

Der Hit & Turn Tennis Test - ein akustisch gesteuerter Ausdauerstest für die Praxis

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

Alexander Ferrauti, Vanessa Kinner

1 Bedarfslage

Weder national noch international existiert eine einheitliche Vorgehensweise für Durchführung und Interpretation der Ausdauerleistungsdiagnostik im Tennissport. Als Testverfahren wird zumeist eine stufenförmig ansteigende, lineare Laufbelastung gewählt. Hierbei variieren jedoch die Umgebungsbedingungen (Laufband im Labor oder Laufbahn im Feld), die Eingangsstufe und Stufenhöhe (0,4 m/s bis 0,56 m/s, entsprechend 2 km/h), die Stufendauer (2 bis 10 min) sowie die primär berücksichtigten submaximalen (z.B. Leistung in Beziehung zur Blutlaktatkonzentration) und maximalen Leistungsparameter (z.B. maximale Sauerstoffaufnahme, VO_{2max}). Diese bereits diffuse Ausgangslage wird insbesondere in der Bundesrepublik zusätzlich durch regional unterschiedliche Interpretationsansätze bei der Ableitung submaximaler - Blutlaktat bezogener Leistungen begleitet (z.B. aerob-anaerobe Schwelle nach Mader (2) bzw. Individuelle Anaerobe Schwelle nach Stegmann et al. (3)). Aufgrund unterschiedlicher Belastungsprotokolle und Interpretationsansätze sind weder die submaximalen noch die maximalen Leistungsparameter zwischen den Landesverbänden des Deutschen Tennis Bundes (DTB) oder gar auf internationaler Ebene vergleichbar. Dies sorgt innerhalb der Trainerschaft für erhebliche Verwirrung. Bestrebungen zur Vereinheitlichung der Ausdauerleistungsdiagnostik im Tennis (4) führten in der Bundesrepublik nur teilweise zum gewünschten Erfolg.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, inwieweit ein eindimensional, linear durchgeführter Laufstest mit ausreichender Validität dem spezifischen Anforderungsprofil des Tennissports gerecht wird. Beispielsweise konnten in anderen Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe erhebliche interindividuelle Unterschiede hinsichtlich der Schlagökonomie festgestellt werden. Weitere Einflussgrößen wie beispielsweise Körpermasse und Körperlänge, Koordination der tennisspezifischen Beinarbeit und spezielle Ausdauerleistung der tennisspezifischen Arbeitsmuskulatur bleiben im Rahmen eines linearen Laufstests ebenfalls unberücksichtigt. Es verwundert daher nicht, dass bereits in den vergangenen zwei Dekaden verschiedene Vorschläge veröffentlicht wurden, dieser Problematik durch die Entwicklung eines tennisspezifischen Ausdauerstests mit Hilfe einer Ballwurfmaschine nachzukommen (5). Die fehlende Vergleichbarkeit der hierzu publizierten Belastungsprotokolle, die unzureichende Testökonomie sowie die Vielzahl an unkontrollierbaren Freiheitsgraden in der Testdurchführung (z.B. Schlaghärte und Fortbewegungsart) verhinderten bislang eine flächendeckende Anwendung dieser Testvorschläge.

Im internationalen Umfeld konnte sich in den vergangenen fünfzehn Jahren ein sportspielspezifischer Ausdauer-test etablieren, der sich durch ein klar definiertes, sportspielspezifisches und leicht reproduzierbares Testprotokoll auszeichnet (1). Bei diesem "Multistage 20 m shuttle run test for aerobic fitness" (kurz: Multistage Fitness Test, MFT) absolviert die Testperson eine Vielzahl an Läufen über 20 m, die jeweils exakt zum Zeitpunkt eines akustischen Signals beendet und durch einen 180° Richtungswechsel erneut gestartet werden. Bei zunehmender Signalfrequenz und demzufolge Laufgeschwindigkeit (von 8,5 bis >18 km/h, Steigerung um 0,5 km/h pro min) werden bis zur Ausbelastung je nach Abbruchstufe ca. 40 bis 60 Läufe, unterbrochen durch eine entsprechende Anzahl zunehmend reaktiver Richtungswechsel absolviert. Der MFT ist für unterschiedliche Altersklassen normiert und anhand der VO_2max validiert. Folglich geben die Autoren die Möglichkeit vor, eine geschätzte maximale Sauerstoffaufnahme mittels einer begleitenden Tabelle aus der Belastungsstufe bei Testabbruch abzuleiten. Der einfach reproduzierbare und ökonomische Testablauf (Testdauer ca. 20 min für den gesamten Kader einer Mannschaft) sowie die Nähe zur sportspielspezifischen Laufbeanspruchung haben bis heute zu einer weiten internationalen Verbreitung des MFT, insbesondere in den Mannschaftsspielen geführt.

Auch für den Tennissport eröffnet der MFT eine interessante Alternative zur Ausdauerdiagnostik. Innerhalb einer Pilotstudie mit acht Tennisspielern der regionalen Klasse konnten wir eine enge Korrelation zwischen der MFT Leistung und jener innerhalb eines tennisspezifischen Ballwurfmaschinentests ($r=0,8$) nachweisen. Demgegenüber korrelieren die im traditionellen Laufband-Stufentest submaximal abgeleiteten laktatbezogenen Schwellenleistungen ($r=0,7$) als auch die VO_2max ($r=0,55$) nur unzureichend mit der Leistung im Ballwurfmaschinentest.

Aus den Vorüberlegungen geht insgesamt die Notwendigkeit hervor, ein national und international akzeptiertes und einheitliches Verfahren zur tennisspezifischen Ausdauerdiagnostik bereitzustellen. Dieses sollte von hoher Praktikabilität, ausreichender Validität und guter Reproduzierbarkeit bzw. Reliabilität sein. Die unreflektierte Übernahme des MFT für den Tennissport erscheint insgesamt unzureichend. Erstens sind die im Tennissport absolvierten Laufstrecken deutlich geringer als 20 m (ein Test sollte daher auf den Dimensionen des Tennisfeldes erfolgen), zweitens differiert die tennisspezifische Beinarbeit und auch die Technik des Richtungswechsels von jener im MFT und schließlich ist kritisch zu hinterfragen, ob der Testablauf nicht zumindest optional die Ableitung submaximaler Leistungsparameter ermöglichen sollte (die Maximalleistung des MFT ist stark motivationsabhängig). Mit Unterstützung von DTB und IFT (International Tennis Federation) entwickelten wir daher in enger Anlehnung an den MFT einen speziellen Test für Tennisspieler, den Hit & Turn Tennis Test.

2 Testbeschreibung

Testziel

Der Hit & Turn Tennistest ist ein akustisch gesteuerter Ausdauerstest für Tennisspieler mit einer stufenförmig ansteigenden Belastung. Der Test erfolgt mit Tennisschläger auf einem Tennisplatz und kann von einem Spieler oder von mehreren Spielern gleichzeitig ausgeführt werden. Das Testziel besteht darin, der Taktfrequenz von Signaltönen möglichst lange zu folgen, die mittels einer CD abgespielt werden. Dabei muss die geforderte Beinarbeit und Schlagaktivität aufrecht erhalten werden. Der Test wird bis zum erschöpfungsbedingten Abbruch durchgeführt und die maximal erreichte Teststufe registriert.

Beinarbeit und Schlagbewegung

Während des Tests laufen die Testpersonen zwischen Vorhand- und Rückhandecke hin und her und absolvieren auf Höhe der Doppel-Seitenauslinien einen druckvollen Vorhand- bzw. Rückhandschlag (Schlagsimulation). Die Schlagbewegung muss zeitgleich zum Signalton exakt auf der Höhe einer Markierungspyllone in der gewohnten Wettkampftechnik erfolgen. Um sicher zu stellen, dass der Schlag ausreichend druckvoll ausgeführt wird, kann der neuentwickelte Pfeif-Vibrationsdämpfer (Topspin, Hürth) eingesetzt werden (Foto 1).

Die Pylonen werden exakt am Schnittpunkt der Grundlinie zur Seitenauslinie des Doppelfeldes (eine Testperson) oder an mehreren Stellen im Verlauf der Doppel-Seitenauslinie platziert (mehrere Testpersonen). Der Abstand zwischen zwei Ballpendeln beträgt somit genau 11,0 m. Demnach kann der Test auch außerhalb eines Tennisfeldes durchgeführt werden, sofern eine geradlinige Laufstrecke von 11 m vermessen worden ist. Pro Pylonen-Paar können auch zwei (gleichhändige) Spieler gleichzeitig getestet werden. In diesem Fall stehen sich Spieler in der Mitte der Grundlinie vis-à-vis gegenüber. Beide kollidieren nicht bei der Schlagauführung, da die Laufrichtung zur Vorhand oder Rückhand durch die CD vorgegeben wird und somit gegengleich erfolgt. Selbstverständlich kann der Test auch nur mit einem Spieler pro Pylonenpaar und mehreren Spielern pro Platz durchgeführt werden (Foto 2).

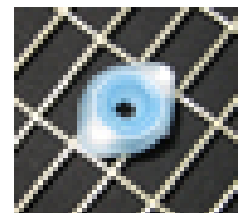


Foto 1: Pfeifdämpfer



Die Beinarbeit zur Schlagvorbereitung und Nachbereitung ist festgelegt. Zum Schlag läuft der Spieler nach einem Drehschritt in der Mitte der Grundlinie mit normalen Laufschritten in seitlicher Ausrichtung zum Spielfeld. Nach dem Schlag bewegt sich die Testperson in frontaler

Foto 2: Testdurchführung in der Praxis mit einer Großgruppe

richtung zum Spielfeld mit Side-Steps oder Kreuzschritten zurück bis zur Spielfeldmitte. Dort erfolgen eine erneute Seitwärtsdrehung und der Übergang in die normale Laufbewegung zum Ball. Die Einhaltung der Vorgaben zu Beinarbeit und Schlagbewegung muss durch den Testleiter erfolgen. Nach zweifacher Verwarnung (gelbe Karte) scheidet der Spieler aus (Rote Karte).

Belastungsschema

Die Zeitspanne zwischen den Signaltönen und somit zwischen Vorhand- und Rückhandschlägen verringert sich im Testverlauf gleichförmig um eine Zehntel Sekunde von 4,9 s in Stufe 1 auf 3,0 s in Stufe 20. Maximal können 20 Stufen absolviert werden. Die Stufendauer beträgt zwischen 45 und 50 s. Hierbei haben wir uns an der maximalen Länge von Ballwechselln orientiert, die im Wettspiel beobachtet werden kann (Abbildung 1).

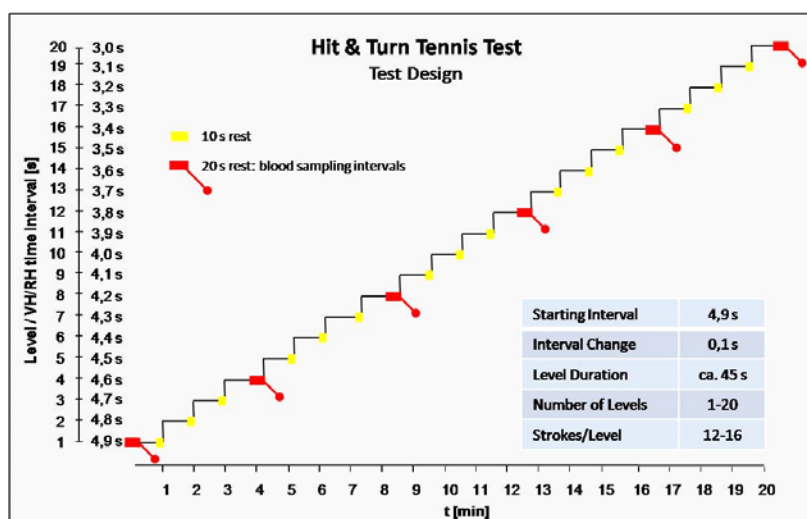


Abb. 1: Belastungsschema des Hit & Turn Tennis Tests

Zwischen den Teststufen befindet sich eine Pause von 10 s, in der sich der Spieler erneut in der Mitte der Grundlinie aufstellt und das Startsignal der nächsten Stufe erwartet. Nach den Teststufen 4, 8, 12, 16 folgt eine längere Pause von 20 s,

die zur Bestimmung der Blutlaktatkonzentration genutzt werden kann. Die Laktatmessung erfolgt optional und sollte nur dann den Test begleiten, wenn hierzu fachkundiges Personal und die erforderliche Analytik vorhanden sind (Abbildung 1).

Der Vorteil einer begleitenden Blutlaktatmessung besteht darin, dass neben der maximal erreichten Teststufe (diese kann motivationsabhängig sein) auch bereits bei submaximaler Beanspruchung die Leistung bestimmt werden kann. Sollten Sie auf eine Blutlaktatmessung verzichten, haben Sie jedoch eher die Möglichkeit eine größere Gruppe von Spielern gleichzeitig zu testen. In diesem Fall kann von einer ausreichenden Motivation aufgrund der direkten Konkurrenzsituation ausgegangen werden. Messgröße ist in diesem Fall die maximal erreichte Belastungsstufe.

Signaltöne

Jede Teststufe beginnt mit einem Countdown über 3 s sowie unmittelbar anschließend mit dem Hinweis „Back“ oder „For“. Hierdurch wird die Testperson in unregelmäßiger Reihenfolge aufgefordert, zunächst zur Rückhandseite („Back“) oder zur Vorhandseite („For“) zu starten. Das Ende einer Teststufe wird durch einen kurzen dreifachen Beep-Ton signalisiert.

Testvorbereitung und -materialien

Es empfiehlt sich, die Videoinstruktionen auf der DVD zunächst gemeinsam mit den Testpersonen anzuschauen. Bauen Sie die Pylonen an den geforderten Stellen an der Doppel-Seitenauslinie auf und markieren Sie die Mitte der Grundlinie, sofern dies nicht bereits der Fall ist. Wenn Sie außerhalb eines Tennisfeldes testen, benötigen Sie einen Abstand von exakt 11 m zwischen den Ballpendeln und eine Markierung des Linienmittelpunktes bei 5,5 m. Überprüfen Sie die Funktionsweise von CD Spieler bzw. PC und deren Lautsprecher. Aufgrund der geringen Belastung auf den unteren Teststufen ist eine spezielle Aufwärmarbeit für die Testpersonen nicht erforderlich. Kontrollieren Sie die Kleidung und das Schuhwerk der Spieler (Schnürriemen fest verknoten). Zu Beginn des Tests nehmen die Testpersonen mit dem Tennisschläger eine Position in der Mitte der Grundlinie ein. Als Testmaterialien benötigen Sie nur die DVD und ein entsprechendes Abspielgerät (bzw. PC mit externen Lautsprechern) sowie 2 Pylonen (sowie ggf. die Pfeif-Vibrationsdämpfer).

Leistungserfassung

Messgröße ist primär die maximal erreichte Teststufe und die auf dieser Stufe absolvierten Schläge. Aus der Normwerttabelle (diese liegt bislang nur für männliche Turnierspieler vor) kann aus dieser Information eine grobe Leistungsbeurteilung (von untrainiert bis Weltklasse) sowie die geschätzte maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2est}) des Spielers abgelesen werden (Tabelle 1).

Nach den Teststufen 4, 8, 12 und 16 sowie nach Vollendung des gesamten Tests (Stufe 20) besteht die Möglichkeit, Kapillarblut zur Bestimmung der Blutlaktatkonzentration zu entnehmen. Diese Messung liefert zusätzliche Hinweise auf die submaximale Leistungsfähigkeit (z.B. erreichtes Testlevel bei 4 mmol/l Blutlaktat).

Beep Training

Der beschriebene Testaufbau eignet sich ebenfalls im Rahmen eines Ausdauertrainings auf dem Tennisplatz („Beep Training“). Die DVD enthält deshalb von jeder Teststufe dreiminütige Sequenzen, die gezielt angesteuert werden können. Dies kann im Training nach der Dauermethode oder nach der variablen Dauermethode genutzt werden.

3 Testergebnisse und Individualanalysen

Stichprobe

Derzeit wird der Test bundesweit an einer stetig wachsenden Stichprobe normiert. Bislang liegen erste Daten zu 27 männlichen Spielern im Aktivenalter (nationale und regionale Klasse) sowie 37 männlichen (U12, U14, U16) und 30 weiblichen (U14, U16) D-Kaderspielern vor (Tabelle 1).

	N	Alter [Jahre]	Größe [cm]	Gewicht [kg]	BMI [cm/m ²]
m (NK)	14	24,0±5,0	184±6	75,5±9,8	22,3±1,9
m (RK)	13	29,0±2,9	185±6	79,4±6,2	23,3±1,6
m12	8	12,4±0,3	151±9	38,3±6,6	16,7±1,8
m14	20	13,5±0,7	165±9	50,9±7,7	18,6±1,4
m16	19	15,1±0,6	176±9	65,2±7,8	20,9±1,9
w14	17	13,2±0,8	165±9	52,3±9,8	19,0±2,2
w16	13	15,4±0,8	168±8	59,0±6,8	21,0±1,8

Tab. 1: Stichprobe der bis zum jetzigen Zeitpunkt mit dem Hit & Turn Tennis Test getesteten Spielerinnen und -spieler.

Ergebnisse

Das maximal erreichte Testlevel (Level max) liegt in den Altersklassen w14 und w16 auf annähernd gleichem Niveau (Abbildung 2). Bei den männlichen Junioren ist im Altersgang von m12 bis m16 ein kontinuierlicher Anstieg zu verzeichnen (von Level 12,0 auf 14,4). Männliche Aktive der Nationalen Klasse erreichen signifikant höhere Teststufen (16,1) als jene der Regionalen Klasse (13,4).

Die körpergewichtsbezogene relative Sauerstoffaufnahme liegt beim Testabbruch (VO_{2peak}) bei Jungen höher als bei Mädchen, sie weist jedoch keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Altersklasse auf. Im Aktivenalter erreicht die Nationale Klasse signifikant höhere Werte als die Regionale Klasse (Abbildung 2).

Die bei Testabbruch erreichte Blutlaktatkonzentration (LA peak) steigt bei Mädchen und Jungen im Altersgang während die maximal erreichte Herzfrequenz (HF peak) stetig fällt (Abbildung 2).

Die relative Sauerstoffaufnahme steigt im Testverlauf kontinuierlich an (Abbildung 3 und 4). Dabei erfolgt der Anstieg in der Regionalen Klasse früher und führt auf den unteren Teststufen (bis Level 6) zu signifikant höheren Werten (Abbildung 3). In ähnlicher Weise zeichnet sich im Juniorenalte die Tendenz ab, dass jüngere Spieler bei gleicher Teststufe mit einer höheren Sauerstoffaufnahme reagieren (Abbildung 4).

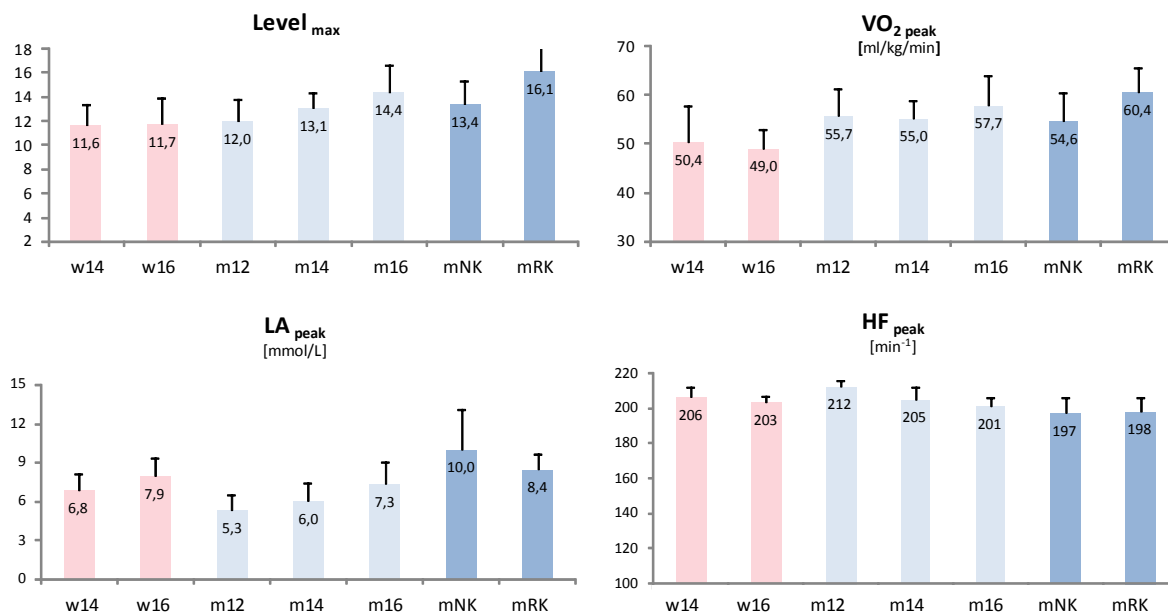


Abb. 2: Maximal absolvierte Teststufe (Level_{max}) und höchste Sauerstoffaufnahme (VO_{2peak}) sowie die Laktatkonzentration (LA_{peak}) und Herzfrequenz (HF_{peak}) zum Zeitpunkt des Testabbruchs bei D-Kader Spielerinnen und -spielern verschiedener Altersklassen sowie bei männlichen Turnierspielern der Nationalen Klasse (mNK) bzw. der Regionalen Klasse (RK).

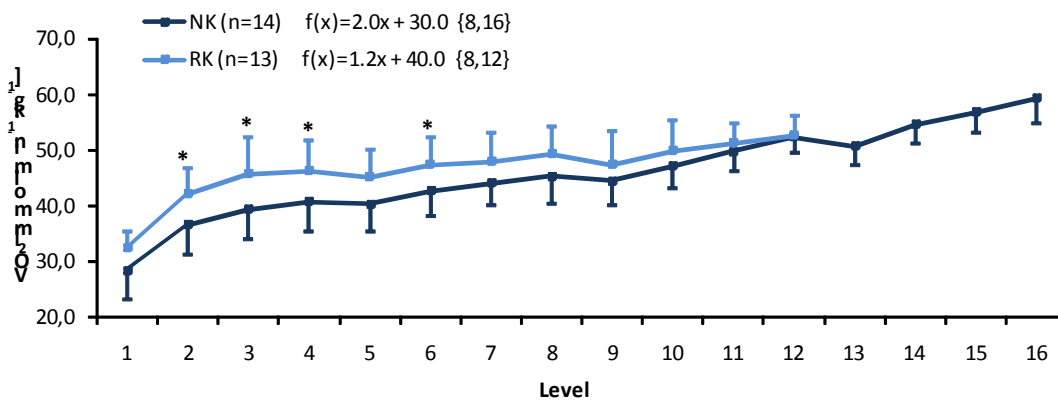


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Teststufe und relativer Sauerstoffaufnahme für männliche Turnierspieler unterschiedlicher Leistungsklasse.

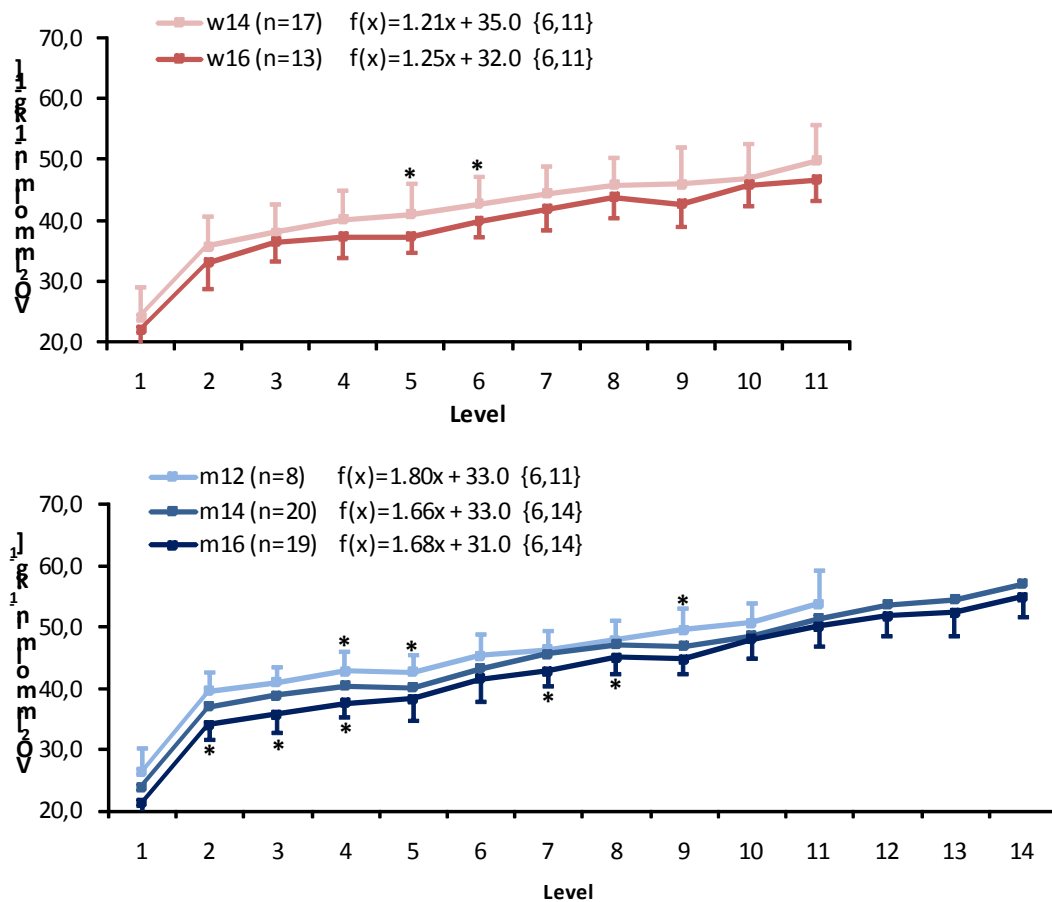


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Teststufe und relativer Sauerstoffaufnahme für weibliche (oben) und männliche (unten) D-Kader Spieler verschiedener Altersklassen.

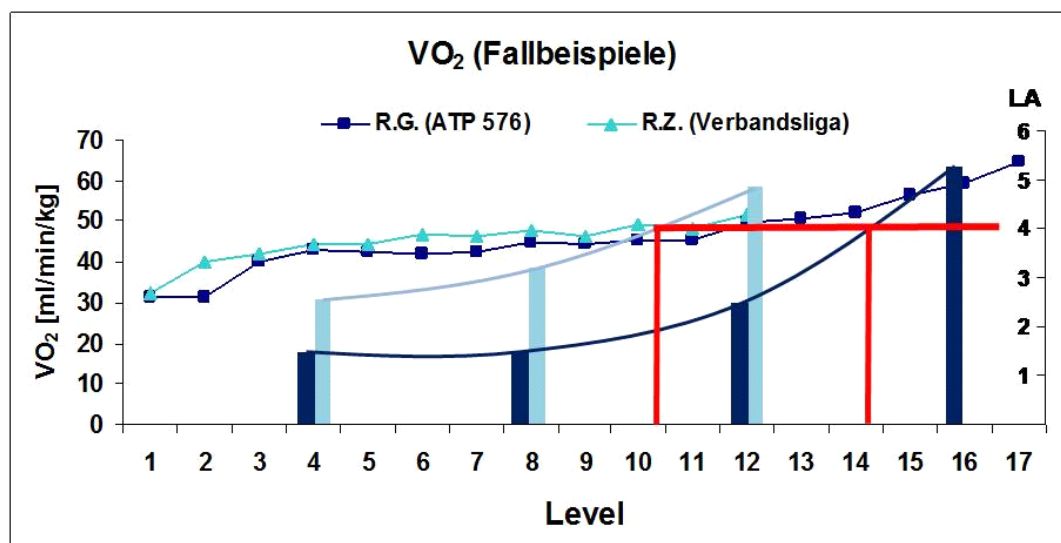
Diskussion

Die maximal erreichte Teststufe ist im Juniorenbereich ein objektiverer und trennschärferer Leistungsindikator als physiologische Messgrößen wie die maximale Sauerstoffaufnahme. Die höhere Maximalleistung älterer Junioren kann trotz vergleichbarer relativer VO_{2peak} auf eine günstigere Bewegungsökonomie zurückgeführt werden. Eine identische submaximale Teststufe können jüngere Spieler nur mit höherem energetischem Umsatz realisieren. Dies entspricht dem üblichen Kenntnisstand in der Literatur, demzufolge die geringere Laufökonomie von kleineren Kindern unter anderem auf unerwünschte Muskel-Co Kontraktionen der nicht beteiligten Muskulatur sowie auf eine biomechanisch ungünstigere Kraftübertragung zurückgeführt werden kann. Wir empfehlen daher im Juniorenbereich die alleinige Beachtung der maximalen Teststufe. Auch die Interpretation submaximal bestimmter Laktatkonzentrationen birgt unerwünschte Fehlerquellen, da die LA peak entwicklungsbedingt im Altersgang steigt (Abbildung 2 und 4).

Als weiterer Beleg für die besondere Bedeutung der Bewegungsökonomie für den Energiebedarf eines Tennisspielers kann die vergleichende Betrachtung der Sauerstoffaufnahme von erwachsenen Spielern mit unterschiedlichem Leistungsniveau herangezogen werden (Abbildung 3). Leistungsspieler (der beste getestete Spieler besaß ein ATP Ranking um Position 500) leisten eine identische tennisspezifische Aufgabenstellung ökonomischer als Spieler unterer Leistungsklassen (Verbandsliga).

Individualanalysen

Dargestellt sind die Testergebnisse eines Verbandligaspielers im Vergleich zu einem Spieler mit ATP Ranking. Der leistungsstärkere Spieler weist auf den unteren Teststufen eine geringfügig niedrigere Sauerstoffaufnahme auf. Dies spricht für eine günstigere Bewegungsökonomie. Der ATP Spieler weist nach Level 4, 8 und 12 niedrigere Blutlaktatkonzentrationen auf. Er erreicht 4 mmol/l LA nach Level 14,2 während dies beim Verbandligaspieler bereits nach Level 10,3 der Fall ist. Der ATP Spieler bricht den Test nach Beendigung von Level 17 (gegenüber 12) mit einer höheren maximalen Sauerstoffaufnahme ab als der Verbandligaspieler. Die tennisspezifische Ausdauerleistung des ATP Spielers kann als exzellent bezeichnet werden (Tab. 2).



Spieler R.G. (ATP 576)

max: 17
 VO₂max: 67.0 ml/min/kg
 4 mmol/l: Level 14.2

Beurteilung: Exzellent

Spieler R.Z. (VL)

max: 12
 VO₂max: 51.0 ml/min/kg
 4 mmol/l: Level 10.3

Beurteilung: Schlecht/Mittel

Abb. 5: Darstellung ausgewählter Individualergebnisse.

Normwerte für männliche Turnierspieler																	Kategorie
VO _{2,gest} [ml/min/kg]		Schläge															
Level	Intervall [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	4.9																
2	4.8																
3	4.7																
4	4.6																
5	4.5																
6	4.4																
7	4.3																
8	4.2																
9	4.1	46.0	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.6	46.8	47.0	47.2	47.4	47.6	47.8	48.0		
10	4.0	48.0	48.0	48.1	48.2	48.3	48.4	48.6	48.8	49.0	49.2	49.4	49.6	49.8	50.0		
11	3.9	50.0	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.6	50.8	51.0	51.2	51.4	51.6	51.8	52.0		
12	3.8	52.0	52.0	52.1	52.2	52.3	52.4	52.6	52.8	53.0	53.2	53.4	53.6	53.8	54.0		
13	3.7	54.0	54.0	54.1	54.2	54.3	54.4	54.5	54.6	54.8	55.0	55.2	55.4	55.6	55.8	56.0	
14	3.6	56.0	56.0	56.1	56.2	56.3	56.4	56.5	56.6	56.8	57.0	57.2	57.4	57.6	57.8	58.0	
15	3.5	58.0	58.0	58.1	58.2	58.3	58.4	58.5	58.6	58.8	59.0	59.2	59.4	59.6	59.8	60.0	
16	3.4	60.0	60.0	60.1	60.2	60.3	60.4	60.5	60.6	60.8	61.0	61.2	61.4	61.6	61.8	62.0	
17	3.3	62.0	62.0	62.1	62.2	62.3	62.4	62.5	62.6	62.7	62.8	63.0	63.2	63.4	63.6	63.8	64.0
18	3.2	64.0	64.0	64.1	64.2	64.3	64.4	64.5	64.6	64.7	64.8	65.0	65.2	65.4	65.6	65.8	66.0
19	3.1	66.0	66.0	66.1	66.2	66.3	66.4	66.5	66.6	66.7	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0
20	3.0	68.0	68.0	68.1	68.2	68.3	68.4	68.5	68.6	68.7	68.8	69.0	69.2	69.4	69.6	69.8	70.0

Tab. 2: Leistungsbeurteilung für männliche Turnierspieler und geschätzte maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2,gest}) entsprechend der maximal erreichten Teststufe gemäß der Funktionsgleichung $f(x) = 2x + 30$, $D = \{8;16\}$.

Zusammenfassung

Das Ziel des vorliegenden Gemeinschaftsprojektes zwischen DTB, ITF und der Ruhr-Universität Bochum war die Entwicklung und Normierung eines tennisspezifischen Ausdauer-tests für die Praxis. Das vorgeschlagene Testschema wird den klassischen Gütekriterien in zufriedenstellender Weise gerecht.

Die zur Testdurchführung notwendige DVD (einschl. Manual und Normwerte) kann gegen einen kann zu einem Preis von 19€ bei der Ruhr-Universität Bochum per Email und Nachfrage angefordert werden (marco.knoop@rub.de).



Literatur

1. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J: The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J. Sports Sciences* 6, 1988, 93-101.
2. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Schürch P, Hollmann W: Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmed.* 27, 1976, 80-88 u. 109-112.
3. Stegmann H, Kindermann W, Schnabel A: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int. J. Sportsmed.* 2, 1981, 160-165.
4. Stockhausen W, Weber K, Born P, Hinz H, Krahl H, Michaelis U, Pfannkoch P, Zofka Z, Keul J: Leistungsdiagnostik im Tennis. Ein Konzept zur Vereinheitlichung der Leistungsdiagnostik für Nachwuchsspieler/-innen im Deutschen Tennis Bund. *Leistungssport* 27 (5), 1996, 34-36.
5. Weber K: Der Tennissport aus internistisch-sportmedizinischer Sicht. St. Augustin, Richarz 1987.