
Leistungsdiagnostik und Belastungssteuerung bei Fußballspielern mit mentaler Retardation (MR)¹

Sejm Velic, Lars Brechtel & Roland Wolff

Humboldt Universität zu Berlin

Institut für Sportwissenschaft, Abteilung Sportmedizin

1 Problem

Menschen mit ID (Intellectual Disability) drängen, wie die körperlich behinderten Athleten, zunehmend in den Leistungssport. Andererseits steht den mental retardierten Leistungssportlern keine ausreichende sportmedizinische Betreuung zur Verfügung. Auch stellen übliche leistungsdiagnostische Verfahren, insbesondere unter Laborbedingungen, oftmals kein geeignetes Mittel zur Einschätzung der maximalen Leistungsfähigkeit und Ausdauerleistungsfähigkeit dar (Seidl, 1987, S. 106).

In der Literatur wird der Shuttle Run – ein 20-m-Pendellauf – als ein einfaches leistungsdiagnostisches Mittel sowie als Methode zur indirekten Bestimmung der aeroben Kapazität (VO_{2max}) sowohl für gesunde, kranke und mental retardierte Individuen dargestellt (Anderson, 1992, S. 304; Fernhall, 1998, S. 602; Freeman, 1990, S. 31; Leger, 1988, S. 93; Leger, 1982, S. 1; McNaughton, 1996, S. 85; Poortmans, 1986, S. 195; Tomkinson, 2003, S. 285). Der Shuttle Run ist ein von Leger und Lambert entwickelter Pendellauf mit ansteigender Geschwindigkeit, wobei die Stufengeschwindigkeit entsprechend einem Rampentest jede Minute gesteigert wird (Leger, 1982, S. 1). Es fehlen hierbei jedoch Schlussfolgerungen für eine Belastungssteuerung im Training. Bereits Climstein et al. weisen auf die Notwendigkeit von direkten Messungen physiologischer Parameter zur Belastungssteuerung bei mental retardierten Individuen hin (Climstein, 1993, S. 521).

Da der Shuttle Run als geeignetes leistungsdiagnostisches Verfahren für mental retardierte Sportler durchgeführt werden kann, ist die Weiterentwicklung mit Umsetzung in Trainingsempfehlungen auch in Spielsportarten – hier vor allem Fußball – wünschenswert.

Ebenso lassen sich mittels Shuttle Run-Tests Trainingsveränderungen nachweisen (Ramsbottom, 1988, S. 281). Zusammenfassend scheinen sportartspezifische Testbatterien unter Benutzung von Protokollen des Shuttle Runs für die Leistungsdiagnostik in Spielsportarten geeignet zu sein (Leger, 1980, S. 77; Morris, 2000, S. 84, St Clair Gibson, 1998, S. 331; Wilkinson, 1999, S. 413). Ob jedoch die z.B. an gesunden Eishockey-, Squash- und

¹ VF 0407/04/71/2004

Fußballspielern erhobenen Befunde auf mental retardierte Fußballspieler übertragbar sind, ist bisher nicht untersucht worden.

Aus oben genannten Gründen sollen nachfolgende Fragenstellungen bei mental retardierten Fußballspielern beantwortet werden:

1. Nach eigenen Voruntersuchungen liegt die respiratorische anaerobe Schwelle nach Beaver und Wassermann (Beaver, 1986, S. 2020), welche während des Shuttle Run-Tests sowohl bei MR als auch bei nicht mental retardierten Individuen bestimmt wurde, bei ca. 80 % der maximalen Sauerstoffaufnahme. In einem ersten Schritt sollte deshalb überprüft werden, ob neben spirometrischen Schwellen auch die Bestimmung von individuellen Laktatschwellen mittels des Shuttle Runs möglich ist und ob letztere von den spirometrischen Schwellen abweichen.
2. Überprüfung der mittels spiroergometrischer und Laktat-Leistungsdiagnostik ermittelten Laufgeschwindigkeiten in einem 30-min-Ausdauerlauf (Überprüfung von Möglichkeiten zur Belastungssteuerung).
3. Gegenüberstellung der aeroben Kapazität und der Sprintfähigkeit (Durchführung eines 5x30-m-Sprinttestes nach Kindermann et al.(1993).

2 Methoden

Untersucht wurden zehn männliche Fußballspieler ($22,1 \pm 5,9$ Jahre, $71 \pm 10,5$ kg, $174,4 \pm 9,9$ cm, BMI $23,3 \pm 1,9$) der Nationalmannschaft (NM) des Deutschen Behinderten Sportverbandes und 37 männliche leistungsorientierten Fußballspieler (LF; $26,5 \pm 9,3$ Jahre, $76,8 \pm 15,5$ kg, $178,1 \pm 8,7$ cm, BMI $24,3 \pm 5,1$), die zum Teil in Trainingsgruppen zusammenspielen (v. Bodelschwingsche Anstalten Bethel, Bielefeld und Berliner Fußballmannschaften) bzw. im Rahmen von Fußballlehrgängen rekrutiert wurden (Bottrop, Eckardtsheim). In die Stichprobe wurden nur Fußballspieler mit diagnostizierter milder mentaler Retardation einbezogen. Eine Anwendung der Formeln für den Fußballscore nach Coen et al. (1998) ergibt einen Durchschnittswert für die NM von $38,7 \pm 25,1$ Punkten.

Shuttle Run

Der Shuttle Run wurde für die Untersuchung um eine Pause von 30 Sekunden für die Laktatabnahme erweitert. Zur enzymatisch-amperometrischen Laktatbestimmung (ECA PD10, Prüfgeräte-Werk Medingen GmbH, Dresden) erfolgte die Abnahme von 20 µl Kapillarblut in Ruhe, nach jeder Stufe und mehrfach in der Nachbelastungsphase aus dem hyperämisierten Ohrläppchen. Aus der Laktat-Leistungskurve wurde die individuelle anaerobe Schwelle (IAS) nach Stegmann et al. ermittelt und prozentual in Bezug zur maximalen Laufgeschwindigkeit gesetzt. Die spirometrischen Daten (VO_2 peak, respiratorischer Quotient (RQ) als Ausbelastungskriterium, respiratorischer Kompensationspunkt (RCP)

nach Beaver et al. absolut und in Prozent der VO_2peak) wurden mittels des mobilen Spirometers K4b2 (Cosmed, Rom, Italien) ermittelt. Die Herzfrequenz wurde durch Verwendung von Polar Herzfrequenzsystemen (Polar Electro GmbH Deutschland, Büttelborn) kontinuierlich aufgezeichnet.

Feldstufentest

Zur Validierung der submaximalen Ergebnisse (IAS) des Shuttle Runs erfolgte ein Feldtest über 5x800-m-Lauf. Die Bestimmung der IAS erfolgte analog dem Shuttle Run.

Sprinttest

Des Weiteren wurde mit der NM ein 5x30-m-Sprinttest nach Kindermann et al. (1993) durchgeführt. Im Sprinttest werden 5x30 m mit Pausen von jeweils 2 min aus dem Hochstart (Ablauflinie 1m vor der ersten Lichtschranke; ohne Startkommando) gelaufen. Mittels elektronischer Zeitnahme werden die Zwischenzeiten nach 5 m und 10 m sowie die Endzeit nach 30 m gemessen.

Dauerbelastung zur Überprüfung des Laktat-Steady-State

Zur Überprüfung der im Shuttle Run ermittelten individuellen anaeroben Schwelle erfolgte ein 30minütiger Dauerlauf bei 85 % der IAS; für Spielsportarten wird eine Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit bei etwa 80-90 % der Dauerleistungsfähigkeit empfohlen (Dickhuth, 1996, S. 187). Die Laktatabnahmen erfolgten in der 5., 10., 15., 20., 25. Minute und bei Abbruch sowie mehrfach in der Nachbelastungsphase.

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Charité Campus Buch, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, genehmigt (Antrags-Nr. AA3/04/30). Die Probanden gaben nach vorheriger mündlicher und schriftlicher Aufklärung ihr schriftliches Einverständnis.

3 Ergebnisse

Anhand der Ausbelastungskriterien (RQ, Herzfrequenz, Atemäquivalent, Atemfrequenz, Levelling off O_2 -Aufnahme) nach Meyer et al. (1999) wurden alle Spieler der NM als ausbelastet klassifiziert, nur bei zwei der leistungsorientierten Fußballspieler (LF) erfolgte keine Ausbelastung.

Beim Shuttle Run erzielten die Spieler der NM eine maximale Geschwindigkeit von $13,9 \pm 0,8$ km/h (VO_2peak : $46,7 \pm 5,8$ ml/kg x min; Laps (Anzahl der absolvierten 20-m-Strecken im Shuttle Run): 119 ± 18 entsprechend elf Stufen). Die LF-Spieler liefen

11 ± 1,1 km/h schnell (VO₂peak: 42,3 ± 12,0 ml/kg x min; Laps: 51,5 ± 23,5 entsprechend sechs Stufen).

Eine Prüfung auf Unterschiede zwischen der IAS und dem RCP ergab, dass nur für die LF ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) ausgewiesen werden konnte. Im Vergleich zu den LF erreichten die Spieler der NM signifikant höhere absolute Schwellenwerte (IAS: 11,9 ± 0,9 km/h vs. 10,0 ± 1,1 km/h; $p < 0,001$ und RCP: 12,2 ± 0,8 km/h vs. 10,5 ± 0,8 km/h; $p < 0,001$). Die relativen Schwellenwerte (IAS in % VO₂peak: 85,7 ± 3,4 % (NM) vs. 84,6 ± 4,1 % (LF); n.s.; RCP: 87,1 ± 2,7 % (NM) vs. 89,5 ± 5,1 % (LF); n.s.) zeigen keinen signifikanten Unterschied.

Des Weiteren konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der IAS aus dem Shuttle Run (12,0 ± 0,8 km/h) und der IAS aus dem 5x800-m-Stufentest (11,9 ± 1 km/h) festgestellt werden.

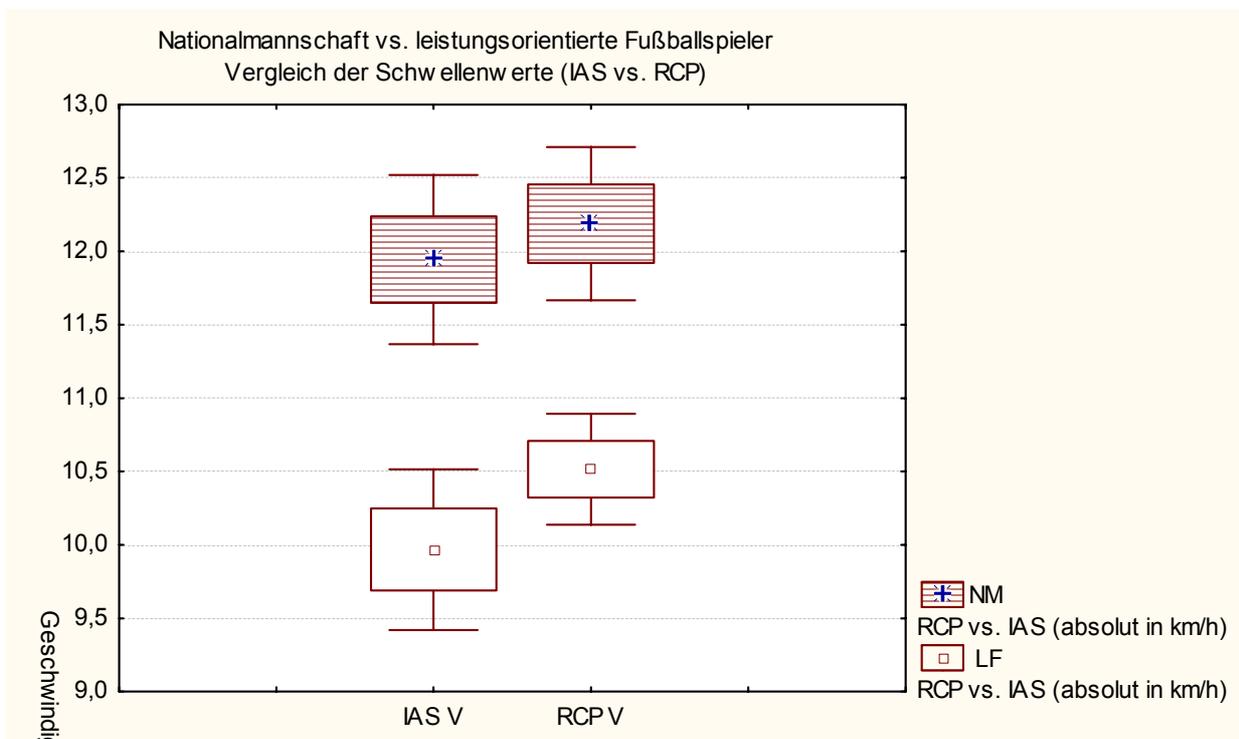


Abb. 1: Mittelwertvergleich zwischen der ventilatorischen (RCP nach Beaver et al.) und metabolischen Schwelle (IAS nach Stegmann et al.) der NM ($n = 9$) und der leistungsorientierte Fußballer ($n = 16$).

Die im Shuttle Run ermittelte IAS der Spieler der NM wurden in einem 30minütigen Dauerlauf mittels Herzfrequenz- und Laktatmonitoring jede fünf Minuten überprüft (Abbildung 2). Bis auf bei zwei Sportlern kam es während des Dauerlauf zu keinem Anstieg der Laktatkurve. Ein Sportler zeigte nach 15 Minuten einen Laktatanstieg um

1,2 mmol/l Blut, bei einem weiteren stieg zum Messzeitpunkt 7 (nach 30 Minuten) der Laktatwert um 1,0 mmol/l Blut.

4 Diskussion

Ein Ziel des Forschungsvorhabens ist es, ventilatorische und metabolische Schwellen während des Shuttle Runs zu detektieren und zu vergleichen. Bei einer Bestimmbarkeit der Schwellen während des Shuttle Runs wäre eine Vorgabe der Belastung zur Steuerung des Trainings möglich.

Mittels des modifizierten Shuttles Runs ist es möglich, sowohl die metabolische als auch die ventilatorische Schwelle nachzuweisen. Für regelmäßig trainierende Fußballspieler mit MR (NM) findet sich eine gute Übereinstimmung von IAS und RCP sowohl während des Shuttle Run als auch im Vergleich zu einem herkömmlichen Feldstufentest. Hingegen scheint dies für schwach ausdauertrainierte Spieler nur eingeschränkt zu gelten, weil die Testdauer zu kurz war und keine Ausbelastung stattgefunden hat.

Bei der durchgeführten Dauerbelastung bei 85 % der IAS ergab sich überwiegend ein Laktat- und Herzfrequenz-Steady-State. Diese für das Training in Spielsportarten relevante Belastungsintensität (Dickhuth, 1996, S. 187) lässt sich somit nach Durchführung des Shuttle Runs ermitteln und belastungssteuernd einsetzen.

Schwellenwertbestätigung durch 30'Dauerlauf

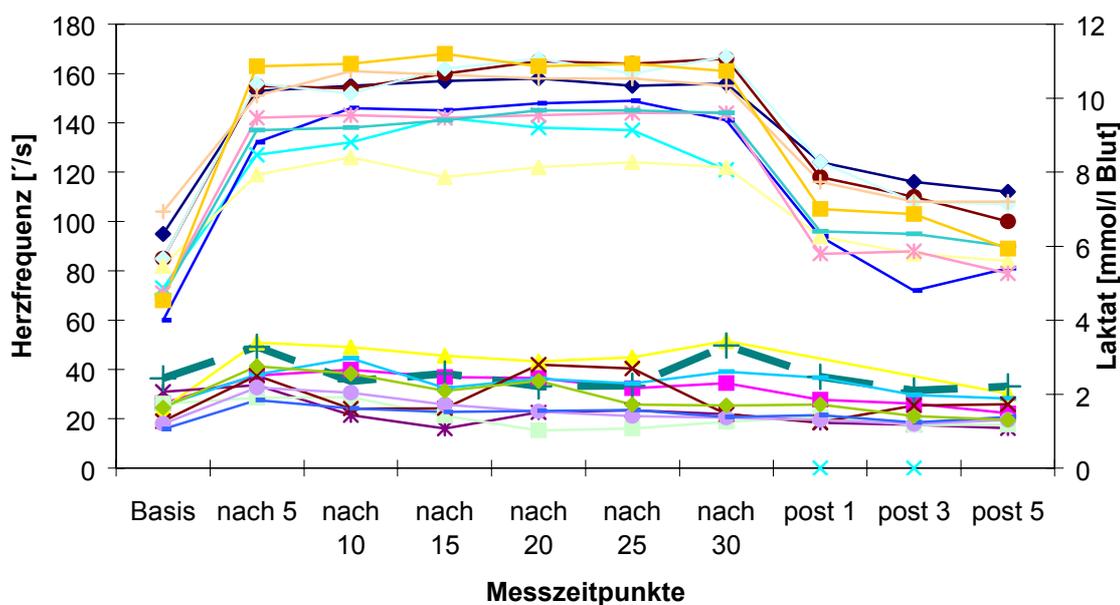


Abb. 2: Laktatwerte und Herzfrequenzen vor, während und nach einem 30minütigen Dauerlauf.

Liegen entsprechende apparative Möglichkeiten (Laktat-Leistungsdiagnostik und mobile Spirometrieinheit) nicht vor, so scheint es derzeit auch gerechtfertigt und praktikabel, die Schwellengeschwindigkeit (IAS) bei ca. 85 % der zuletzt erreichten Stufe im Shuttle Run festzusetzen und davon ausgehend zumindest auch eine Vorgabe für das extensive Ausdauertraining zu ermöglichen. Eine Trainingssteuerung scheint hingegen nicht durchführbar zu sein, wenn es sich um Sportler mit einer sehr schwachen Ausdauerleistungsfähigkeit handelt (z.B. Sportler, die den Shuttle Run schon nach vier bis sechs Stufen beenden).

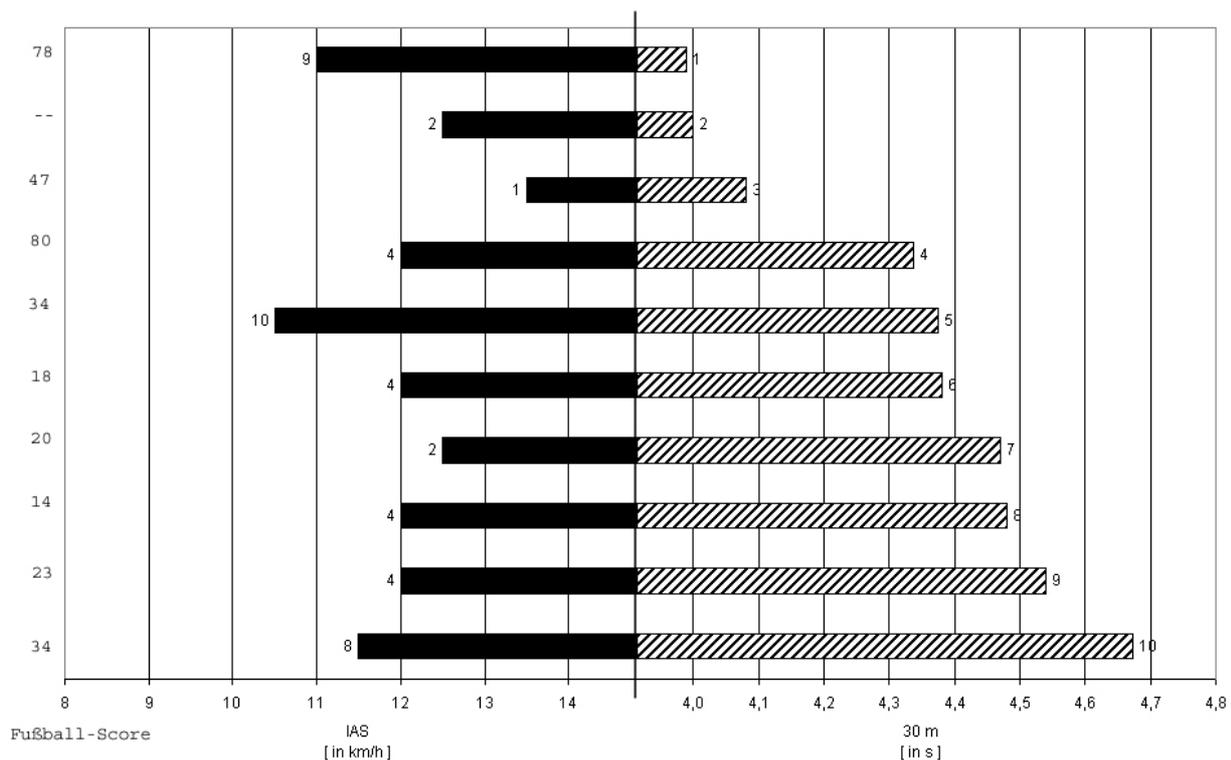


Abb. 3: Verhalten der IAS und der 30-m-Zeiten bei zehn Feldspielern der NM. Die Zahlen 1-10 stellen die Rangfolge im Ausdauer-(IAS) und Sprinttest (30m) dar. Die Zahlen an der linken y-Achse stellen den individuellen Fußball-Score dar.

Die adäquate Mischung aus Ausdauer und Schnelligkeit entscheidet über die konditionelle Stärke eines Fußballspielers (Kindermann, 1993, S. 240). Die Spieler der NM unterscheiden sich stark in Bezug auf die Grundschnelligkeit (4,0-4,7 s), und liegen damit weit unter dem Niveau der DFB-Fußballnationalmannschaft (DFB NM). Drei Sportler liegen mit ihrer Leistung im Bereich der schlechteren Spieler der DFB NM (4,0-4,1 s). Gegenwärtig gibt es jedoch keine Referenzwerte zur Grundschnelligkeit für Sportler mit MR. Die Ausdauerleistungsfähigkeit der NM (IAS:10,5-13,5 km/h) ist auch deutlich schlechter als die der DFB NM, ist aber im Vergleich mit den LF höchst signifikant besser (12 vs. 10 km/h; $p < 0,001$). Damit bestätigt sich, dass Sportler mit MR im Vergleich zu Sportlern gleichen Geschlechts und Alters ohne MR eine deutlich niedrigere aerobe Kapazität

aufweisen und innerhalb der Gruppe der MR die Spieler der NM eine höhere aerobe Kapazität durch intensiveres Training erreichen können. Um die Ergebnisse zur Grundschnelligkeit besser einordnen zu können, bedarf es jedoch weiterer Untersuchungen mit MR-Sportlern verschiedener Leistungsklassen. Aufgrund der Diskrepanz der Ergebnisse des Fußball-Scores einerseits und der Ausdauerleistungsfähigkeit bzw. 30-m-Zeit andererseits (Abb. 3), ist mit einer größeren Probandenzahl der Fußball-Score für die MR zu evaluieren, um eine praxisnahe Anwendung zu ermöglichen.

5 Literatur

- Anderson, G.S. (1992). A comparison of predictive tests of aerobic capacity. *Can. J. Sport Sci.*, 17, 4, 304-308.
- Beaver, W.L., Wasserman, K. & Whipp B.J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J. Appl. Physiol.*, 60, 6, 2020-2027.
- Climstein, M., Potetti, K.H., Barrett, P.J. & Campbell, K.D. (1993). The accuracy of predicting treadmill $\text{VO}_{2\text{max}}$ for adults with mental retardation, with and without Down's syndrome, using ACSM gender- and activity-specific regression equations. *J. Intellectual. Disabil. Res.*, 37, Pt 6, 521-531.
- Coen, B., Urhausen, A., Coen, G. & Kindermann, W. (1998). Der Fußball-Score : Bewertung der körperlichen Fitness. *Dt. Zschr. f. Sportmed.*, 49, 6, 187-192
- Fernhall, B., Pitetti, K.H., Vukovich, M.D., Stubbs, N., Hensen T., Winnick J.P. & Short F.X. (1990). Validation of cardiovascular fitness field tests in children with mental retardation. *Am. J. Ment. Retard.*, 102, 6, 602-612.
- Freeman, W., Weir, D.C., Sapiano, S.B., Whitehead, J.E., Burge, P.S. & Cayton, R.M. (1990). The twenty-metre shuttle-running test: a combined test for maximal oxygen uptake and exercise-induced asthma? *Respir. Med.*, 84, 1, 31-35.
- Heck, H. (1990). *Laktat in der Leistungsdiagnostik*. Schorndorf: Hofmann.
- Kindermann, W., Gabriel, H., Coen, B. & Urhausen, A. (1993). Sportmedizinische Leistungsdiagnostik im Fußball. *Dt. Zschr. f. Sportmed.*, 44, 6, 232-244.
- Leger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C. & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J. Sports Sci.*, 6, 2, 93-101.
- Leger, L.A. & Bucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the université de montreal track test. *Can. J. Appl. Spt. Sci.*, 5, 2, 77-84.
- Leger, L.A. & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict $\text{VO}_{2\text{max}}$. *Eur. J. Appl. Physiol Occup. Physiol.*, 49, 1, 1-12.
- Meyer, T., Gabriel, H.H.W. & Kindermann, W. (1999). Is determination of exercise intensities as percentages of $\text{VO}_{2\text{max}}$ or HR_{max} adequate? *Med. Sci. Sport Exerc.*, 31, 9, 1342-1345
- Morris, J.G., Nevill, M.G. & Williams C. (2000). Physiological and metabolic responses of female games and endurance athletes to prolonged, intermittent, high-intensity

- running at 30 degrees and 16 degrees C ambient temperatures. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 81, 1-2, 84-92.
- Naughton, L.M., Cooley, D., Kearney, V. & Smith, S. (1996). A comparison of two different shuttle run tests for the estimation of VO_{2max} . *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 36, 2, 85-89.
- Poortmans, J., Vlaeminck, M., Collin, M. & Delmotte, C. (1986). Indirect estimation of the maximal aerobic power of a male and female population from Brussels aged 6 to 23 years. Comparison with a direct technic for measuring maximal oxygen consumption. *J. Physiol. (Paris)*, 81, 3, 195-201.
- Ramsbottom, R., Brewer, J. & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br. J. Sports Med.*, 22, 4, 141-144.
- Ramsbottom, R., Nevill, A.M., Seager, R.D. & Hazeldine, R. (2001). Effect of training on accumulated oxygen deficit and shuttle run performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41, 3, 281-290.
- Seidl, C., Reid, G. & Montgomery, D.L. (1987). A critique of testing with MR Persons. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 4, 106-16.
- St. Clair Gibson, A., Broomhead, S., Lambert, M.I. & Hawley, J.A. (1998). Prediction of maximal oxygen uptake from a 20-m shuttle run as measured directly in runners and squash players. *J. Sports Sci.*, 16, 4, 331-335.
- Stegmann, H., Kindermann, W. & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int. J. Sports Med.*, 2, 3, 160-165.
- Tomkinson, G.R., Leger, L.A., Olds, T.S. & Cazorla, G. (2003). Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med.*, 33, 4, 285-300.
- Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D.Y., Whipp, B.J. & Casaburi, R. (1994). *Principles of exercise testing and interpretation*. Philadelphia: Williams & Wilkins.
- Wilkinson, D.M., Fallowfield, J.L. & Myers, S.D. (1999). A modified incremental shuttle run test for the determination of peak shuttle running speed and the prediction of maximal oxygen uptake. *J. Sports Sci.*, 17, 5, 413-419.