

# Comparació del nivell de condicions prèvies de rendiment de tennistes d'elit (estudi de cas)

*Comparison of the Level of Top Tennis Players' Performance Preconditions (Case Study)*

**JIŘÍ ŽHÁNĚL**  
**MIROSLAV ČERNOŠEK**  
**MARTIN ZVONĀŘ**  
**JIŘÍ NYKODÝM**  
**TOMÁŠ VESPALEČ**

Facultat d'Estudis Esportius  
Universitat de Masaryk, Brno (República Txeca)

**GUILLERMO FELIPE LÓPEZ SÁNCHEZ**

Facultat de Ciències de l'Esport  
Universitat de Múrcia (Espanya)

**Autor per a la correspondència**

**Guillermo Felipe López Sánchez**  
*gfls@um.es*

## Resum

En el món del tennis d'avui en dia, hi ha una clara tendència cap a un joc físicament exigent, en què les condicions prèvies motrius més importants són la velocitat (acció i reacció), la força (sobretot la inicial i l'explosiva), la força resistència i les habilitats específiques de coordinació. El present estudi es basa en la teoria retrospectiva. L'objectiu de la investigació va ser l'anàlisi longitudinal del nivell de condicions prèvies somàtiques i motrius de tennistes txecs d'elit (el tennista Tomas Berdych –TB– i la tennista Petra Kvitova –PK–). Amb data d'1 de juny de 2014, Tomas Berdych és el tennista número 1 de la República Txeca i el número 6 del món en el Rànquing ATP (4.330 punts), i ha aconseguit el seu millor rànquing fins avui, el 2013 (número 5 del món); amb la mateixa data la tennista Petra Kvitova també és la tennista número 1 de la República Txeca i la número 6 del món en el Rànquing WTA (4.600 punts), i ha aconseguit el seu millor rànquing fins avui, el 2011 (número 2 del món). Els dos tennistes van ser avaluats longitudinalment mitjançant la bateria de test TENDIAG1, la qual conté tres ítems somàtics i sis ítems motors. Els resultats d'ambdós tennistes clarament van mostrar que, al llarg de tot el període de monitorització, la seva puntuació total en la bateria de test es trobava per sobre de la mitjana de la població de tennistes. L'avaluació de les diferències entre sexes va mostrar un nivell significativament més alt en la majoria d'ítems en el tennista TB, excepte en els ítems de flexibilitat del tors i de velocitat de reacció de braços i cames. La tennista PK va obtenir un millor nivell en l'índex de mobilitat de l'espatlla. Els resultats proporcionen interessants coneixements i suggeriments per a l'entrenament del tennis.

**Paraules clau:** condició física, estudi de cas, teoria retrospectiva, tennis, bateria de test

## Abstract

### *Comparison of the Level of Top Tennis Players' Performance Preconditions (Case Study)*

*In contemporary world tennis, there is a clear tendency towards a physically demanding game in which the most important motor preconditions are speed (action and reaction), strength (particularly start and explosive), stamina, and specific coordination skills. This study is based on retrospective theory. The research objective was longitudinal monitoring of the level of somatic and motor preconditions in top Czech tennis players (the male tennis player Tomas Berdych, TB, and the female tennis player Petra Kvitova, PK). On June 1, 2014, Tomas Berdych was the number 1 tennis player in the Czech Republic and number 6 in the world ATP Ranking (4330 points), having achieved his best ranking in 2013 (number 5 in the world); on June 1, 2014 Petra Kvitova was also number 1 in the Czech Republic and number 6 in the world WTA Ranking (4600 points), having achieved her best ranking in 2011 (number 2 in the world). Both players were assessed longitudinally using the TENDIAG1 test battery, containing three somatic and six motor items. The results of both tested athletes clearly show that the total point score in the test battery was above the average for tennis players in general throughout the whole monitored period. The evaluation of differences between the sexes showed a significantly higher level in most items of the test battery in the male player TB with the exception of torso flexibility and the reaction speed of arms and legs. The female player PK showed a higher level in the shoulder mobility index. The results provide interesting insights and suggestions for training practice.*

**Keywords:** condition, case study, retrospective theory, tennis, test battery

Aquest article ha estat preparat en el marc del projecte de la Federació Txeca de Tennis titulat "Avaluació integral en tennis".

## Introducció

En diversos esports, s'ha investigat àmpliament la influència dels factors individuals i les seves mútues interaccions en el rendiment esportiu final (Dovalil et al., 2009; Ferrauti, Maier, & Weber, 2006; Hohmann, Lames, & Letzelter, 2010; Reid, Crespo, Quinn, & Miley, 2003; Schönborn, 2008; Weineck, 2007; Wohlmann, 1996). Com indica Schönborn (2008), el rendiment esportiu a llarg termini és una condició prèvia necessària per a una posterior carrera esportiva reeixida. Aquest article se centra en els aspectes del nivell de rendiment de dos esportistes d'elit (un tennista i una tennista), al llarg d'una monitorització longitudinal de les seves condicions prèvies somàtiques (alçada, pes, mobilitat de l'espatlla) i motores. L'estudi es basa en estudis anteriors i completa altres estudis semblants duts a terme amb tennistes (Černošek, 2012; Zháněl, Černošek, Martinovský, & Agricola, 2008).

Des del punt de vista sistèmic, l'avaluació física en els esports s'entén com una part integral del procés de diagnòstic que permet l'aplicació del coneixement conegut a l'hora de planificar, regular i dur a terme l'entrenament esportiu, a més de proporcionar la necessària retroacció a esportistes i entrenadores (Blahuš, 1996; Dovalil et al., 2009; Zháněl, 2005). Segons Hohmann et al. (2010), les avaluacions del rendiment esportiu tenen dos principals objectius: *a)* Identificar les fortaleces i debilitats de l'esportista mitjançant la comparació dels valors obtinguts (*l'estat actual*) i els valors requerits (*estat diagnòstic*); *b)* Comprovar l'eficàcia de l'entrenament mitjançant la comparació dels valors existents amb els valors requerits. L'avaluació de les condicions necessàries per al rendiment se centra a establir el nivell de factors bàsics per al rendiment esportiu (condicions somàtiques, mentals, tècniques, tàctiques i externes), les quals poden ser denominades condicions prèvies de rendiment (Dovalil et al., 2009; Hohmann et al., 2010; Schnabel, Harre, Krug, & Borde, 2003). Diversos autors emfatitzen la importància de cercar aquells factors que són significativament determinants o influents en el rendiment esportiu (Dovalil et al., 2009; Hohmann et al., 2010; Schnabel et al., 2003; Schönborn, 2008; Wohlmann, 1996). Els mètodes emprats per identificar els nivells d'aquests factors són principalment els mètodes antropomètrics, biomecànics, bioquímics, fisiològics i psicològics, així com els mètodes d'observació i avaluació (Schnabel et al., 2003). L'anàlisi de les dades obtingudes mitjançant adequats mètodes d'avaluació permet determinar l'estat actual del nivell de rendiment

i pot també ser d'utilitat per pronosticar el rendiment esportiu futur. No obstant això, mentre més complexa sigui l'estructura d'un esport, més complicat serà tal pronòstic de rendiment. Per exemple, no és el mateix tractar de pronosticar el rendiment en un esport com els 100 metres llisos o en un altre com l'hoquei sobre gel.

L'estructura del rendiment esportiu en el tennis ha estat analitzada des del punt de vista del temps, l'espai, les característiques fisiològiques i motrius del tennis i la seva importància a llarg termini (Ferrauti et al., 2006; Reid et al., 2003; Schönborn, 2008; Wohlmann, 1996; Zháněl, Černošek, Martinovský, & Agricola, 2000). Un concepte generalment acceptat i reconegut és el que planteja Schönborn (2008), el qual divideix els factors de rendiment esportiu segons la seva importància en el tennis, i distingeix així entre factors que *limiten* el rendiment (molt importants i difícilment compensables) i factors que *influeixen* en el rendiment (importants però fins a cert punt compensables per altres factors). Quan s'avalua el nivell de rendiment en tennis, és necessari sortir de la concepció de l'anàlisi global del joc per centrar-se en el diagnòstic específic de les diferents condicions prèvies requerides per al tennis (Ferrauti et al., 2006; Schönborn, 2008; Wohlmann, 1996; Zháněl, 2005). El nivell de condició física és una important condició prèvia per al rendiment esportiu en el tennis i altres esports, a causa de l'evolució de l'esport i el tennis contemporani cap a un model de joc més exigent físicament. Les condicions motrius prèvies més importants per al tennis actual (en el qual cada vegada es requereix més agressivitat, força i rapidesa) són la velocitat (acció-reacció, especialment la velocitat de cursa), la força (particularment força inicial i força explosiva), la força resistència i les habilitats específiques de coordinació. Importants autors estimen que la influència de la condició física en el rendiment esportiu en el tennis està entorn del 40 % (Crespo & Miley, 2003; Ferrauti et al., 2006; Roertert & Ellenbecker, 2003; Schönborn, 2008; Zháněl et al., 2008).

A causa de l'alta exigència física i fisiològica en el tennis d'elit actual (Fernández-Fernández, Sanz-Rivas, & Méndez-Villanueva, 2009) i que hi ha moltes possibilitats que els tennistes d'avui en dia competeixin gairebé totes les setmanes de l'any (Fernández Fernández, 2007), és de summa importància per a un bon rendiment en els tornejos, l'entrenament de la seva resistència cardiorespiratòria (Fernández-Fernández et al., 2011; Kovacs, 2007), així com d'habilitats

motores com la potència, la força, l'agilitat, la velocitat i l'explosivitat (Fernández-Fernández, Méndez Villanueva, Pluim, Fernández-García, & Terrados, 2006; Kovacs, 2007). A més a més, alguns autors han trobat connexió entre la fatiga, el deteriorament de la competència en les habilitats pròpies del tennis i el descens de la capacitat tècnica en el joc (Méndez-Villanueva, Fernández-Fernández, & Bishop, 2007; Moya, Bonete, & Santos-Rosa, 2009, citant a Davey, Thorpe i Williams, 2002). És per això que els entrenadores i preparadors físics han de plantejar un entrenament eficient, tant a nivell físic com a nivell estratègic (Fernández-Fernández, Méndez Villanueva, Pluim, Fernández-García, & Terrados, 2007), duent a terme protocols d'entrenament efectius per millorar la força i la condició física dels jugadors de tennis (Fernández-Fernández et al., 2009), a més d'augmentar la capacitat per resistir la fatiga (Méndez-Villanueva et al., 2007). En aquesta mateixa línia, Kovacs (2006) indica que l'entrenament de la força i la flexibilitat són beneficiosos per al rendiment i la prevenció de lesions en el tennis competitiu.

L'avaluació del nivell de les condicions prèvies de rendiment en el tennis normalment es fa mitjançant bateries de test, l'ús de les quals té una tradició que es remunta setanta anys enrere (Wohlmann, 1996). El projecte de la Federació Txeca de Tennis titulat "Avaluació integral en el tennis" ha utilitzat la bateria de test TENDIAG1 a llarg termini (Zháněl, Vaverka, & Černošek), la qual ha estat desenvolupada en col·laboració amb experts en tennis i sobre les bases de l'anàlisi de continguts i estructura de les bateries de test usades fins avui. Els resultats obtinguts a través de la bateria de test TENDIAG1 fan possible: *a*) Avaluació del nivell actual de les condicions prèvies de rendiment (aplicable a la regulació i gestió del procés d'entrenament); *b*) Monitorització a llarg termini (longitudinal) del nivell de condicions prèvies de rendiment (aplicable a la planificació del procés d'entrenament). La teoria de l'anomenat enfocament retrospectiu suposa que l'èxit dels esportistes en la seva edat adulta té la seva base en un alt nivell de certes condicions prèvies de rendiment ja en la seva joventut, el qual fa possible aconseguir el màxim nivell de rendiment en l'edat adulta (Hohmann et al., 2010). Sobre la base d'aquesta teoria, en aquesta investigació es du a terme una anàlisi dels resultats de la monitorització longitudinal del nivell de condicions prèvies de rendiment d'un tennista i

una tennista, els quals pertanyen a l'elit mundial del tennis actual.

## Pregunta i objectius d'investigació

El rendiment esportiu en tennis és un fenomen multifactorial que requereix necessàriament la consecució d'un nivell òptim i la interacció de les condicions prèvies de rendiment per aconseguir un alt rendiment esportiu en l'etapa adulta. L'objectiu d'aquesta investigació va ser dut a terme, en el marc d'una monitorització longitudinal d'un tennista i una tennista d'elit, una avaluació del nivell de les condicions prèvies somàtiques i motrius, la seva comparació amb els resultats d'una població de tennistes, i també una avaluació de tendències de desenvolupament i diferències entre sexes.

### Pregunta

Quin és el nivell de condicions prèvies somàtiques i motrius del tennista i la tennista monitoritzats, els quals van obtenir un alt nivell de rendiment en la seva edat adulta?

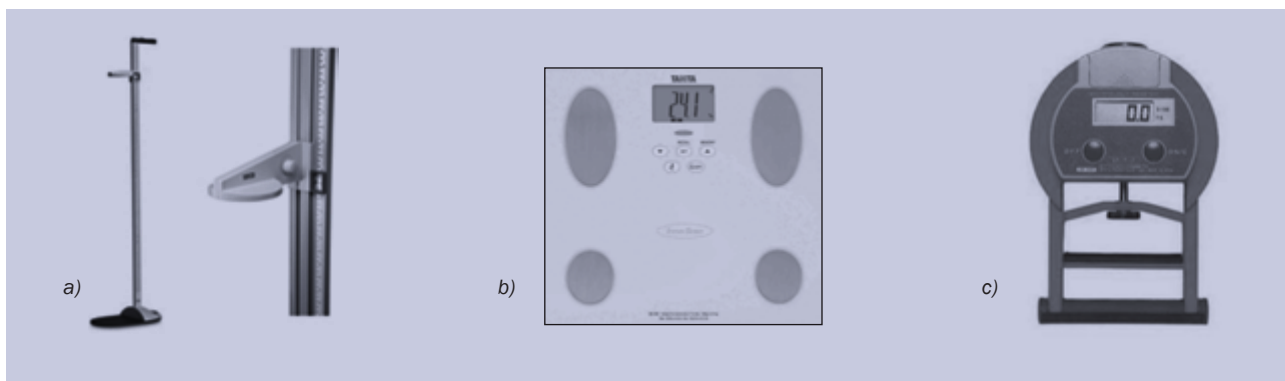
### Objectius

- Comparar el nivell de condicions prèvies somàtiques i motrius del tennista i la tennista monitoritzats amb una població de tennistes.
- Avaluar les tendències de desenvolupament del nivell global de condicions prèvies de rendiment del tennista i la tennista monitoritzats.
- Avaluar les diferències entre sexes en el nivell de condicions prèvies de rendiment del tennista i la tennista monitoritzats.

## Mètodes d'investigació

### Metodologia

Des del punt de vista de la metodologia de la investigació i seguint a Hendl & Blahuš (2005), aquesta investigació és del tipus "estudi de cas" i "estudi de desenvolupament", centrada en el desenvolupament i els canvis en les condicions prèvies de rendiment somàtiques i motrius de tennistes joves, utilitzant la investigació del tipus d'"anàlisi de tendències" i incloent-hi la seva interpretació. El marc teòric de la investigació es basa en la *teoria de mesura i avaluació* i en la *teoria dels constructes d'activitat motriu* (Blahuš, 1996; Dovalil et al., 2009; Hohmann, et al., 2010; Měkota & Novosad,



**Figura 1.** Material utilitzat: a) Tallador mecànic per a nens i adults SECA 216; b) Bàscula TANITA-BC 581; c) Dinamòmetre SMEDLEY III digital

2005; Weineck, 2007), i la teoria de l'estructura factorial del rendiment esportiu i la seva aplicació al tennis (Ferrauti, et al., 2006; Reid et al., 2003; Zháněl, Vaverka, & Černošek, 2000; Zháněl, 2005).

## Participants

Des del punt de vista metodològic, es va fer una selecció intencional d'un tennista i una tennista que van aconseguir un alt nivell internacional en la seva edat adulta (el tennista TB i la tennista PK). El tennista TB ha estat *TOP 20* en el Rànquing ATP des de 2009, *TOP 10* des de 2010, i va aconseguir el seu millor rànquing fins avui, el 2013 (5). La tennista PK va entrar en el tennis professional als 16 anys d'edat (2006), el 2008 va aconseguir el *TOP 50* en el Rànquing WTA i va aconseguir el seu millor rànquing fins ara, el 2011 (2). Els resultats obtinguts en la bateria de test pel tennista TB van ser obtinguts quan tenia entre 15,6 i 19,2 anys d'edat (un total de 6 sessions d'avaluació); la tennista PK va ser avaluada quan tenia entre 15,7 i 19,8 anys d'edat (també 6 sessions d'avaluació). Els resultats d'ambdós tennistes es mostren a la *taula 2*.

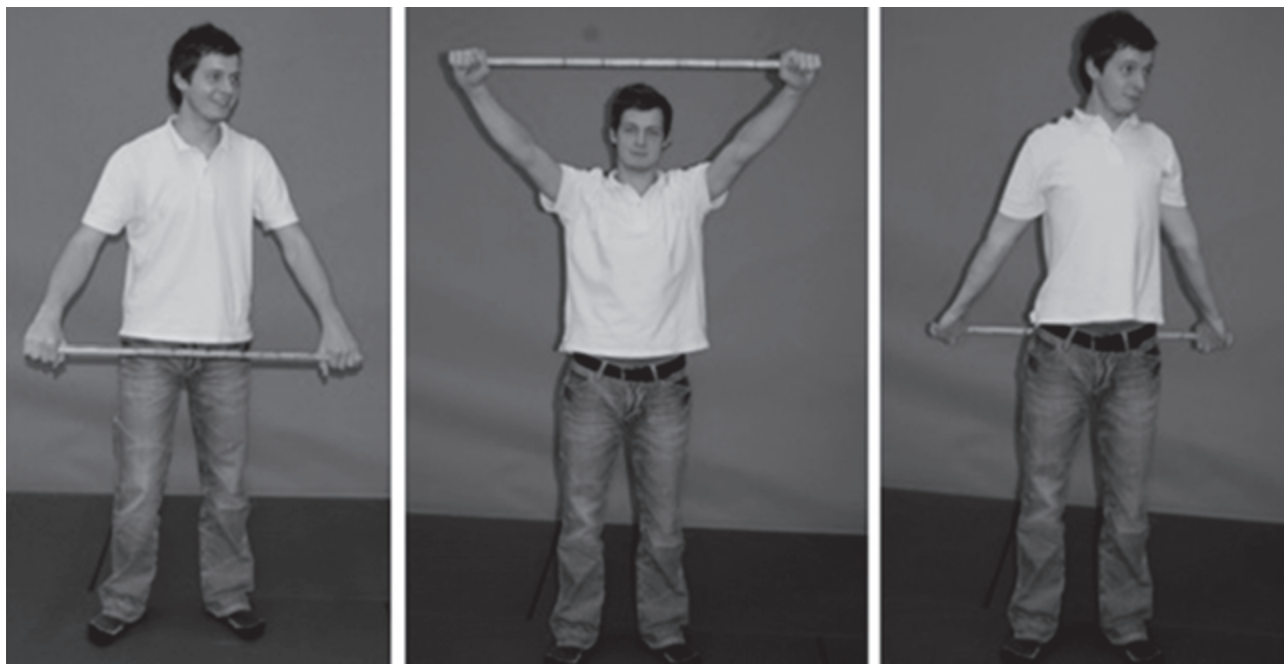
## Procediments i obtenció de dades

Les dades de la investigació van ser obtingudes usant la bateria de test TENDIAG1 (Zháněl, Vaverka et al., 2000), la qual conté un total de 9 ítems: 3 ítems de mesura de característiques somàtiques bàsiques (alçada, pes, mobilitat de l'espatlla), 3 ítems de test del nivell de condició física (força del braç amb què es juga, velocitat d'acció i resistència a mitjà termini) i 3 ítems de condicions prèvies de rendiment de coordinació (velocitat de reacció de braços i cames a l'estímul visual, flexibilitat del tors). (*Taula 1*)

**Alçada:** es va emprar el tallador mecànic per a nens i adults SECA 216. Aquest tallador té un rang de mesura des de 3,5 a 230 centímetres. La vareta de mesurament es munta a la paret, i el tallador SECA 216 és apropiat per mesurar la talla tant d'adults com de nens. El resultat es comprova fàcilment durant el procediment de mesurament, a través d'una 'finestra' que permet una lectura sense esforç, col·locada al costat de la vareta de mesurament. El dispositiu de bloqueig situat en el topall del cap permet comprovar el resultat exacte fins i tot després del mesurament.

I. Característiques somàtiques bàsiques	II. Condició física	III. Coordinació
Alçada (centímetres)	Força del braç amb què es juga (kiloponds)	Velocitat de reacció de braços a estímul visual (segons)
Pes (quilograms)	Velocitat d'acció (segons)	Velocitat de reacció de cames a estímul visual (segons)
Índex de mobilitat d'espatlla (punts)	Resistència a mitjà termini (segons)	Flexibilitat del tors (nombre de contactes)

**Taula 1.** Descripció de la bateria de test TENDIAG1



**Figura 2.** Índex de mobilitat de l'espatlla

**Pes:** s'ha utilitzat la bàscula TANITA-BC 581, que disposa d'una pantalla de 39,5 mm i 4 elèctrodes. Aquesta bàscula té una alta precisió, amb una gradua-  
ció del pes de 50 g i un pes màxim d'usuari de 150 kg. La bàscula indica el pes del subjecte de manera instan-  
tània.

**Índex de mobilitat de l'espatlla:** és un indicador de la mobilitat de l'articulació de l'espatlla. Es realitza amb una pica de gimnàstica de 100 cm de longitud, en la qual estan marcats els centímetres. En primer lloc, es mesura l'amplària de les espatlles del subjecte a avaluar (distància biacromial). El subjecte avaluat agafa la pica amb ambdues mans i braços estesos al davant a l'alçada de la cintura, i intenta girar cap enrere els braços estesos fins a col·locar-los damunt del cap. Si ho aconsegueix, el subjecte ha d'intentar continuar amb el gir fins que la pica queda darrere l'esquena novament a l'alçada de la seva cintura. El subjecte fa un intent d'entrenament i altres dos intents que seran mesurats. El resultat correspon al millor d'aquests dos últims intents. Es mesura la distància més petita entre les mans (amplària de l'agafada) amb la qual el subjecte és capaç de fer aquest gir cap endarrere mantenint els braços estesos. Per tant, a menor distància entre les mans, major mobilitat de l'articulació de l'espatlla. L'índex de mobilitat de l'espatlla es calcula amb la fórmula següent:

$$IMH = \frac{\text{amplària de l'agafada (cm)}}{\text{amplària de les espatlles (cm)}}$$

L'índex de mobilitat de l'espatlla s'interpreta en punts, de tal manera que a menor puntuació, major mobilitat de l'espatlla.

**Força del braç amb què es juga:** en bipedestació i per mitjà de dinamòmetre manual digital, realitzant dos intents i anotant el millor dels dos resultats en quilograms-força).

**Velocitat d'acció:** mitjançant el circuit de velocitat amb canvis de direcció que es mostra a la figura 3. El jugador corre amb la raqueta a la mà i comença en la línia de fons de la pista de tennis des de la posició "S", havent de tocar amb la raqueta balons medicinals situats en les posicions 1, 2, 3, 4 i 5 i tornar a la posició "S" després de tocar cadascun d'ells. La seqüència és "S - 1 - S - 2 - S - 3 - S - 4 - S - 5 - S". La distància total recorreguda és 54,88 metres. El jugador disposa de 2 intents i s'anota el millor temps en segons.

**Resistència a mitjà termini:** el jugador corre amb la raqueta a la mà i comença en la línia de fons de la pista de tennis des de la posició "S" (fig. 3), havent de tocar amb la raqueta balons medicinals situats en les posicions 1 i 5. Durant la prova, el jugador va corrent de cantó a cantó tocant els balons medicinals 1 i 5. La prova acaba

quan ha tocat els balons 60 vegades (30 vegades cada baló). La distància total recorreguda és 485,57 metres. El jugador disposa d'un sol intent i s'anota el temps en segons.

**Velocitat de reacció de braços a l'estímul visual:** el jugador es troba assegut davant d'una taula en què hi ha un ordinador i quatre plaques tàctils. En la pantalla de l'ordinador es poden veure les mateixes quatre plaques. El jugador ha de tocar les plaques amb les mans el més ràpid possible seguint la seqüència visual que va marcant l'ordinador. Es mesuren 20 temps de reacció i s'obté el temps mitjà de reacció en segons.

**Velocitat de reacció de cames a l'estímul visual:** el jugador es troba en bipedestació davant d'una pantalla i al terra hi ha 2 plaques tàctils. En la pantalla de l'ordinador es poden veure les mateixes dues plaques. El jugador ha de tocar les plaques amb els peus el més ràpid possible seguint la seqüència visual que va marcant l'ordinador. Es mesuren 20 temps de reacció i s'obté el temps mitjà de reacció en segons.

**Flexibilitat del tors:** el jugador es troba en bipedestació amb l'esquena prop de la paret, però sense tocar-la. Hi ha senyals a terra a 20 cm de distància davant del jugador i a la paret darrere del jugador (a nivell de les espatlles). La prova dura 20 segons durant els quals el jugador ha de tocar alternativament els senyals al terra i a la paret. Es compta el nombre de vegades que el jugador ha tocat els senyals, anotant el millor resultat de dos intents.

L'avaluació va ser duta a terme per persones instruïdes i entrenades seguint una única metodologia, en el marc del projecte de la Federació Txeca de Tennis titulat "Avaluació integral en tennis". Les dades de la investigació van ser recollides en pista dura de tennis *indoor* entre 1999-2010, sempre dues vegades a l'any, en els períodes març/abril i octubre/novembre, quan els calendaris dels jugadors ho permetien (per aquesta raó no sempre va ser possible observar el cicle d'avaluació de mig any).

Respecte al sistema de puntuació de la bateria de test TENDIAG1, les característiques somàtiques (alçada, pes i índex de mobilitat de l'espatlla) tenen només un caràcter informatiu i no són valorades per punts. En canvi, els 6 ítems de condició física i coordinació són valorats en una escala de 0-2 punts (és a dir, amb 6 test es poden aconseguir entre 0-12 punts). Per avaluar els resultats en aquests 6 test i atorgar de 0-2 punts als tennistes es tenen en compte els valors de referència normatius obtinguts en investigacions prèvies amb

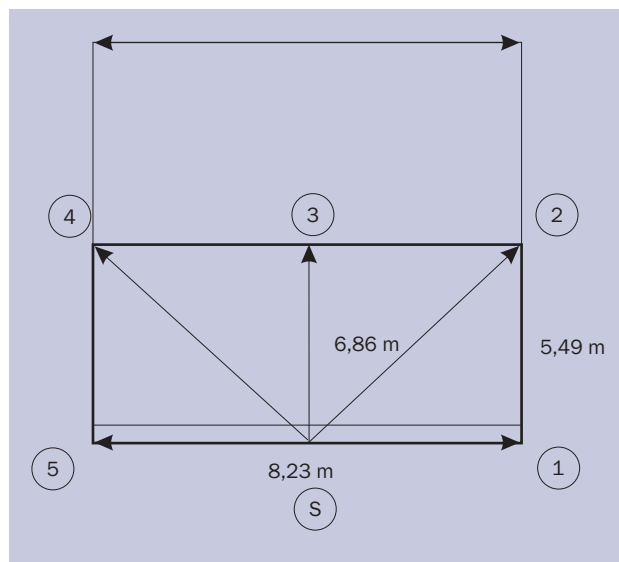


Figura 3. Circuit Velocitat d'acció i Resistència a mitjà termini

una àmplia mostra de jugadors ( $n = 619$ ) i jugadores ( $n = 516$ ) de tennis (Cernošek, 2012; Zhánel, 2005), sobre la base estadística de les normes de rendiment de tres etapes per a ítems de test individuals (per a cada test i edat), desenvolupant categories d'edat segons les característiques estadístiques bàsiques dels resultats. La bateria de test TENDIAG1 llança un informe individual del tennista, que proporciona resultats il·lustrats i avaluats de cada jugador de forma gràfica i per punts. L'anàlisi estadística es va dur a terme mitjançant els programes informàtics Microsoft Excel, Statgraphics i Statistica.

Pel que fa a la validesa i fiabilitat de la bateria TENDIAG1, els valors dels criteris de qualitat van ser verificats en el desenvolupament d'aquesta (Zhánel, 2005) en un ampli grup de tennistes ( $n = 134$ ). El coeficient de fiabilitat dels test és excel·lent (entre 0,90-0,98). El grau d'objectivitat no ha estat establert pel fet que els tests de la bateria van ser aplicats per personal entrenat i en la majoria dels casos per la mateixa persona. A més a més, a causa de l'alta erudició dels entrenadores de tennis que van participar en la creació de la bateria de test TENDIAG1, aquesta bateria pot considerar-se totalment vàlida (Zhánel, Vaverka et al., 2000).

## Resultats i discussió

A causa de la limitada extensió de la contribució, no és possible presentar detalladament tots els gràfics de les

	T	Edat	Alçada	Pes	IMC	IMH	FBJ	VA	R	VRB	VRP	FT	Punts
El tennista TB	1	15,6	193	84,0	22,6	2,8	48,1	12,4	140,1	0,40	0,37	42	9
	2	16,0	193	87,2	23,4	2,6	53,4	12,8	142,5	0,44	0,37	45	7
	3	16,6	195	90,0	23,7	2,4	53,0	12,2	148,3	0,40	0,35	44	8
	4	17,7	194	92,0	24,4	2,8	61,5	13,4	146,2	0,42	0,30	44	8
	5	18,5	195	92,8	24,4	2,6	51,5	13,5	144,1	0,41	0,32	42	6
	6	19,2	196	90,8	23,5	2,9	51,1	12,9	146,6	0,42	0,32	44	7
La tennista PK	1	15,7	178	58,2	18,4	2,0	28,9	14,5	151,4	0,44	0,37	43	7
	2	17,1	179	69,4	21,7	2,6	38,6	14,0	152,2	0,45	0,32	39	9
	3	17,6	181	71,0	21,7	2,6	35,4	14,0	155,7	0,47	0,33	38	7
	4	18,8	181	71,8	22,2	2,2	37,2	14,2	151,4	0,45	0,35	42	10
	5	19,2	181	74,8	22,8	2,6	41,7	14,0	154,7	0,43	0,30	36	9
	6	19,8	182	70,0	21,1	2,3	49,1	13,9	159,5	0,41	0,33	42	9

T: seqüència dels test; edat (anys); alçada (centímetres); pes (quilograms); IMC: índex de massa corporal; IMH: índex de mobilitat de l'espatlla; FBJ: força del braç amb què es juga (kiloponds); VA: velocitat d'acció (s); R: resistència a mitjà termini (s); VRB: velocitat de reacció dels braços a l'estímul visual (s); VRP: velocitat de reacció de les cames a l'estímul visual (s); FT: flexibilitat del tors (nombre de contactes).

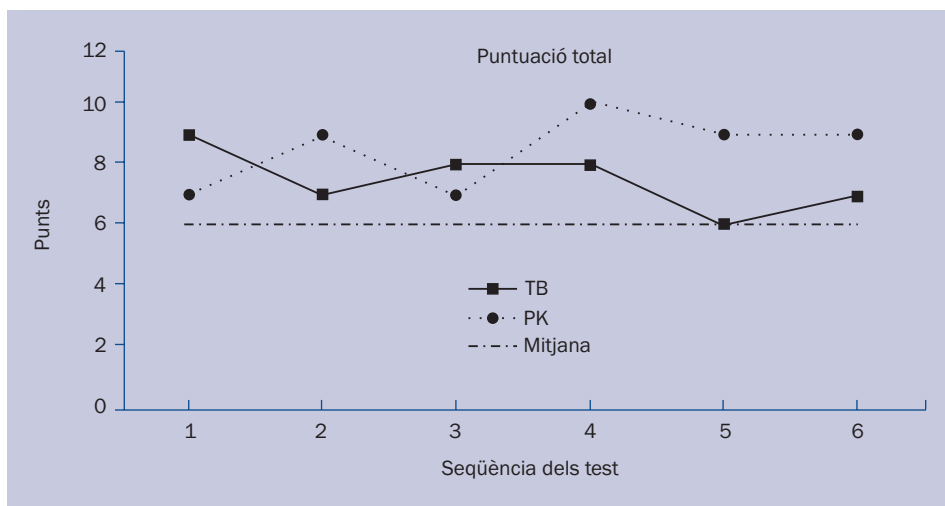
**Taula 2.** Resultats del tennista TB i la tennista PK

tendències de desenvolupament de les condicions prèvies de rendiment individuals del tennista TB i la tennista PK. Per tant, ens limitarem a una representació gràfica de les puntuacions globals del tennista TB i la tennista PK. Els seus resultats aconseguits en el període monitoritzat es presenten a la *taula 2*. No obstant això, sobre la base de l'anàlisi dels resultats i la seva comparació amb la població de jugadors i jugadores de tennis, és possible afirmar que en el període monitoritzat, el tennista TB i la tennista PK van estar per sobre de la mitjana en alçada i pes corporal, van aconseguir en general resultats per sobre de la mitjana en el test de força del braç amb què es juga, la seva velocitat de cursa va estar al voltant de la mitjana en ambdós tennistes, la seva resistència va

ser per sota de la mitjana (en una entrevista controlada, ambdós jugadors van dir que no consideren important per al tennis aquest tipus de resistència). Ambdós van aconseguir resultats significativament per sobre de la mitjana en el test de reacció del braç i especialment de reacció de la cama, el nivell de flexibilitat del tors va ser superior a la mitjana en el tennista TB i inferior a la mitjana en el tennista PK. Aquests resultats són comparables als de Kovacs, Pritchett, Wickwire, Green, & Bishop (2007), que van aplicar una bateria de test físics a una mostra de vuit jugadors de tennis universitari d'elit d'EUA.

La *figura 4* mostra el nivell de les puntuacions totals del tennista TB i de la tennista PK en el període

**Figura 4.** Tendències de desenvolupament en les puntuacions totals del tennista TB i de la tennista PK en la bateria de test TENDIAG1



Ítem/tennista	TB	PK	Diferència	%	Diferència crítica
Alçada	196	182	-14	92,9	<b>1,8*</b>
Pes	90,8	70,0	-20,8	77,1	<b>2,5*</b>
IMC	23,5	21,1	-2,4	89,8	<b>0,6*</b>
IMH	2,9	2,3	+0,6	126,0	<b>0,4*</b>
FBJ	51,1	49,1	-2,0	96,1	<b>2,3</b>
VA	12,9	13,9	-1,0	92,8	<b>0,3*</b>
R	146,6	159,5	-12,9	91,9	<b>6,4*</b>
VRB	0,42	0,41	+0,01	102,4	<b>0,04</b>
VRP	0,32	0,33	-0,01	97,0	<b>0,04</b>
FT	44	42	V2	95,5	<b>3,8</b>

Alçada (centímetres); pes (quilograms); IMC: índex de massa corporal; IMH: índex de mobilitat de l'espatlla; FBJ: força del braç amb què es juga (kiloponds); VA: velocitat d'acció (s); R: resistència a mitjà termini (s); VRB: velocitat de reacció dels braços a l'estímul visual (s); VRP: velocitat de reacció de les cames a l'estímul visual (s); FT: flexibilitat del tors (nombre de contactes); \*: diferències significatives entre sexes.

**Taula 3.** Diferències entre sexes en els resultats dels tennistes TB i PK

monitoritzat en comparació amb el nivell mitjà de la població de jugadors i jugadores de tennis (6 punts); les tendències de desenvolupament d'ambdós tennistes són presentades mitjançant sèries temporals.

El tennista TB va assistir a un total de sis sessions de test a l'edat de 15,6-19,2 anys, on el nivell global de les seves condicions motrius prèvies de rendiment va ser mitjà alt (de 6 a 10 punts); va aconseguir la seva millor puntuació (10 punts) a l'edat de 15,6 anys. En el període monitoritzat, el valor mitjà dels seus resultats va estar al nivell de 8 punts ( $\bar{x}=8$ , mitjana = 8). La tennista PK va assistir a un total de sis sessions de test a l'edat de 15,7-19,8 anys, on el nivell global de les seves condicions motrius prèvies de rendiment va ser mitjà alt (de 7 a 10 punts); va aconseguir la seva millor puntuació (10 punts) a l'edat de 18,8 anys (s'ha de tenir en compte que va començar la seva preparació sistemàtica de condicionament sobre l'edat de 16 anys). En el període monitoritzat, el valor mitjà resultava ser del nivell de 9 punts ( $\bar{x}=9$ , mitjana = 9).

Les diferències entre sexes entre el tennista TB i la tennista PK en l'última sessió de test (a les edats de 19,2 i 19,8 respectivament) es mostren a la *taula 3*. L'avaluació de la significativitat de diferències es va realitzar mitjançant la denominada *diferència crítica*, calculada per a tests individuals a partir dels valors de coeficients de fiabilitat i desviació estàndard (Měkota & Blahuš, 1983; Zháněl, 2005). Els resultats mostren

que, com era d'esperar, en els paràmetres somàtics de la tennista PK es va trobar un nivell d'alçada (92,9 %), pes (77,1 %) i IMC (89,8 %) significativament més baix, la qual cosa concorda amb el coneixement general. Una sorprenentment petita i insignificant diferència va ser trobada en el test de força del braç amb què es juga (96,1 %) tot i el fet que el nivell de força del tennista TB està per sobre de la mitjana. Aquest fet posa de manifest un major nivell de preparació de la força de la tennista PK, la qual cosa s'evidencia en la força dels seus cops. Les diferències en el test de velocitat (92,8 %) i resistència (91,9 %) es corresponen amb les dades publicades i són significatives. La tennista PK va mostrar un nivell considerablement més alt en l'índex de mobilitat de l'espatlla, que novament confirma el conegut fet de la major mobilitat articular de les dones. Les diferències en el test de flexibilitat del tors (2), velocitat de braços i cames (0,1 s) no són significatives.

## Conclusions

En el període monitoritzat (15,6 -19,2 anys), el tennista TB va mostrar un nivell mitjà alt de condicions motrius prèvies de rendiment (de 6 a 10 punts) en comparació amb la població de jugadors de tennis; va aconseguir el seu millor resultat (10 punts) a l'edat de 15,6 anys. La tennista PK va mostrar un nivell mitjà alt de condicions motrius prèvies de rendiment (de 7 a 10 punts) en comparació amb la població de jugadores de tennis en el període monitoritzat (15,7-19,8 anys); va aconseguir el seu millor resultat (10 punts) a l'edat de 18,8 anys. Es pot dir que el tennista TB i la tennista PK van demostrar tenir un nivell superior a la mitjana en les condicions prèvies motrius de rendiment al llarg de tot el període monitoritzat, en l'etapa juvenil així com en l'edat adulta. Les tendències de desenvolupament van mostrar un estat estabilitzat del nivell de condicions prèvies motrius. Les diferències trobades entre sexes són significatives en favor del tennista TB, amb l'excepció dels test de flexibilitat del tors i velocitat de reacció de braços i cames. La tennista PK va mostrar un nivell més alt en l'índex de mobilitat de l'espatlla.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.



## Referències

- Blahuš, P. (1996). *K systémovému pojetí statistických metod v metodologii empirického výzkumu chování*. Praha: Karolinum.
- Crespo, M., & Miley, D. (2003). *Tenisový trenérský manuál 2. stupně (pro vrcholové trenéry)*. (F. Zlesák, J. Zlesák, I. Dušek, J. Zháněl, J. Čermák, Trans.) Olomouc: Univerzita Palackého.
- Černošek, M. (2012). *Analýza vybraných faktorů ovlivňujících sportovní výkon v tenisu*. Disertační práce, Brno: Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., ... & Bunc, V. (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Fernández Fernández, J., Méndez Villanueva, A., Pluim, B. M., Fernández-García, B. & Terrados, N. (2006). Physical and physiological aspects of tennis competition (I). *Archivos de medicina del deporte*, 23(116), 451-454.
- Fernández Fernández, J. (2007). *Aspectos físicos y fisiológicos relacionados con la competición en el tenis de alto rendimiento* (Tesi doctoral, Universitat d'Oviedo, Espanya).
- Fernández Fernández, J., Méndez Villanueva, A., Pluim, B. M., Fernández-García, B., & Terrados, N. (2007). Physical and physiological aspects of tennis competition (II). *Archivos de medicina del deporte*, 24(117), 35-41.
- Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *Strength & Conditioning Journal*, 31(4), 4, 15-26. doi:10.1519/SSC.0b013e3181ada1cb
- Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D., Sanchez-Muñoz, C., Gonzalez de la Aleja, J., Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Physiological Responses to On-Court vs Running Interval Training in Competitive Tennis Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(3), 540-545.
- Ferrauti, A., Maier, P., & Weber, K. (2006). *Tennistraining*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Hendl, J., & Blahuš, P. (2005). *Závěrečná práce (proces a produkt). Jak na to?* Recuperat de <http://www.ftvs.cuni.cz/hendl/index1.htm>
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2010). *Úvod do sportovního tréninku*. (T. Studený, Trans.). Prostějov: Sport a věda. (Originál vydán , 2007).
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 381-386. doi:10.1136/bjism.2005.023309
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis Physiology. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198. doi:10.2165/00007256-200737030-00001
- Kovacs, M. S., Pritchett, R., Wickwire, P. J., Green, J. M. & Bishop, P. (2007). Physical performance changes after unsupervised training during the autumn/spring semester break in competitive tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 705-710. doi:10.1136/bjism.2007.035436
- Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Fernandez, J. & Bishop, D. (2007). Exercise-induced homeostatic perturbations provoked by singles tennis match play with reference to development of fatigue. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 717-722. doi:10.1136/bjism.2007.037259
- Moya, M., Bonete, E., & Santos-Rosa, F. J. (2009). Efecto de un periodo de sobrecarga de entrenamiento de dos semanas sobre la precisión en el golpeo en tenistas jóvenes. *Motricidad: European Journal of Human Movement* (24), 77-93.
- Reid, M., Crespo, M., Quinn, A., & Miley, D. (2003). Modern strength and conditioning for tennis. A S. Miller (Ed.), *Tennis Science & Technology 2* (pàg. 227-235). London: International Tennis Federation.
- Roetert, E. P., & Ellenbecker, T. S. (2003). The tennis player of the new millenium. A S. Miller (Ed.), *Tennis Science & Technology 2* (pàg. 163-169). London: International Tennis Federation.
- Schnabel, G., Harre, D., Krug, J., & Borde, A. (Eds.). (2003). *Trainingswissenschaft*. Berlin: Sportverlag.
- Schönborn, R. (2008). *Optimální tenisový trénink*. (T. Studený, Trans.). Olomouc: doc. RNDr. Jiří Zháněl, Dr. (Originál vydán 2006).
- Weineck, J. (2007). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen: Spitta.
- Wohlmann, R. (1996). *Leistungsdiagnostik im Tennis*. Ahrensburg: Czwalina.
- Zháněl, J. (2005). *Diagnostika výkonnostních předpokladů ve sportu a její aplikace v tenise*. Habilitační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Zháněl, J., Balaš, J., Trčka, D., & Shejbal, J. (2000). Diagnostika výkonnostních předpokladů v tenise. *Tenis*, 11(3), 18-19.
- Zháněl, J., Černošek, M., Martinovský, L., & Agricola, A. (2008). Identifikace sportovních talentů v tenise – od talentu ke světové úrovni. *A Identifikace sportovních talentů* (pàg. 16-20). Praha: Fakulta Tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.
- Zháněl, J., Vaverka, F., & Černošek, M. (2000). Longitudinal observation of physical and motor preconditions in tennis. A S. J. Haake & A. Coe (Eds.), *Tennis Science & Technology* (pàg. 441-448). London: Blackwell Science Ltd.