



Effekte des „Cross-Shapers“ auf den Energieverbrauch, die Sauerstoffaufnahme und die Herzfrequenz.

Simon von Stengel, Tobias Meyer, Wolfgang Kemmler

Institut für Medizinische Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Hintergrund und Ziele

Die Ausdauerleistungsfähigkeit stellt im Zusammenhang mit Gesundheit eine Schlüsselkomponente innerhalb der motorischen Hauptbeanspruchungsformen dar (ACSM, 1998; Haskell et al., 2007). Zahlreiche Studien belegen u.a. den Stellenwert der aeroben Fitness im Zusammenhang mit der Reduktion von gesundheitlichen Risikofaktoren, der Vermeidung von Krankheiten, der Mortalität und dem Erhalt der physischen Leistungsfähigkeit (Bassuk et al., 2005; Buksch et al., 2010; Jolliffe et al., 2001; Manini et al., 2006; Swain et al., 2006).

Die am meisten praktizierten Inhalte eines Ausdauertrainings stellen Walking und Laufen dar. Während Laufen durch die charakteristische Flugphase mit einer hohen Belastung der Gelenke verbunden ist, stellt Walking einen „sanften“ Trainingsinhalt dar, der die größte Zielgruppe erschließt, da er nahezu von jedem risikofrei praktiziert werden kann. Problematisch ist, dass beim Walking eine Steigerung der Intensität über die Geschwindigkeit nur begrenzt möglich ist und Walking demnach von vielen (v.a. Gesunden, Normalgewichtigen) in einem Intensitätsbereich praktiziert wird, der sowohl hinsichtlich der Herz-Kreislauf-Wirksamkeit (Swain et al., 2006) als auch der Wirkung auf das Trainingsziel „Gewichtsreduktion“ suboptimal ist (Stiegler et al., 2006; Toth et al., 1999). Ein weiterer Nachteil ist, dass bei der „Beinsportart“ Walking die Muskulatur des Oberkörpers nahezu komplett vernachlässigt wird.

In der Vergangenheit wurden bereits verschiedene Versuche unternommen in den Sportarten Walking durch den Einsatz von Geräten Muskelgruppen des Oberkörpers vermehrt in das Training einzubeziehen (Hanteln, Gewichtsmanschetten, Nordic-Walking-Stöcke) und dadurch die Wirksamkeit des Trainings zu steigern. In der vorliegenden Pilotstudie untersuchten wir die Wirkung eines neuen Trainingsgerätes, genannt „Cross-Shaper“, auf die Herzfrequenz, Sauerstoffaufnahme und den Energieverbrauch beim Walking mit definierter Geschwindigkeit.

Material und Methoden

Die Untersuchungen fand am Institut für Medizinische Physik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg in der Zeit zwischen September und Oktober 2010 statt. Primäre Studienendpunkte waren „Energieverbrauch“, „Sauerstoffaufnahme“ und „Herzfrequenz“.

Probandenkollektiv

Über Aushänge am Institut für Sportwissenschaft und Sport der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg wurden 12 männliche Probanden im Alter von 20 – 30 Jahren rekrutiert (Alter: 24,6 ($\pm 3,5$) Jahre; Größe: 180,8 ($\pm 6,2$) cm; Gewicht: 78,1 ($\pm 12,6$) kg). Alle Teilnehmer wurden über Ziele und Risiken der Studie aufgeklärt und gaben vor Studienbeginn Ihre schriftliche Einwilligungserklärung ab.

Studiendesign

Bei der Studie handelt es sich um eine crosssektionale¹, randomisierte Studie im Cross-Over-Design. Jeder Proband absolvierte zwei Testläufe unter unterschiedlichen Bedingungen (Walking ohne Gerät; Walking mit „Cross-Shaper“). Unter jeder Bedingung erfolgten demnach 12 Testläufe, die bezüglich der beschriebenen Parameter miteinander verglichen wurden. Die Reihenfolge der Läufe war randomisiert, d.h. per Zufall führte die Hälfte der Probanden zuerst den Test ohne Geräte durch, gefolgt vom Test mit Gerät, während bei der anderen Hälfte der Probanden die Reihenfolge umgekehrt war. Insgesamt wurden nach dieser Vorgehensweise 24 spiroergometrische Walkingtests innerhalb von 4 Wochen unter gleichen klimatischen Bedingungen durchgeführt.

Belastungsprotokoll

Die spiroergometrischen Walkingtests erfolgten als Feldtest auf einem Rundparcour mit einer Länge von 815 Metern, wobei jeweils zwei Runden je Bedingung (Walking mit vs., ohne „Cross-Shaper“) gelaufen wurden. Die reine Testzeit betrug 15 Minuten pro Bedingung. Die Walking-Geschwindigkeit betrug 6,5 Km/h und wurde über ein Begleitfahrrad mit Tachometer kontrolliert. Die Probanden absolvierten wie beschrieben zwei Walkingtests, wobei zwischen den Tests eine Pause von 5 Minuten eingehalten wurde.

Vor dem Test erfolgte zeitnah² für alle Teilnehmer eine zweimalige Technikschiulung mit dem „Cross-Shaper“ zur Sicherstellung eine korrekten technischen Ausübung dieser Bewegungsform während der Testbedingungen. Beim Kontrolllauf wurde beim Walking ein aktiver, dynamischer Armschwung, bei 90° gebeugten Ellenbogen, instruiert. Zur Gewährleistung einer Untersucherobjektivität erfolgte die Instruktionen bei den Tests generell standardisiert.

¹ Querschnittsuntersuchung im Sinne der Erfassung der akuten organismischen Reaktion auf unterschiedliche Bedingungen.

² Zwei Einheiten à 30 min am 3 sowie 1 Tag vor Belastung.

Messungen

Pulsdiagnostik

Über einen Pulsgurt (Polar T 61, Büttelborn, Deutschland) wurde die Herzfrequenz erfasst, telemetrisch an das Spirometriesystem (Oxycon mobile, Viasys, Conshohocken, PA, USA) gesendet und kontinuierlich aufgezeichnet. Es wurden die Mittelwerte der 15-minütigen Testbedingungen gebildet.

Spiroergometrie

Folgende respiratorische Parameter wurden mittels der Methode der Spirometrie (s.o.) permanent abgeleitet und in 30-Sekunden Intervallen aufgezeichnet:

- Ventilation (l/min)
- Sauerstoffaufnahme (ml/min),
- Energieverbrauch (kcal/h),
- Fettverbrauch (kcal/h),
- respiratorischer Quotient.

Für die entsprechenden Parameter wurden die Mittelwerte der jeweiligen Testbedingung gebildet. Zum besseren Verständnis wurden zudem metabolische Äquivalente (METs) berechnet, die Rückschlüsse auf die absolute Intensität der körperlichen Belastung erlauben³.

Statistische Auswertung

Die nötige Fallzahl wurde mit dem Programm G*Power 3.0.3. (Universität Kiel, Germany) ermittelt. Die Basis der formalen Fallzahlberechnung war der primäre Studienendpunkt „Energieverbrauch“.

Alle statistischen Kenngrößen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 18.0 berechnet. Alle Daten werden als Mittelwerte mit Standardabweichungen angegeben. Mittelwertsunterschiede zwischen „Cross-Shaper“ und Walkinggruppe wurden für alle primären und sekundären Endpunkte bei gegebener Normalverteilung per T-Test oder im Falle fehlender Normalverteilung per Mann Whitney-U-Test analysiert. Es wurde ein Signifikanzniveau von 5% festgelegt. Eine α -Fehleradjustierung wurde nicht vorgenommen. Zur Berechnung von Effektstärken (ES) wurde der Test von Cohen (Cohen`s d) (Cohen, 1988) herangezogen. Nach Cohen gelten Effektstärken („Effect-Size“) von $d \leq 0.2$ als „gering“, $d \approx 0.5$ als „moderat“ und $d \geq 0.8$ als „hoch“.

³ 1 MET entspricht dem Ruheumsatz im Liegen, bzw. angenähert dem Energieverbrauch in Kalorien pro kg Körpergewicht in einer Stunde. Aktivitäten < 3.0 METs gelten als leichte körperliche Aktivitäten, solche über 6 METs als schwere körperliche Aktivitäten.

Ergebnisse

Die Werte eines Laufes eines Probanden waren aufgrund technischer Probleme nicht auswertbar. Demnach gingen 22 Testläufe von 11 Probanden in die Analyse ein. Tab. 1 stellt die Mittelwerte (und Standardabweichung) der Testläufe ohne Gerät im Vergleich zu den Testläufen mit Gerät dar.

Bedingung Parameter	Walking ohne Gerät	Walking mit Cross-Shaper	Differenz (%)	p ⁴	Effect size ⁵
Energieverbrauch (kcal/h)	439,7 (±84,9)	530,0 (±86,2)	20,5	0,042	1,06
Sauerstoffaufnahme (ml/min/kg Körpergewicht)	19,7 (±1,1)	23,8 (±1,2)	20,1	0,000	>2.0
Herzfrequenz (s)	107,0 (±12,7)	120,9 (±11,4)	13	0,014	1,15
Ventilation (l/min)	39,2 (±9,5)	47,8 (±9,1)	21,9	0,042	0,92
Fettverbrauch (kcal/h)	247,1 (±90,3)	279,1 (±109,4)	13	0,463	0,32
Respir. Quotient (VCO_2/VO_2)	0,82 (±0,06)	0,83 (±0,06)	1,2	0,734	0,17

Tab. 1: Erfasste Parameter (Mittelwert ± Standardabweichung) während Walking ohne Gerät **im Vergleich zu Walking mit dem Cross-Shaper. Prozentualer Unterschied, P-Wert und Effect-Size für den Unterschied zwischen den Bedingungen (t-Tests).**

Die Verwendung des Cross-Shapers zeigte einen signifikanten Effekt (Zwischengruppenunterschied) für die Parameter „Energieverbrauch“ (Differenz: 90 kcal/h oder 20,5%)⁶, „Sauerstoffaufnahme“ (Differenz: 4,1 ml/min/kg oder 20,8%) und „Herzfrequenz“ (Differenz: 14 Schlägen/min oder 13%) zugunsten der „Cross-Shaper“-Bedingung. Analog zeigten sich signifikante Unterschiede für das ventilierte Luftvolumen (9 Liter/min oder 21,9%). Der Respiratorische Quotient als Maß für den Anteil der Fett- und Kohlenhydratverbrennung am Gesamtstoffwechsel war unter beiden Bedingungen gleich. Basierend auf dem erhöhten Energieverbrauch bei prozentual gleichbleibendem Fettanteil war unter Verwendung des Cross-Shapers die Fettverbrennung um 28 kcal/h tendenziell (nicht signifikant) höher (13%).

Diskussion

Ziel der vorliegenden Pilotstudie war die Erfassung der akuten Wirkung des Cross-Shapers auf kardiale, metabolische und respiratorische Parameter während einer definierten Walking-

⁴ Irrtumswahrscheinlichkeit. Ein Wert unter 0,05 bedeutet, dass die Ergebnisse statistisch signifikant sind (überzufällig; Irrtumswahrscheinlichkeit <5%).

⁵ Die Effektstärke gibt die Größe des Unterschiedes zwischen Verum- (hier Cross-Shaper) und Kontrollgruppe (Walking) an und hängt nicht wie der p-Wert (Signifikanz) vom Stichprobenumfang ab.

Belastung. Zur Untersuchung der Fragestellung wählten wir ein Querschnittsdesign, wobei jeder Proband unter spiroergometrischer Erfassung entsprechender Parameter zwei Testbedingungen absolvierte: (1) Walking ohne Gerät, (2) Walking mit Cross-Shaper. Der Cross-Shaper erwies sich in der vorliegenden Studie als wirksam im Vergleich zu Walking ohne Gerät, bei identischer Geschwindigkeit die Herzfrequenz, die Ventilation, die Sauerstoffaufnahme und den Energieverbrauch signifikant zu steigern, wobei sich der respiratorische Quotient als Maß des Anteils der utilisierten Substrate nicht veränderte. Die gesteigerte kardiale, pulmonale und metabolische Reaktion unter Verwendung des Cross-Shapers ist über eine Aktivierung zusätzlicher Muskelgruppen im Arm-, Schultergürtel-, und Rumpfbereich zu erklären, die beim Walking ohne Gerät weniger, bzw. nicht aktiv sind. Die Geräte erfordern in allen Bewegungsphasen einen Einsatz der Arm- und Schultermuskulatur bei gleichzeitiger Stabilisierungsarbeit des Rumpfes.

Die erfasste Erhöhung der Herzfrequenz ist vor dem Hintergrund eines wirksamen Herz-Kreislauf-Trainings positiv zu bewerten. Es existiert eine Reihe von Studien, die belegen, dass ein intensives Training (70-80% der maximalen Herzfrequenz) hinsichtlich der Steigerung von Herz-Kreislauf-Leistungsparametern einem wenig intensiven Ausdauertraining (50-60%) eindeutig überlegen ist (Swain et al., 2006). Da entsprechende Intensitätswerte beim Walking nur von den Wenigsten erreicht werden, ist der Einsatz von Zusatzgeräten zur Intensivierung des Trainings empfehlenswert. In diesem Zusammenhang wäre eine Längsschnittstudie wünschenswert, die den Effekt des Cross-Shapers auf die Entwicklung der Herz-Kreislauf-Leistungsfähigkeit im Verlauf eines mehrwöchigen Trainings erfasst.

Der um 20 Prozent erhöhte Kalorienverbrauch leistet einen Beitrag zur Realisation des häufig definierten Trainingsziels „Gewichtsreduktion“. Ferner ist der gesteigerte Metabolismus im Zusammenhang mit der Prävention (oder auch Rehabilitation) von Stoffwechselerkrankungen positiv zu bewerten. Die Steigerung des Energieverbrauchs (im Vergleich zu Walking) erfolgt bei Konstanterhaltung der Geschwindigkeit über eine zusätzliche Aktivierung von Muskelgruppen. Da die Intensität der arbeitenden Muskulatur nicht erhöht wird (wie dies bei einer Steigerung der Geschwindigkeit der Fall wäre), bleibt der prozentuale Anteil der Fettverbrennung erhalten, was sich in der vorliegenden Studie durch den gleichbleibenden respiratorischen Quotienten ausdrückt. Wenngleich in der vorliegenden Studie statistisch nicht signifikant⁷, ist eine Erhöhung der Fettverbrennung die logische Konsequenz. Eine Intensivierung des Trainings durch eine Steigerung der Laufgeschwindigkeit geht umgekehrt zwangsläufig mit einer prozentual verminderten Fettutilisation bei gleichzeitig ansteigenden Milchsäurewerten einher. Ein gesteigerter Energie- und Fettverbrauch bei moderaten Stoffwechselintensitäten im aeroben Bereich ist sowohl aus präventiv- als auch aus rehabilitativmedizinischer Sicht wertvoll.

⁶ Entsprechend 1,2 METs (5,6 vs 6,8 METs oder 20,8%); MET: Metabolisches Äquivalent (metabolic equivalent) entspricht dem Grundumsatz also 3.5 ml/kg Körpergewicht/min.

⁷ Problematisch ist in diesem Zusammenhang die relativ geringe Probandenzahl in der vorliegenden Studie, wonach die Unterschiede sehr ausgeprägt sein müssen um statistisch das Signifikanzniveau zu erreichen. Demnach ist die Wahrscheinlichkeit eines Beta-Fehlers (falsch-negatives Ergebnis) hoch.

Nachdem in der vorliegenden Studie ausschließlich kardiale und metabolische Parameter erhoben wurden, kann über die Wirkung des Cross-Shapers auf den Bewegungsapparat lediglich spekuliert werden. Aus orthopädischer Sicht ist die Aktivierung nahezu aller großer Muskelgruppen und Gelenksysteme des Bewegungsapparates auf physiologische Art und Weise (Lokomotion in physiologischem diagonalen Muster) bei gleichzeitig geringer Gelenkbelastung hervorzuheben. Erwähnenswert ist, dass beim Cross-Shaper im Vergleich zu Nordic Walking den Armen auch in der Anteversion⁸ eine Aktivität (gegen einen Gummizug) abverlangt wird. Studien, die die Gelenkbelastung quantifizieren oder die Wirkung eines Trainings mit dem Cross-Shaper bei bestehenden orthopädischen Beschwerden untersuchen, stehen jedoch noch aus.

Zusammenfassend stellt der Cross-Shaper ein Trainingsgerät dar, das sich in der vorliegenden Studie als wirksam erwies die Herzfrequenz, die Sauerstoffaufnahme und den Energieverbrauch signifikant zu steigern und dessen Einsatz beim Walking demnach zur Steigerung des Energieverbrauchs und Intensivierung eines Herz-Kreislauf-Trainings empfohlen werden kann.

Literatur

- ACSM. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30: 975-991.
- Bassuk, S. S., & Manson, J. E. Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *J Appl Physiol.* 2005; 99: 1193-1204.
- Buksch, J., & Schlicht, W. Reduziert sich das Mortalitätsrisiko sowohl für normal- als auch übergewichtige Personen durch körperliche Aktivität? *Dtsch Z Sportmed.* 2010; 61: 72-78.
- Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale, NJ Lawrence Earlbaum Associate: 1988.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007; 116: 1081-1093.
- Jolliffe, J. A., Rees, K., Taylor, R. S., Thompson, D., Oldridge, N., & Ebrahim, S. Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2001: CD001800.
- Manini, T. M., Everhart, J. E., Patel, K. V., Schoeller, D. A., Colbert, L. H., Visser, M., et al. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA.* 2006; 296: 171-179.
- Stiegler, P., & Cunliffe, A. The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. *Sports Med.* 2006; 36: 239-262.
- Swain, D. P., & Franklin, B. A. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am J Cardiol.* 2006; 97: 141-147.
- Toth, M. J., Beckett, T., & Poehlman, E. T. Physical activity and the progressive change in body composition with aging: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31: S590-596.

⁸ Nach vorne Führen