

von Haaren B<sup>1,2</sup>, Härtel S<sup>1,2</sup>, Seidel F<sup>3</sup>, Schlenker L<sup>1</sup>, Bös K<sup>1</sup>

# Die Validität des 6-Minuten-Laufs und 20m Shuttle Runs bei 9- bis 11-jährigen Kindern

*Validity of a 6-min Endurance Run and a 20-m Shuttle Run in 9- to 11-Year Old Children*

<sup>1</sup>Institut für Sport und Sportwissenschaft, Karlsruher Institut für Technologie

<sup>2</sup>House of Competence-RG hiper.campus, Karlsruher Institut für Technologie

<sup>3</sup>Forschungszentrum für den Schulsport und den Sport von Kindern und Jugendlichen, Karlsruher Institut für Technologie

## ZUSAMMENFASSUNG

Die aerobe Ausdauer stellt einen wichtigen Aspekt der motorischen Fähigkeiten und der Prävention kardiovaskulärer Risikofaktoren dar. Daher sollte sie bereits im Kindes- und Jugendalter gefördert werden. Um ein Ausdauertraining sinnvoll steuern zu können, müssen Ist-Zustand und Veränderungen regelmäßig analysiert werden. Sportmotorische Tests zur Erfassung der aeroben Ausdauer bei Kindern und Jugendlichen bieten eine Alternative zu kostspieligen, technisch hoch aufwändigen apparativen Verfahren. Um Vergleiche anstellen zu können, muss die Validitätsprüfung der Testverfahren ein Ziel wissenschaftlicher Forschung sein. Daher wurden in der vorliegenden Untersuchung zwei in der Praxis häufig eingesetzte Testverfahren anhand der Referenzgröße  $VO_2\max$  miteinander verglichen. 30 Kinder (16 Jungen) im Alter von 9-11 Jahren ( $10,1 \pm 0,7$ ) absolvierten je einen 6-Minuten-Lauf und einen 20m Shuttle Run. Zur Ermittlung der  $VO_2\max$  absolvierten sie einen Laufbandstufentest mit Atemgasanalyse. Die Ergebnisse des 6-Minuten-Laufs korrelieren höher mit der  $VO_2\max$  ( $r=0,69$ ;  $p<0,01$ ) als die Ergebnisse des 20m Shuttle Runs ( $r=0,52$ ;  $p<0,01$ ). Die geschlechtsspezifische Betrachtung zeigt bei den Jungen deutlich geringere Korrelationen zwischen 20m Shuttle Run und der  $VO_2\max$  ( $r=0,29$ ;  $p>0,05$ ) im Vergleich zu den Mädchen ( $r=0,58$ ;  $p<0,05$ ). Der 6-Minuten-Lauf erweist sich somit im Vergleich zum 20m Shuttle Run als valideres Testverfahren zur Ermittlung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit bei 9- bis 11-jährigen Kindern.

**Schlüsselwörter:**  $VO_2\max$ , aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit, sportmotorische Tests, Testvalidierung.

## SUMMARY

Aerobic fitness is an important aspect of motor skills and prevention of cardiovascular risk factors. Therefore, it should already be developed in childhood and adolescence. Momentary condition and changes have to be assessed regularly for rational control of aerobic fitness training. Field tests of fitness offer an alternative to expensive and sophisticated laboratory procedures for the assessment of aerobic fitness in children and adolescents. To be able to draw comparisons, validation of tests has to be a scientific goal. Thus, this study aimed at comparing two commonly-used tests using  $VO_2\max$  as reference. 30 children (16 boys) between 9 and 11 years of age ( $10,1 \pm 0,7$ ) performed a 6-min endurance run and a 20m shuttle run.  $VO_2\max$  was determined via gas analysis during a progressive treadmill test. The results of the 6-min endurance run show higher correlations with  $VO_2\max$  ( $r=0,69$ ;  $p<0,01$ ) than the results of the 20m shuttle run ( $r=0,52$ ;  $p<0,01$ ). Gender-specific analyses show significantly lower correlations of the 20m shuttle run and  $VO_2\max$  for the boys ( $r=0,29$ ;  $p>0,05$ ) compared to the girls ( $r=0,58$ ;  $p<0,05$ ). Thus, the 6-min endurance run proved to be more valid to assess aerobic fitness in 9- to 11-year-old children than the 20m shuttle run.

**Key Words:**  $VO_2\max$ , aerobic fitness, field tests, test validity.

## EINLEITUNG

Die Ausdauer besitzt eine herausragende Rolle innerhalb der motorischen Fähigkeiten. Gemeint ist hier die allgemeine, aerobe Ausdauer, d.h. Belastungen, die mehr als 1/6 der Gesamtmuskulatur beanspruchen, dominant aerob sind und 6 Minuten oder länger dauern (16). Während der Zusammenhang zwischen aerober Ausdauerleistungsfähigkeit und kardiovaskulären Risikofaktoren im Erwachsenenalter belegt ist (6), sind die Zusammenhänge für das Kindes und Jugendalter gering bis moderat (21). Kardiovaskuläre Risikofaktoren haben ihre Ursprünge jedoch bereits in der Kindheit und lassen sich relativ gut bis ins Erwachsenenalter verfolgen (15, 21). Eine hohe Ausdauerleistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter hat eine geringere Ausprägung des Risikofaktors Adipositas (21) und ein günstigeres kardiovaskuläres Profil von Kindern (15, 21) zur Folge. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, die Ausdauerleistungsfähigkeit bereits früh zu fördern.

Die sinnvolle Gestaltung eines Ausdauertrainings in Schule und Verein verlangt nach geeigneten Diagnoseinstrumenten, um den Leistungs- und Entwicklungsstand der Kinder und Jugendlichen zu ermitteln. Der Goldstandard zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit sind spiroergometrische und laktatdiagnostische Untersuchungen mit den entsprechenden Kenngrößen  $VO_2\max$  und ventilatorischer Schwelle sowie der Leistung an den anaeroben Schwellen (16). Diese in der Regel auf dem Laufband oder dem Fahrradergometer durchgeführten Untersuchungen sind jedoch apparativ aufwändig und kostspielig und scheiden somit für die Sportpraxis aus (2). Einfache Testverfahren zur Beurteilung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit sind beispielsweise pulsbasierte Steptests (Harvard Step-Test), Streckenläufe (1000m, 3000m) und Zeitläufe (6-, 9-, 12-min), (16) sowie stufenförmige Lauftests wie der Conconi Test und der 20m Shuttle Run (9).

Unabhängig davon, welches Verfahren zum Einsatz kommt, sind diese auf ihre zielgruppenadäquate Reliabilität und Validität

Autoren (Jahr)	Stichprobe	Alter (Jahre)	Test	Referenzgröße	Ergebnis (r-Werte)
Faude et al., 2004	m: 15 w: 15	11-13	SR (km/h) 6-ML (m)	$P_{max}$ (Fahrrad-ergometrie)	<b>SR:</b> 0.80 <b>6-ML:</b> 0.87
Suminski et al., 2003	m: 58 w: 67	10-12	SR (km/h, Runden)	$VO_{2max}$ (Laufband- spiroergometrie)	<b>SR:</b> m: 0.62 w: 0.55 m: 0.63 w: 0.58
Liu et al., 1992	m: 22 w: 26	12-15	SR (Runden)	$VO_{2max}$ (Laufband- spiroergometrie)	<b>SR:</b> m: 0.65 w: 0.51 ges: 0.69
van Mechelen et al., 1986	m: 41 m: 41	12-14	SR (Palier = 1min) 6-ML (m)	$VO_{2max}$ (Laufband- spiroergometrie)	<b>SR:</b> m: 0.68 w: 0.69 ges: 0.76 <b>6-ML:</b> m: 0.51 w: 0.45 ges: 0.63
Jackson & Coleman, 1976	m: 22 w: 25	9-11	6-ML (m)	$VO_{2max}$ (Laufband- spiroergometrie)	<b>6-ML:</b> 0.71-0.82

**Tabelle 1:** Studien zur Validierung von 20m Shuttle Run (SR) und 6-Minuten-Lauf (6-ML)

$P_{max}$ : maximale Leistung in Watt;  
m: männlich; w: weiblich; ges: gesamt.

zu prüfen (7). Für die Reliabilität werden in der Literatur für den 6-Minuten-Lauf Werte von  $r=0,61-0,92$  und für den 20m Shuttle Run von  $r=0,89-0,93$  für 6-15-jährige angegeben (9,12,18,19). Auch zur Überprüfung der Validität von 6-Minuten-Lauf und 20m Shuttle Run liegen bereits einige Studien vor (vgl. Tab.1).

Um die Leistungsfähigkeit von Personen desselben Altersbereichs zum Beispiel länderübergreifend vergleichen zu können, sind sowohl national als auch international standardisierte Testverfahren sinnvoll. Während in Deutschland vor allem Dauerläufe (6-(7), 8-(10), 12-(8) und 15-Minuten-Lauf (23)) eingesetzt werden, findet im internationalen Bereich auch der 20m Shuttle Run oft Anwendung (2,9). Es finden sich zwei direkte Vergleichsstudien zwischen 6-Minuten-Lauf und 20m Shuttle Run in der Literatur. Allerdings verwenden Faude, Nowacki und Urhausen (2004) nicht die Spiroergometrie als Referenzmethode (11). Van Mechelen, Hlobil und Kemper (1986) verwenden ein von der heutigen Praxis leicht abweichendes Testprotokoll des 6-Minuten-Laufs und testen ältere Kinder (20).

Daher war das Ziel der vorliegenden Studie, die beiden in der Sportpraxis angewandten sportmotorischen Testverfahren bei 9- bis 11-Jährigen mittels der  $VO_{2max}$  auf ihre Validität zu prüfen und zudem miteinander zu vergleichen. Darüber hinaus sollen differentielle Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen analysiert werden.

## METHODIK

### Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 30 Kinder (16 Jungen) im Alter von 9- bis 11 Jahren (im Mittel  $10,1 \pm 0,8$ ) teil. Da für die Validierung von

Ausdauerstestverfahren eine exakte Ermittlung der Referenzgröße ( $VO_{2max}$ ) von grundlegender Bedeutung ist, wurden im Rahmen der Studie regelmäßig sportlich aktive Kinder ausgewählt (im Mittel an  $4,5 (\pm 1,6)$  Tagen/Woche für mindestens 60 Minuten). Diese wurden aus den Sportarten Hockey (m:4; w:5), Fußball (m:5; w:1), Judo (m:1; w:3), Handball (m:3), Schwimmen (w:2) und sonstige (m:3; w:3) rekrutiert.

### Testverfahren

Die Kinder absolvierten in randomisierter Reihenfolge innerhalb von zwei Wochen und einem Abstand von 3-5 Tagen zwischen den Tests einen 6-Minuten-Lauf, einen 20m Shuttle Run und als Referenzmessung einen Laufbandstufentest zur Ermittlung der  $VO_{2max}$ . Um circadiane Einflüsse auszuschließen, fanden die Tests jeweils zur gleichen Tageszeit statt.

### Ermittlung der $VO_{2max}$

Die Ermittlung der  $VO_{2max}$  erfolgte mithilfe eines Laufbandstufentests. Kindgerechte Laufbandprotokolle sollten eine zu lange Belastungszeit und eine lokale Ermüdung der Beinmuskulatur vermeiden (4). Die Stufendauer kann kürzer gewählt werden als bei Erwachsenen, da Kinder das „steady state“ bezüglich Herzfrequenz und  $VO_{2max}$  schneller erreichen (4). Daher wurde ein stufenförmiges Belastungsschema verwendet, wobei die Startgeschwindigkeit auf 6km/h festgelegt und alle zwei Minuten bei gleichbleibender Steigung von 1% bis zur Ausbelastung um 1km/h erhöht wurde. Die Kinder erzielten im Durchschnitt eine Endgeschwindigkeit von 10,7km/h. Die Herzfrequenz wurde mittels der RS 800 der Firma Polar vor der Belastung, nach jeder Stufe und in der Nachbelastungsphase erfasst. Es erfolgte eine „breath by breath“ Atemgasanalyse zur Ermittlung der  $VO_{2max}$  mit einem portablen

System (MetaMax 3B) der Firma Cortex. Da bei Kindern nur selten ein  $VO_2\text{max}$ -Plateau zu beobachten ist, galten folgende Größen als Ausbelastungskriterien:  $RQ \geq 1$ , Herzfrequenz  $> 190$  Schläge/min (14). Tab.2 gibt einen Überblick über die deskriptiven Kennziffern der Stichprobe nach Ausscheiden von 5 Probanden, die die Ausbelastungskriterien nicht erfüllten.

**6-Minuten-Lauf**

Die Probanden wurden angewiesen, ein alle neun Meter mit Hütchen gekennzeichnetes Volleyballfeld in 6 Minuten in gleichmäßigem Tempo möglichst oft zu umlaufen. In der ersten Runde wurde eine Richtgeschwindigkeit vorgegeben, die sich an einer durchschnittlichen Rundenzeit von 18-20 Sekunden orientierte. Als Ergebnisparameter wurde die nach 6 Minuten anhand der Anzahl der komplett absolvierten Runden (á 54m) und der Reststrecke der letzten Runde ermittelte Laufstrecke in Metern verwendet (7).

**20m Shuttle Run**

Die Probanden sollten zwischen den beiden zwanzig Meter voneinander entfernten Seitenlinien des Handballfeldes so lange wie möglich bei einer via akustisches Signal vorgegebenen Geschwindigkeit hin und her laufen. Die Anfangsgeschwindigkeit von 8km/h wurde nach der ersten Minute um 1 km/h, nach jeder weiteren Minute um 0,5km/h gesteigert (9). Bei zweimaligem Nichterreichen der Seitenlinie (Abstand  $> 3\text{m}$ ) wurde der Test abgebrochen. Für die Auswertung wurde die Testdauer (in Sekunden) herangezogen.

**Statistik**

Nach der Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogoroff-Smirnov-Test werden die Zusammenhänge via Produkt-Moment-Korrelationen ( $r$ ) mit dem Statistikprogramm SPSS 17.0 berechnet. Alle Ergebnisse werden als Mittelwerte und Standardabweichungen angegeben.

**ERGEBNISSE**

Die Kinder erreichen im Laufbandstufentest im Mittel eine relative  $VO_2\text{max}$  (ml/min/kg) von  $49,8 (\pm 6,4)$ , wobei die Ergebnisse der Jungen ( $50,5 \pm 4,4$ ) knapp über denen der Mädchen ( $49,2 \pm 8,0$ ) liegen. Beim 6-Minuten-Lauf erreichen die Kinder im Durchschnitt 1088 ( $\pm 111,7$ ) Meter, die Jungen ( $1123 \pm 76,8$ ) schaffen 67 Meter mehr als die Mädchen ( $1056 \pm 131,4$ ). Beim 20m Shuttle Run beträgt die erreichte Testdauer durchschnittlich 410 Sekunden ( $\pm 91,8$ ), die Jungen ( $434 \pm 60,7$ ) halten 47 Sekunden länger durch als die Mädchen ( $387 \pm 111,1$ ). Die geschlechtsspezifischen Unterschiede aller Testergebnisse sind nicht signifikant.

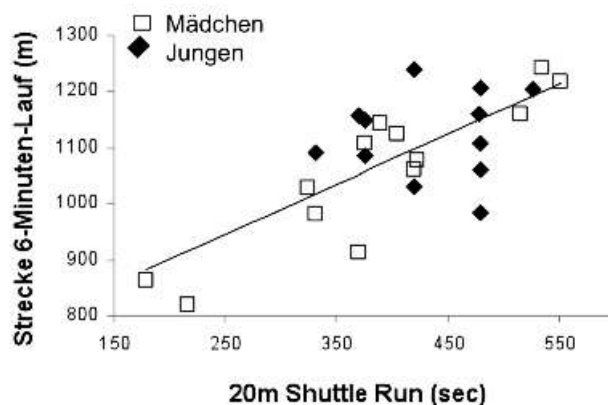
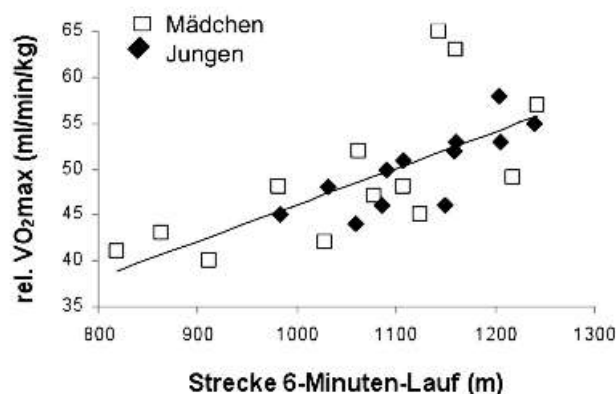
Die statistischen Analysen ergeben für die Gesamtstichprobe eine höhere Korrelation des 6-Minuten-Laufs mit der  $VO_2\text{max}$  ( $r=0,69$ ;  $p<0,01$ ) im Vergleich zum 20m Shuttle Run ( $r=0,52$ ;  $p<0,05$ ). Die höhere Validität des 6-Minuten-Laufs gegenüber dem 20m Shuttle Run gilt sowohl für die Jungen ( $r=0,80$  vs.  $r=0,29$ ) als auch für die Mädchen ( $r=0,68$  vs.  $r=0,58$ ), (vgl. Abb. 1).

In einem weiteren Schritt wird die Korrelation der beiden Tests (6-ML und SR) berechnet. Dabei zeigt sich insgesamt ein hoher Zusammenhang ( $r=0,74$ ;  $p<0,01$ ).

Die geschlechtsspezifische Betrachtung bestätigt für die Mädchen einen hohen ( $r=0,90$ ;  $p<0,01$ ), für die Jungen einen geringen Zusammenhang ( $r=0,08$ ;  $p>0,05$ ). Das Streudiagramm

**Tabelle 2:** Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) der Stichprobe; maximale Herzfrequenz (HFmax); Respiratorischer Quotient (RQ).

	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	HFmax (1/min)	RQ
Gesamt N=25	10,1 ( $\pm 0,8$ )	143,7 ( $\pm 7,7$ )	34,3 ( $\pm 6,7$ )	195 ( $\pm 5,9$ )	1,1 ( $\pm 0,04$ )
Jungen N=12	10 ( $\pm 0,7$ )	143,3 ( $\pm 5,1$ )	33,9 ( $\pm 5,6$ )	196 ( $\pm 5,5$ )	1,0 ( $\pm 0,03$ )
Mädchen N=13	10,2 ( $\pm 0,8$ )	144,1 ( $\pm 9,7$ )	34,7 ( $\pm 7,7$ )	195 ( $\pm 6,5$ )	1,1 ( $\pm 0,05$ )

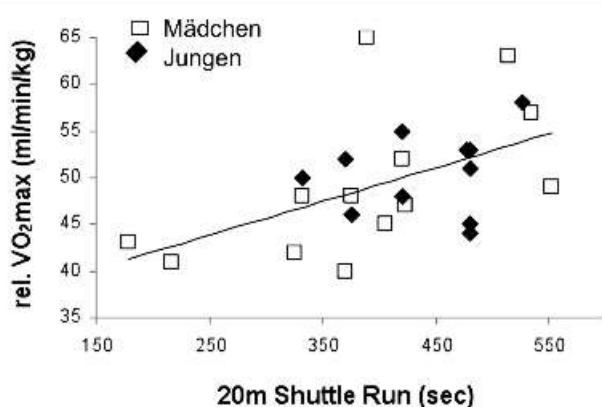


**Abbildung 1:** Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des Ausbelastungstests ( $VO_2\text{max}$ ) und dem 6-Minuten-Lauf (6-ML) (oben) bzw. dem 20m Shuttle Run (SR) (unten).

(Abb.2) veranschaulicht eine deutlich geringere Varianz bei den Jungen im Vergleich zu den Mädchen. Der Prozentsatz der Standardabweichung am Mittelwert der Mädchen ist sowohl beim 6-Minuten-Lauf (12,4%) als auch beim 20m Shuttle Run (28,6%) deutlich höher als der der Jungen (6-ML: 6,8%; SR: 14%).

**DISKUSSION**

Die Entwicklung geeigneter Diagnoseinstrumente zur Ermittlung der aeroben Ausdauer bei Kindern und Jugendlichen ist die Voraus-



**Abbildung 2:** Streudiagramm einschließlich Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des 6-Minuten-Laufs (6-ML) und des 20m Shuttle Runs (SR) der Jungen und Mädchen.

setzung für intra- und interindividuelle Vergleiche, für die Talent-suche und die motorische Förderung in der Schule.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Überprüfung der Validität der in der Praxis häufig eingesetzten motorischen Tests 6-Minuten-Lauf und 20m Shuttle Run zur Ermittlung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit bei 9- bis 11-jährigen Kindern. Dafür wurden die Ergebnisse dieser beiden Testverfahren mit den Ergebnissen eines Laufbandstufentests zur Bestimmung der VO<sub>2</sub>max als Goldstandard-Parameter für die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit (16) verglichen. Die ermittelten Werte für die relative VO<sub>2</sub>max (m: 50; w: 49,2; ges: 49,6 ml/min/kg) entsprechen den Ergebnissen anderer Studien (19,20) bzw. liegen etwas darüber. Der in der vorliegenden Untersuchung ermittelte Zusammenhang zwischen 20m Shuttle Run und VO<sub>2</sub>max ( $r=0,52$ ) fällt etwas geringer aus als in anderen Studien (19,20,22). Möglicherweise führt die intermittierende Charakteristik des 20m Shuttle Runs aufgrund der Wende dazu, dass vermehrt anaerobe Anteile der Energiebereitstellung leistungsrelevant sind. Eventuell kann die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit nicht adäquat abgebildet werden, da eine unzureichende anaerobe Ausdauerleistungsfähigkeit zum Testabbruch führt (13). In der Literatur wird eine geringere anaerobe Kapazität bei Kindern, insbesondere aufgrund geringerer Glykogenkonzentration und -umsatzrate bei intensiven und maximalen Belastungen (2,3,5), diskutiert. Falls sich diese erst nach der Pubertät verbessert (2,3), könnte dies eine mögliche Erklärung für die höhere Validität des 20m Shuttle Runs in den Studien, die ältere Kinder testeten (19,20), sein.

Der zwischen 6-Minuten-Lauf und VO<sub>2</sub>max ermittelte hohe Zusammenhang ( $r=0,69$ ) liegt über den Befunden von van Mechelen et al. (1986) mit ( $r=0,63$ ), jedoch unter denen von Jackson und Coleman (17) mit ( $r=0,71-0,82$ ). Auch Faude, Nowacki und Urhausen (2004) ermitteln höhere Korrelationen ( $r=0,87$ ). Allerdings verwenden sie als Referenzmethode die Fahrradergometrie ohne Atemgasanalyse (11).

Während die geschlechtsdifferenzierende Analyse von van Mechelen et al. (1986) keine Unterschiede ermittelte (20), fallen in der vorliegenden Studie zwei weibliche Ausreißer mit deutlich höherer VO<sub>2</sub>max (65, 63 ml/min/kg) auf (vgl. Abb. 1). Diese erbringen in den Ausdauer-tests nicht die hohe Leistung, die anhand der VO<sub>2</sub>max Werte zu erwarten wäre. Bei Ausschluss der Ausreißerinnen zeigt sich bei den Mädchen eine höhere Validität des 6-Minuten-Laufs

( $r=0,77$ ;  $p<0,01$ ) und des 20m Shuttle Runs ( $r=0,71$ ;  $p<0,05$ ) im Vergleich zu den Ergebnissen, die die Ausreißerinnen einschließen. Möglicherweise liegt hier ein Problem der beiden Testverfahren, eine besonders gute Ausdauerleistungsfähigkeit adäquat abzubilden. In diesem Zusammenhang sollte der Aspekt berücksichtigt werden, dass nicht nur die VO<sub>2</sub>max, sondern vielmehr ihre aerobe Ausschöpfung bei der Beurteilung der aeroben Ausdauer von Bedeutung ist (2,16).

Die geringe Korrelation des Shuttle Runs mit der VO<sub>2</sub>max bei den Jungen deutet darauf hin, dass der Test die Ausdauerleistungsfähigkeit der Jungen zumindest in der vorliegenden Untersuchung nicht adäquat wieder gibt. Möglicherweise ist die anaerobe Kapazität der Jungen in der vorliegenden Untersuchung gering ausgeprägt und die Korrelation mit dem Bruttokriterium der aeroben Ausdauer (VO<sub>2</sub>max) deshalb geringer, weil die oben diskutierte intermittierende Charakteristik des Shuttle Runs eine gute anaerobe Kapazität erfordert.

Anhand der vorliegenden Befunde kann der 6-Minuten-Lauf als valideres Testverfahren zur Ermittlung der aeroben Ausdauer bei 9- bis 11-Jährigen eingestuft werden. Allerdings gilt die Validität aufgrund der aus methodologischer Sicht erforderlichen Auswahl lauferfahrener Kinder in erster Linie für diese Zielgruppe und ist nicht ohne Weiteres generalisierbar. Zukünftig gilt es zu prüfen, wie valide der 6-Minuten-Lauf bei Kindern und Jugendlichen mit sehr stark ausgeprägter aerober Ausdauerleistungsfähigkeit ist.

Der 6-Minuten-Lauf stellt einen Test mit gleichförmiger Bewegung und einer für Kinder angemessenen Belastungsart dar. Der Testablauf ist einfach zu erklären und die Motivation aufgrund der kurzen Testdauer relativ leicht zu erhalten. Kinder zeigen unter Belastung eine beschleunigte Umstellung auf den oxidativen Stoffwechsel. Bei allen Belastungen, die länger als eine Minute dauern, wird die Energieversorgung hauptsächlich über den aeroben Stoffwechselweg gesichert (2).

*Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des Innenministeriums des Landes Nordrhein Westfalen.*

## LITERATUR

- ANDERSEN LB, WEDDERKOPP N, HANSEN HS, COOPER AR, FROBERG K: Biological cardiovascular risk factors cluster in Danish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Prev Med* 37 (2003) 363-367.
- ARMSTRONG N, WELSMAN R: AEROBIC FITNESS: What are we measuring? in: Tomkinson GR, Olds TS: Pediatric fitness: Secular Trends and Geographic Variability. *Med and Sports Sci* 50 (2007) 200-209.
- BAROR O: Die Praxis der Sportmedizin in der Kinderheilkunde. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1986, 12-17.
- BAROR O: The child and adolescent athlete. Blackwell Publishing, Malden, USA, 1996, 573-577.
- BENEKE R, LEITHÄUSER RM, SCHWARZ V, HECK H: Maximales Laktat-Steady-State bei Kindern und Erwachsenen. *Dtsch Z Sportmed* 51 (2000) 100-104.
- BLAIR SN, KOHL HW, PAFFENBARGER RS JR, CLARK DG, COOPER KH, GIBBONS LW: Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 262 (1989) 2395-2401.
- BÖS K, TITTLBACH S: Motorische Tests. *SportPraxis Sonderheft* 43 (2002) 4.

8. **COOPER KH:** A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake. *J Am Med Assoc* 203 (1968) 135-138.
9. **COUNCIL OF EUROPE:** Committee for the development of sport: Eurofit. Handbook for the Eurofit Tests of Physical Fitness, Rom, 1988.
10. **DORDEL S, BERNOTEIT M:** Ausdauer bei 8-9 Jährigen. Ein Beitrag zur Auswahluntersuchung für das Schulsonderturnen. *Sportunterricht* 30 (1981) 345-350.
11. **FAUDE O, NOWACKI PE, URHAUSEN A:** Vergleich ausgewählter (unblutiger) Testverfahren der kardiopulmonalen Ausdauer bei Schulkindern. *Dtsch Z Sportmed* 55 (2004) 232-236.
12. **FREEDSON PS, CURETON KJ, HEATH GW:** Fitness Testing in Children and Youth. *Prev Med* 31 (2000) 77-85.
13. **GRANT S, CORBETT K, AMJAD AM, WILSON J, AITCHISON T:** A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *Br J Sports Med* 29 (1995) 147-152.
14. **HAGER A, HAUSER M:** Funktionsuntersuchungen, in: Schumacher G, Hess J, Bühlmeier K: *Klinische Kinderkardiologie*, Springer Verlag, Berlin, 2008.
15. **HASSELSTRØM H, HANSEN SE, FROBERG K, ANDERSEN LB:** Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. *Int J Sports Med* 23 (2002) 27-31.
16. **HOLLMANN W, STRÜDER HK:** *Sportmedizin*. (5. Aufl.) Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin. Schattauer, Stuttgart, 2009, 297-359.
17. **JACKSON AS, COLEMAN AE:** Validation of distance run tests for elementary school children. *Res Q* 97 (1976) 86-94.
18. **LÉGER LA, LAMBERT J:** A Maximal Multistage 20-m Shuttle Run Test to Predict VO<sub>2</sub>max. *Eur J Appl Phys* 49 (1982) 1-12.
19. **LIU NYS, PLOWMAN SA, LOONEY MA:** The Reliability and Validity of the 20-m Shuttle Test in American Students 12-15 years old. *Res Q Exerc Sport* 63 (1992) 360-365.
20. **VAN MECHELEN W, HLOBIL H, KEMPER HCG:** Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *Eur J of Appl Phys* 55 (1986) 503-506.
21. **ORTEGA FB, RUIZ JR, CASTILLO MJ, SJÖSTRÖM M:** Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes* 32 (2008) 1-11.
22. **SUMINSKI RR, RYAN ND, POSTON CS, JACKSON AS:** Measuring Aerobic fitness of Hispanic Youth 10-12 years of age. *Int J Sports Med* 25 (2004) 61-67.
23. **WEINECK J:** *optimales Training*. (16.durchgesehene Auflage). Spitta Verlag, Balingen, 2010, 306-310.

**Korrespondenzadresse:****Birte von Haaren****Institut für Sport und Sportwissenschaft****Karlsruher Institut für Technologie (KIT)****Engler-Bunte-Ring 15****76131 Karlsruhe****E-Mail: Birte.haaren@kit.edu**