Z Sportmed 37 (1986) 376-379
21. *Schwarz M, Röger U, Urhausen A, Kindermann W*: Cardiovascular and metabolic stress of walking versus jogging during the rehabilitation in coronary patients. Int J Sports Med 19, Suppl (1998) 13
22. *Stegmann H, Kindermann W, Schnabel A*: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. Int J Sports Med 2 (1981) 160-165

**Korrespondenzadresse:**

**Markus Schwarz**  
**Institut für Sport- und Präventivmedizin/  
 Sportwissenschaftliches Institut**  
**Universität des Saarlandes**  
**66041 Saarbrücken**  
**E-mail: mschwarz@mxuni-saarland.de**

**...und dann kommt der Augenblick, in dem eine schlecht verheilte Verletzung richtig teuer wird!**



**LaserPen® kostet weniger als Sie denken. Fax 0 61 03 / 7 06 43 29.**