

Billy Sperlich¹, Matthias Haegeler^{1,2}, Simon Nitsch^{1,2}, Jennifer Wegrzyk^{1,2}, Malte Krüger^{1,2}, Joachim Mester^{1,2}

¹ Institut für Trainingswissenschaft und Sportinformatik, Deutsche Sporthochschule Köln

² Deutsches Forschungszentrum für Leistungssport «momentum», Deutsche Sporthochschule Köln

Bekleidung mit unterschiedlicher Kompressionsfläche hat keinen Einfluss auf die Ausdauerleistungsfähigkeit

Zusammenfassung

Studienergebnisse deuten drauf hin, dass das Tragen von Kompressionsbekleidung die Ausdauerleistungsfähigkeit verbessern könnte. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss unterschiedlicher Druckflächen auf die Ausdauerleistungsfähigkeit bei drei verschiedenen Arten von Kompressionsbekleidung zu analysieren. An der Studie beteiligten sich 15 männliche Ausdauerathleten (Alter: $27,1 \pm 4,8$ Jahre, Größe: $183,1 \pm 7,6$ cm, Gewicht: $76,3 \pm 7,6$ kg, relative maximale O_2 -Aufnahme: $63,7 \pm 4,9$ ml/kg/min). Die Studie bestand aus 5 Einzeltestungen. Als Eingangsdiagnostik wurde ein spiroergometrischer Stufentest (Beginn: 2,8 m/s, Stufenerhöhung: 0,4 m/s, Stufendauer: 5 min) durchgeführt. Anschließend folgten in randomisierter Reihenfolge vier Dauertests mit unterschiedlicher Bekleidung: 1) nicht komprimierende Laufbekleidung, 2) knielange Kompressionssocken (94% Polyamid, 6% Lycra), 3) lange Kompressionslaufhose (81% Polyester, 19% Lycra), 4) Ganzkörperkompression bestehend aus einer langen Kompressionslaufhose und langem Kompressionsoberteil (81% Polyester, 19% Lycra). Die Dauertests begannen mit einer 15-minütigen submaximalen Belastung bei 70% maximaler O_2 -Aufnahme. Nach einer 2-min-Pause folgte eine maximale Ausbelastung bis zur subjektiven Erschöpfung. Die Laktatkonzentration, O_2 -Sättigung sowie der pH wurden jeweils vor dem Test, nach 15 min und unmittelbar nach Abbruch erhoben. Keiner der erfassten Parameter zeigte statistisch signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Bekleidungsarten. Die Zeit bis zur Erschöpfung sowie die Herzfrequenz waren zwischen den Textilien statistisch ebenfalls nicht unterschiedlich. Zusammenfassend kann geschlossen werden, dass während submaximaler und maximaler Ausdauerbelastung die untersuchten Bekleidungsstücke mit unterschiedlichen Kompressionsflächen keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und die untersuchten physiologischen Kenngrößen hatten.

Schlüsselwörter:

Kompression, Textilien, Sauerstoffaufnahme, Laktatkonzentration

Abstract

Studies indicate that wearing compression garments might have an endurance enhancing effect. The aim of the study was to compare the effects of three different textiles with increasing amount of compressive surface to running gear without compression on physiological variables and endurance performance. Fifteen well trained endurance athletes (age: 27.1 ± 4.8 years, height: 183.1 ± 7.6 cm, weight: 76.3 ± 7.6 kg, maximal O_2 consumption: 63.7 ± 4.9 ml/min/kg) performed four sub-maximum and an incremental test (initial increment: 2.8 m/s, increase: 0.4 m/s every 5 min) without and with compression stockings (94% polyamide, 6% Lycra), tights (81% polyester, 19% Lycra) and whole body compression suits (81% polyester, 19% Lycra). The sub-maximum tests lasted 15 min and were performed at $\sim 70\%$ VO_{2max} . Before, during, and after all tests arterial lactate concentration, oxygen saturation, pH, oxygen uptake and heart rate were recorded. Additionally, time to exhaustion was assessed. No statistical differences were found for any physiological value. In summary, wearing compression clothing with increasing amounts of compressive surface showed no effects on sub-maximum and maximum endurance performance.

Key words:

compression, textile, performance, oxygen uptake, lactate concentration

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 57 (4), 132–135, 2009

Einleitung

Schon seit mehreren Jahren werden Textilien mit extradermaler kompressiver Wirkung zur Prophylaxe gegen tiefe Beinvenenthrombosen eingesetzt. Aufgrund der kostengünstigen und einfachen Anwendung wird diese Methode im klinischen Alltag gegenüber anderen mechanischen und pharmakologischen Massnahmen oft bevorzugt. Ein externer Druck von ~ 15 mm Hg führt dabei zu einer 20%igen Reduktion des venösen Querschnitts (Litter,

1952), insbesondere des venösen Systems der unteren Extremitäten (Meyerowitz und Nelson, 1964; Stanton et al., 1949) und erhöht dadurch den mittleren Blutfluss sowie den venösen Rückstrom bei inaktiven bzw. ruhenden Patienten und Langstreckenflugeisenden (Gandhi et al., 1984; Lawrence und Kakkar, 1980).

Eng anliegende Kompressionsbekleidung hat speziell bei Leistungs- und Breitensportlern in Ausdauersportarten wie dem Mittel- und Langstreckenlauf und dem Triathlonsport Einzug gehalten. Das Tragen von Kompressionsstrümpfen während Stu-

festests zeigt im Vergleich zu nicht kompressiven knielangen Socken eine signifikant erhöhte Laufgeschwindigkeit an der aeroben ($13,02 \pm 1,10$ vs. $12,74 \pm 1,04$ km/h) und anaeroben Schwelle ($14,11 \pm 1,13$ vs. $13,90 \pm 1,13$ km/h [Kemmler et al., 2009]). Auch beim Stufentest im Radfahren führt das Tragen von Kompressionsstrümpfen bei unveränderter maximaler O_2 -Aufnahme zu einer erhöhten Leistung an der anaeroben Schwelle (260 ± 45 vs. 245 ± 56 W).

Weiterführende Entwicklungen zeigen, dass nicht nur das Tragen von Kompressionsstrümpfen (Kraemer et al., 2001; Maton et al., 2006), sondern auch die Vergrößerung der komprimierend wirkenden Fläche durch Kompressionshosen (French et al., 2008) oder Ganzkörperanzüge von wissenschaftlichem Interesse sein könnten (Duffield und Portus, 2007).

Der Vergleich der Leistungsfähigkeit und der physiologischen Parameter bei Untersuchungen von komprimierender bzw. nicht komprimierender Kleidung stellt sich in der wissenschaftlichen Fachliteratur oft widersprüchlich dar. Ursachen dieser Unterschiede können verschiedene Testprotokolle, der applizierte Druck bzw. die Größe der komprimierten Fläche sein. Weiterhin sind Abweichungen dadurch erklärbar, dass manche Parameter wie z.B. der Blutfluss nur bedingt während maximaler Muskelkontraktion messbar sind. Ferner führen geringe Fallzahlen, fehlende Kontrollgruppen und geringe Effektstärken zu unterschiedlichen Studienergebnissen.

Eine Leistungssteigerung durch Kompressionsbekleidung kann durch eine verbesserte periphere Durchblutung bzw. einen erhöhten venösen Rückstrom (Agu et al., 1999; Ibegbuna et al., 1997) erklärt werden. Durch den erhöhten extradermalen Druck verringert sich der Gefäßdurchmesser, wodurch es zu einer Volumenumverteilung vom oberflächlichen in das tiefe Venensystem kommt (Brown und Brown, 1986). Weiterhin führt die Kompression zu einer erhöhten Überlappung der Venenklappen (Bergan und Sparks, 2000), was neben der Volumenverschiebung einen verbesserten Blutfluss bzw. gesteigerten venösen Rückstrom (Agu et al. 1999; Ibegbuna et al., 1997) begünstigt. Insbesondere bei ausdauernder körperlicher Belastung könnte dieser Volumenshift die O_2 -Verfügbarkeit im Kapillarnetz der Muskulatur erhöhen, was eine Zunahme der O_2 -Dichte pro Zeit bzw. Volumeneinheit und somit des verfügbaren O_2 -Angebots zur Folge hat (Bringard et al., 2006). Aus der Erhöhung der O_2 -Aufnahme könnte eine entsprechende Steigerung der Laktatoxidation resultieren. Trotz einer andauernden Diskussion über die Gründe der muskulären Azidose (Boning und Maassen, 2008) kann vermutet werden, dass eine erhöhte Laktatkonzentration mit einer Akkumulation von H^+ -Ionen einhergeht, welche zumindest eine Teilschuld an der muskulären Ermüdung zu haben scheint (Green, 1997). Demnach könnte eine eventuell erhöhte Laktatoxidation durch Kompression auch die Konzentration der H^+ -Ionen verringern, was die muskuläre Leistungsfähigkeit positiv beeinflussen würde.

Bis heute ist keine Untersuchung über den Effekt unterschiedlicher Kompressionsflächen (Socken vs. Laufhose vs. Ganzkörperanzug) während unterschiedlicher Belastungsintensitäten (submaximal vs. maximal) bei trainierten Ausdauersportlern bekannt.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die Effekte dreier Laufbekleidungen mit unterschiedlichen Kompressionsflächen sowohl auf die Ausdauerleistungsfähigkeit als auch auf physiologische Variablen zu untersuchen.

Material und Methoden

An der Studie beteiligten sich 15 männliche Leistungssportler (Alter: $27,1 \pm 4,8$ Jahre, Grösse: $183,1 \pm 7,6$ cm, Gewicht: $76,3 \pm 7,6$ kg, relative maximale O_2 -Aufnahme: $63,7 \pm 4,9$ ml/kg/min) aus den Sportarten Triathlon sowie Langstreckenlauf (Laufgeschwindigkeit bei 4 mmol/l Laktat: $15,1 \pm 1,4$ km/h). Alle Sportler nahmen regelmäßig an Ausdauerwettkämpfen teil. Jeder der Teilnehmer wurde zu Studienbeginn sportmedizinisch inklusive Ruhe-EKG-Messung untersucht. Sämtliche Teilnehmer wurden vor Beginn der Studie über den Studienverlauf sowie potenzielle Risiken auf-

geklärt, bevor sie eine schriftliche Einverständniserklärung unterschrieben. Die Studie entsprach den Richtlinien der Deklaration von Helsinki und steht in Übereinstimmung mit den Richtlinien der Ethikkommission der Deutschen Sporthochschule Köln.

Jeder Athlet absolvierte zuerst einen Stufentest (Anfangsgeschwindigkeit: 10 km/h; Stufenerhöhung: 1,4 km/h; Stufendauer: 5 min) auf einem Laufband (Serie ELG 90 med extra large, Firma Woodway, Lörrach, Deutschland). Am Ende jeder Stufe wurden zur Bestimmung der arteriellen Laktatkonzentration 20 μ L Blut aus dem Ohrfläppchen entnommen und anschliessend enzymatisch-amerometrisch analysiert (EBIO plus, Eppendorf, Hamburg, Deutschland). Die Herzfrequenz wurde fortlaufend registriert (Polar S810, Kempele, Finnland). Die O_2 -Aufnahme wurde mittels offener Einzelatemzuganalyse (600USB, ZAN, Oberthulba, Deutschland) erfasst.

Anschliessend absolvierten alle Probanden vier Dauertests mit unterschiedlicher Bekleidung in randomisierter Reihenfolge. Die Intensität wurde ausgehend vom Stufentest festgelegt und betrug in den ersten 15 min 70% maximale O_2 -Aufnahme. Nach einer 2-min-Pause erfolgte eine maximale Belastung bei der Abbruchgeschwindigkeit des Stufentests. Dabei wurde die Zeit bis zur Erschöpfung (T_{lim}) ermittelt. Die Pause zwischen den einzelnen Dauertests betrug sieben Tage.

Während der Dauertests wurden sowohl sämtliche spirometrischen Daten als auch die Herzfrequenz fortlaufend registriert. Die Bestimmung der Laktatkonzentration erfolgte aus 20 μ L kapillarem Vollblut sowohl vor dem Test als auch nach 15 min sowie nach Testende. Zu den gleichen Messzeitpunkten erfolgte die Messung der Sauerstoffsättigung und des pH (AVL OMNI 3, Roche Diagnostics, Basel, Schweiz) aus 120 μ L kapillarem Ohrfläppchenblut.

Als Kompressionsbekleidung wurden verwendet (Craft of Scandinavia, Borås, Schweden): 1) knielange Kompressionssocken, bestehend aus 94% Polyamid und 6% Lycra, 2) lange Kompressionslaufhose (81% Polyester und 19% Lycra), 3) lange Kompressionslaufhose sowie ein langärmliges Kompressionsshirt (81% Polyester und 19% Lycra). Eine nicht komprimierende weite Laufbekleidung wurde als Kontrolle gewählt. Bei jedem Probanden wurden die Kleidungsgrößen entsprechend dem Anpressdruck ausgewählt. Dieser sollte für alle Testsituationen gleich sein. Zur Messung des Anpressdrucks wurde ein digitales Manometer GDH 200-13 (Greisner Electronic, Regenstauf, Deutschland) verwendet, welches über einen 8-mm-Schlauch mit einem Messballon verbunden wurde. Die Messung erfolgte in Anlehnung an die Methode von Bringard et al. (2006).

Statistik

Die Darstellung der Ergebnisse der zentralen Tendenz erfolgte als arithmetisches Mittel \pm Standardabweichung. Als prüfstatisches Verfahren wurde zur Analyse der Effekte der Bekleidungsarten eine einfaktorische Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Hierfür wurde das Softwareprogramm Statistica 7.1 (Statsoft, Tulsa, OK, USA) für Microsoft Windows verwendet. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde $p < 0,05$ festgelegt.

Resultate

Die Verwendung verschiedener Bekleidungsarten mit unterschiedlich grosser Kompressionsfläche führte weder während submaximaler Belastung noch bei physischer Ausbelastung zu statistisch bedeutsamen Unterschieden. Die Ergebnisse sind in *Abbildung 1* zusammengefasst. Die mittlere O_2 -Aufnahme mit Kompressionsbekleidung im Dauertest differiert nichtsignifikant um 0,3–0,7 ml/min/kg (1,3–1,7%) von der Kontrollbekleidung. Im Ausbelastungszustand unterschied sich die mittlere O_2 -Aufnahme mit Kompression um 0,8–5,1 ml/min/kg (0,5–3,1%) von der nicht kompressiven Bekleidung. Die Laktatkonzentration zeigte sich zwischen allen Testsituationen unter Dauerbelastung unverändert. Hier variierten

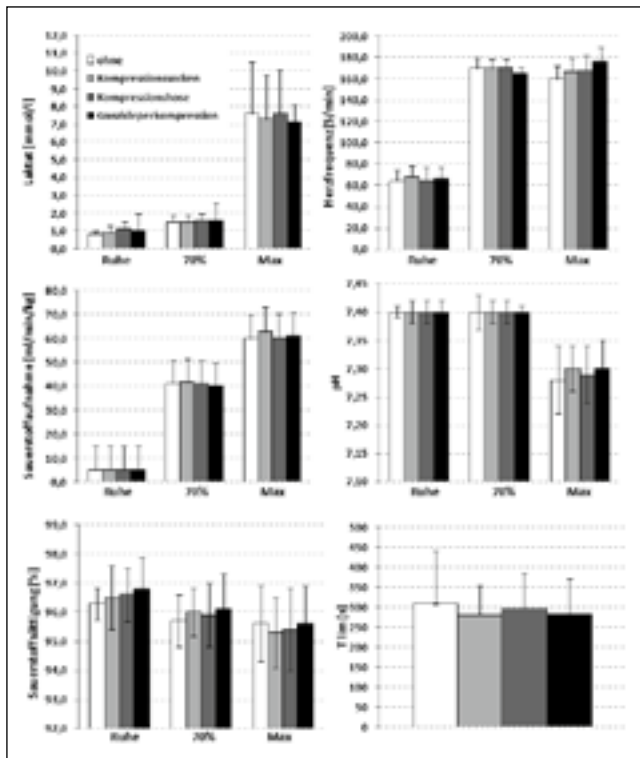


Abbildung 1: Arterielle Laktatkonzentration, Herzfrequenz, relative O₂-Aufnahme, pH, arterielle O₂-Sättigung in Ruhe, während Dauerbelastung bei 70% der maximalen O₂-Aufnahme (70%) und im Ausbelastungszustand (Max) für alle Kleidungsituationen. Rechts unten ist die Zeit bis zur Erschöpfung (T_{lim}) dargestellt.

die Werte um 0,1 mmol/l Laktat zwischen den Textilien. Auch in der Ausbelastung weichen die Laktatkonzentrationen bei der Verwendung von Kompressionskleidung zum Tragen von nicht kompressiver Kleidung (0,1–0,5 mmol/l Laktat) nicht ab. Die Zeit bis zur Erschöpfung wies während des Tragens von Kompressionskleidung im Vergleich zur konventionellen Sportbekleidung ebenfalls keine statistischen Unterschiede auf (Abb. 1).

Diskussion

Diese Studie untersuchte die Effekte unterschiedlich applizierter Druckflächen auf ausgewählte respiratorische und metabolische Parameter sowie auf die körperliche Leistungsfähigkeit. Anhand der gemessenen Variablen konnten keine statistischen Unterschiede in sämtlichen Parametern gefunden werden.

Der Einfluss von Kompressionsbekleidung bezüglich möglicher Leistungssteigerungen, einer veränderten O₂-Aufnahme sowie Laktatkonzentrationen wird in der Forschung kontrovers diskutiert. Bernhardt und Andersen (2005) führten an 13 Probanden einen Shuttle-Run-Test durch. Die Autoren schlossen von der zurückgelegten Strecke bzw. Stufenanzahl auf die O₂-Aufnahme, die mit und ohne KompressionssHORTS keine Unterschiede zeigt (49,64 ± 8,34 ml/kg/min mit KompressionssHORTS vs. 49,88 ± 8,7 ml/kg/min in der Kontrollgruppe).

Im Gegensatz dazu weisen neuere Studienergebnisse auf eine gesteigerte Leistungsfähigkeit beim Tragen von Kompressionsbekleidung hin (Ali et al., 2007; Scanlan et al., 2008). So zeigt die Verwendung von Kompressionssocken bei einem 10-km-Lauf mit gleichem appliziertem Druck wie in der vorliegenden Studie (18–22 mmHg) nur sehr geringe Unterschiede in der Endlaufzeit (ca. 18 s) im Vergleich zu Laufsocken ohne Kompression (Ali et al., 2007). Neben Kompressionssocken wurden auch die Effekte einer komprimierenden langen Hose auf die maximale O₂-Aufnahme und Leistungsabgabe während 1-h-Zeitfahren auf einem Fahrrad-

ergometer untersucht (Scanlan et al., 2008). Auch hier erweist sich die maximale O₂-Aufnahme durch das Tragen von Kompressionshosen im Vergleich zur Kontrollsituation unbeeinflusst (55,2 ± 6,8 vs. 53,5 ± 6,4 ml/kg/min). Allerdings zeigen die Probanden im Mittel eine signifikant höhere absolute (259,8 ± 44,6 vs. 245,9 ± 55,7 W) und relative Leistung (3,7 ± 0,8 vs. 3,5 ± 0,8 W/kg) beim Tragen von Kompressionshosen.

Bringard et al. (2006) konnten hingegen beim Tragen von Kompressionslaufhosen mit Nahinfrarotspektroskopie einen erhöhten Oxygenierungsgrad des M. gastrocnemius bei 12 Ausdauersportlern nachweisen. Allerdings führte diese Arbeitsgruppe ihre Messungen nur im Ruhezustand durch, wodurch Vergleiche zu maximaler und submaximaler Intensität aufgrund des gesteigerten Blutflusses (Ido et al., 1995) und der Volumenumverteilung (Brown und Brown, 1995) sowie einsetzender Muskelpumpe unmöglich sind. Ein unter Ruhe erhöhter Oxygenierungsgrad führte anhand der vorliegenden Studienergebnisse demnach zu keiner insgesamt veränderten O₂-Aufnahme unter (sub-) maximaler Belastung. Nach dem Fick'schen Gesetz entspricht die O₂-Aufnahme dem Herzzeitvolumen (HZV) multipliziert mit der arteriovenösen O₂-Differenz. Da die O₂-Ausschöpfung bei hoher körperlicher Belastung auf ein Maximum ansteigt und dann konstant (k) bleibt, reflektiert das Verhalten der O₂-Aufnahme unter Belastung das Verhalten des HZV [VO₂ = HZV × k (MacElroy et al., 1988)]. Da in der vorliegenden Studie auch die gemessene Herzfrequenz zwischen allen Bekleidungen von der Kompression unbeeinflusst bleibt, ist anzunehmen, dass auch das Schlagvolumen, als weitere Leistungsdeterminante bei körperlicher Belastung, unbeeinflusst bleibt. Auch eine Studie bei Cricket-Spielern mit unterschiedlichen Ganzkörperanzügen in 30-min-Sprinttests (20-m-Sprint alle 60 s) findet ebenfalls keine Unterschiede in den Herzfrequenzverläufen (Duffield und Portus, 2007).

Obwohl einige Studien eine geringere Laktatkonzentration mit Kompressionsbekleidung nach maximalen und submaximalen Belastungen dokumentieren (Berry und McMurray, 1987; Chatard et al., 2004), konnten wir statistisch keine Unterschiede zwischen den Bekleidungsituationen feststellen. Eine erhöhte Laktatoxidation unter Belastung mit Kompressionsbekleidung und eine dadurch erhöhte aerobe Leistungsfähigkeit wird der erhöhten Zirkulation zugesprochen (Scanlan et al., 2008). Die durch den erhöhten venösen Rückstrom bedingte erhöhte Zirkulation und die um 75% erhöhte Fließgeschwindigkeit (Ido et al., 1995; Lawrence und Kakkar, 1980; Litter, 1952; Stanton et al., 1949) erleichtern den schnelleren Abtransport von Stoffwechselmetaboliten zu anderen laktatverwertenden Geweben (beispielsweise Herzmuskulatur), was eine höhere Laktatoxidation und demnach eine niedrigere arterielle Laktatkonzentration begünstigen würde.

Im intakten, nicht komprimierten Venensystem wird die Richtung des Blutflusses durch die Venenklappen beeinflusst. Die Ventilfunktion lässt nur eine Förderung des Blutes in Richtung des Herzens zu. Im aktiven Muskel bei submaximaler und maximaler Belastung drückt die Muskulatur entsprechend auf die Venenwand und unterstützt aktiv den Transport des Blutes in Richtung des Herzens (sogenannte «Muskelpumpe»). Anhand der unveränderten Laktatkonzentration aller Kleidungsstücke in dieser Studie scheint es zu keiner erhöhten Laktatoxidation durch einen verbesserten Abtransport gekommen zu sein. Auch Berry und McMurray (1987) finden keine reduzierten Laktatkonzentrationen nach einem T_{lim}-Test bei 110% der maximalen O₂-Aufnahme, ebenso wie Houghton et al. (2009) und Duffield und Portus (2007), die auch unveränderte Laktatkonzentrationen nach einem Shuttle-Run-Test ermitteln. Berry und McMurray (1987) beobachten geringfügige Plasmavolumenveränderungen, die für eine veränderte Laktatkonzentration beim Tragen von Kompressionsbekleidung sprechen könnten. Auch Trennell et al. (2006) finden den pH, gemessen mit Hilfe einer 31P-Magnetresonanz-Spektroskopie, unverändert. Dabei waren die Probanden einer exzentrischen Laufbelastung (Laufband mit negativer Steigung) mit Kompressionssocken sowie einer Kontrollkleidung für 30 min ausgesetzt. Durch die vorliegenden Befunde sowie ähnlichen Studien ist davon auszugehen, dass das Tragen von Kompressionskleidung mit unterschiedlich grosser Fläche zu keiner nennenswerten Änderung der Laktatkonzentration beiträgt.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie können keine vor- oder nachteiligen Effekte der untersuchten Kompressionstextilien, unabhängig von der Kompressionsfläche, auf die Zeit bis zur Erschöpfung, die O₂-Aufnahme, die Herzfrequenz, die Laktatkonzentration, die O₂-Sättigung und den pH nachweisen.

Korrespondenzadresse:

Dr. Billy Sperlich, Institut für Trainingswissenschaft und Sportinformatik Deutsche Sporthochschule Köln, Am Sportpark Müngersdorf 6, 50933 Köln, Tel. +49/(0)221/4982-4850; Fax +49/(0)221/4982-8180; E-Mail: sperlich@dshs-koeln.de

Literaturverzeichnis

- 1 Agu O., Hamilton G., Baker D. (1999): Graduated compression stockings in the prevention of venous thromboembolism. *Br. J. Surg.* 86: 992–1004.
- 2 Ali A., Caine M.P., Snow B.G. (2007): Graduated compression stockings: physiological and perceptual responses during and after exercise. *J. Sports. Sci.* 25: 413–419.
- 3 Bernhardt T., Anderson G.S. (2005): Influence of moderate prophylactic compression on sport performance. *J. Strength Cond. Res.* 19: 292–297.
- 4 Bergan J., Sparks S.R. (2000): Non-elastic compression: an alternative in management of chronic venous insufficiency. *J. Wound Ostomy. Cont. Nurs.* 27: 83–89.
- 5 Berry M.J., McMurray R.G. (1987): Effects of graduated compression stockings on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. *Am. J. Phys. Med.* 66: 121–132.
- 6 Boning D., Maassen N. (2008): Lactic acid is/is not the only physicochemical contributor to the acidosis of exercise. *J. Appl. Physiol.* 105: 368.
- 7 Bringard A., Perrey S., Belluye N. (2006): Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise – positive effects of wearing compression tights. *Int. J. Sports Med.* 27: 373–378.
- 8 Brown J.R., Brown A.M. (1995): Nonprescription, padded, lightweight support socks in treatment of mild to moderate lower extremity venous insufficiency. *J. Am. Osteopath. Assoc.* 95: 173–181.
- 9 Chatard J.C., Atlaoui D., Farjanel J., Louisy F., Rastel D., Guezennec C.Y. (2004): Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *Eur. J. Appl. Physiol.* 93: 347–352.
- 10 Duffield R., Portus. M (2007): Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *Br. J. Sports Med.* 41: 409–414.
- 11 French D.N., Thompson K.G., Garland S.W., Barnes C.A., Portas M.D., Hood P.E., Wilkes G. (2008): The effects of contrast bathing and compression therapy on muscular performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 40: 1297–1306.
- 12 Gandhi D.B., Palmar J.R., Lewis B., Schraibman I.G. (1984): Clinical comparison of elastic supports for venous diseases of the lower limb. *Postgrad. Med. J.* 60: 349–352.
- 13 Green H.J. (1997): Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *J. Sports Sci.* 15: 247–256.
- 14 Houghton L.A., Dawson B., Maloney S.K. (2009): Effects of wearing compression garments on thermoregulation during simulated team sport activity in temperate environmental conditions. *J. Sci. Med. Sport* 12: 303–309.
- 15 Ibegbuna V., Delis K., Nicolaidis A.N. (1997): Effect of lightweight compression stockings on venous haemodynamics. *Int. Angiol.* 16: 185–188.
- 16 Ido K., Suzuki T., Taniguchi Y., Kawamoto C., Isoda N., Nagamine N., Ioka T., Kimura K., Kumagai M., Hirayama Y. (1995): Femoral vein stasis during laparoscopic cholecystectomy: effects of graded elastic compression leg bandages in preventing thrombus formation. *Gastrointest. Endosc.* 42: 151–155.
- 17 Kemmler W., von Stengel S., Kockritz C., Mayhew J., Wassermann A., Zapf J. (2009): Effect of compression stockings on running performance in men runners. *J. Strength Cond. Res.* 23: 101–105.
- 18 Kraemer W.J., Bush J.A., Wickham R.B., Denegar C.R., Gomez A.L., Gotshalk L.A., Duncan N.D., Volek J.S., Putukian M., Sebastianelli W.J. (2001): Influence of compression therapy on symptoms following soft tissue injury from maximal eccentric exercise. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 31: 282–290.
- 19 Lawrence D., Kakkar V.V. (1980): Graduated, static, external compression of the lower limb: a physiological assessment. *Br. J. Surg.* 67: 119–121.
- 20 Litter J. (1952): Thromboembolism; its prophylaxis and medical treatment; recent advances. *Med. Clin. North Am.* 36: 1309–1321.
- 21 Maton B., Thiney G., Dang S., Tra S., Bassez S., Wicart P., Ouchene A. (2006): Human muscle fatigue and elastic compressive stockings. *Eur. J. Appl. Physiol.* 97: 432–442.
- 22 McElroy P., Janicki J., Weber K. (1988): Cardiopulmonary exercise testing in congestive heart failure. *Aro. J. Cardiol.* 62: 35A–40A
- 23 Meyerowitz B.R., Nelson R. (1964): Measurement of the velocity of blood in lower limb veins with and without compression. *Surgery* 56: 481–486.
- 24 Scanlan A.T., Dascombe B.J., Reaburn P.R., Osborne M. (2008): The effects of wearing lower-body compression garments during endurance cycling. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 3: 424–438.
- 25 Stanton J.R., Freis E.D., Wilkins R.W. (1949): The acceleration of linear flow in the deep veins of the lower extremity of man by local compression. *J. Clin. Invest.* 28: 553–558.
- 26 Trennell M.L., Rooney K.B., Sue C.M. (2006): Compression garments and recovery from eccentric exercise: a 31P-MRS study. *J. Sports Sci. Med.* 5: 106–114.