



Prueba de esfuerzo específica para el tenis: Estudio de caso de un jugador de elite

Cyril Brechbuhl (FRA), Olivier Girard (FRA), Grégoire Millet (FRA) y Laurent Schmitt (FRA)

ITF Coaching and Sport Science Review 2016; 70 (24): 31-35

RESUMEN

Aunque la evaluación de las cualidades técnicas, físicas y fisiológicas necesarias para la optimización del rendimiento es una tarea compleja en el tenis, es, sin embargo, crucial para la planificación del entrenamiento. Aunque los objetivos físicos suelen estar disociados de los técnicos, sostenemos que una prueba de esfuerzo específica para el tenis, recientemente validada, y conocida como la "PRUEBA" (Brechbuhl, Girard, Millet, y Schmitt, 2016), permite la combinación de ambos de manera efectiva. Las diferencias de eficiencia en los golpes de derecha y revés pueden deberse a la fatiga bajo condiciones estandarizadas, de este modo, minimizando los efectos tácticos y emocionales. El objetivo de este estudio de caso es proporcionar un ejemplo práctico de la PRUEBA en un jugador de elite.

Palabras clave:

Prueba incremental, golpear la pelota, velocidad de la pelota

Recibido: 30 Septiembre 2016

Aceptado: 10 Octubre 2016

Autor correspondiente:

Cyril Brechbuhl

Correo electrónico:

Cyril.brechbuhl@fft.fr

INTRODUCCIÓN

Los avances científicos y tecnológicos han posibilitado el progreso gradual hacia los tests o pruebas de campo, más específicos y cercanos a las especificidades del rendimiento. Hay dos aspectos que parecen favorecer las pruebas específicas (en cancha, utilizando la acción real o simulada de golpear) sobre las pruebas semi-específicas, (cerca del patrón de actividad en términos de trabajo y tiempo de recuperación) ("Yo-Yo IR2" [Bangsbo, Iain, y Krstrup, 2008]; "30-15 Prueba de aptitud física intermitente" [Buchheit, 2008]; "Prueba de carrera" [Leger y Lambert, 1982]): (1) el uso de las dimensiones de la cancha de tenis, y (2) la combinación de trabajo de pies específico y movimientos de la parte superior del cuerpo (es decir, simulando o ejecutando golpes).

En cuanto a las pruebas específicas, algunos autores utilizan los movimientos específicos para tenis, pero sin golpear realmente la pelota (Ferrauti, Kinner, y Fernandez-Fernandez, 2011; Girard, Chevalier, Leveque, Micallef, y Millet, 2006), mientras que otros integran la acción real de golpear la pelota con una evaluación de la precisión de golpeo (Baiget, Fernandez-Fernandez, Iglesias, Vallejo, y Rodriguez, 2014; Davey, Thorpe, y Williams, 2002; Smekal y cols., 2000), o sin ninguna evaluación técnica (Fargeas-Gluck y Leger, 2012). Existe un creciente deseo de relacionar los parámetros de rendimiento técnico (precisión en el golpe y/ o velocidad) con los cambios fisiológicos (concentración de lactato en sangre [la], frecuencia cardíaca (FC), consumo de oxígeno (VO₂)) bajo condiciones estandarizadas (Davey y cols., 2002; Smekal y cols., 2000; Vergauwen, Spaepen, Lefevre, y Hespel, 1998).

Comparando las respuestas fisiológicas entre la prueba realizada en el campo y una prueba discontinua en la cinta ergométrica para caminar, Girard y cols. (2006) mostraron que las pruebas de laboratorio subestiman los valores del consumo máximo de oxígeno (VO₂max), mientras que las principales variables cardio-respiratorias (FC, VO₂) medidas a intensidades submáximas no diferían (Girard y cols., 2006). Preferimos las pruebas que integran la acción real de golpear la pelota, pues la contribución de la parte superior del cuerpo, que

tiene una influencia significativa sobre el gasto de energía según informa la literatura (Fernandez-Fernandez, Kinner, y Ferrauti, 2010), debe tenerse en cuenta. Hasta la fecha no hay ninguna publicación de comparaciones de las influencias fisiológicas entre los golpes simulados y reales (sin distinguir los golpes de derecha y revés).

Desde el punto de vista del caso que estudiamos, veremos cómo la PRUEBA (Brechbuhl, Girard, Millet, y Schmitt, 2016) permite un enfoque psicológico asegurando que la ejecución técnica cumpla con los requisitos del tenis de alto rendimiento.

EQUIPAMIENTO Y MÉTODO

Jugador

El sujeto es un jugador de elite, masculino, de 19 años en el momento de la prueba. Tras haber sido uno de los jugadores junior más prometedores, continuó con buen rendimiento en el circuito, llegando a las segundas semanas de los Grand Slams y ganando títulos ATP.

Protocolo para la prueba

El procedimiento de la PRUEBA consiste en golpear pelotas lanzadas a velocidad media de 86 km.h⁻¹ mediante una máquina Hightof[®], alternando golpes de derecha y revés cruzados (Brechbuhl, Millet, y Schmitt, 2016) (Figura 1). Después de 2 minutos de la fase de "habitación" (frecuencia de pelota de 16 tiros .min⁻¹), la primera etapa consta de una frecuencia de pelota de 10 tiros.min⁻¹, que luego aumenta en 2 tiros.min⁻¹ cada minuto hasta alcanzar la etapa correspondiente a 22 tiros min⁻¹. A partir de entonces, se fija el incremento de la frecuencia de la pelota en +1 tiro.min⁻¹ hasta terminar. Entre cada etapa, se implementa un corte de recuperación de 30 segundos (pasivo). La PRUEBA permite una evaluación simultánea de las variables fisiológicas y técnicas. La velocidad de la pelota (utilizando un radar) y los valores de precisión se registra al completar cada etapa. El jugador debe encontrar el equilibrio correcto entre la velocidad de la pelota y la precisión. Los parámetros de velocidad y precisión combinados proporcionan una visión del rendimiento técnico

(PerfTennis) (Figura 3B).

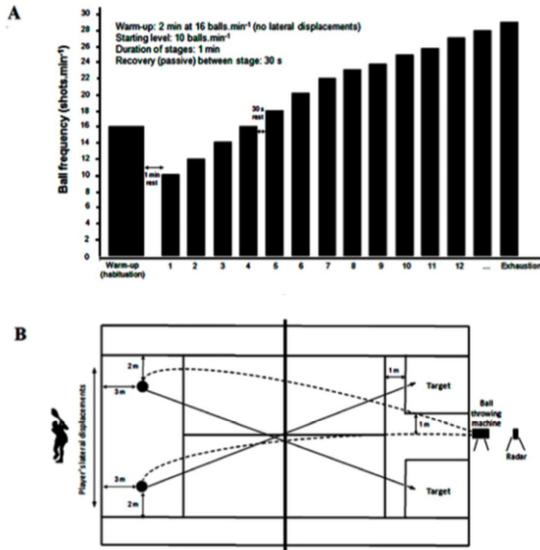


Figura 1 – Diseño de la PRUEBA (A) y entorno esquemático (B) (Brechtbuhl, Girard, y cols., 2016).

SISTEMA DE ANÁLISIS DE GASES

Elegimos el analizador Cortex MetaMax 3B® por su facilidad de uso, su peso liviano y su tamaño compacto. Pesa 570 gramos y permite medir la FC, VO₂, la producción de dióxido de carbono (VCO₂) y la ventilación (VE). La detección del umbral de ventilación (VT₁ y VT₂) se llevó a cabo analizando los puntos de cambio en pendiente (quebres de linealidad) de los parámetros ventilatorios (Wasserman, 2005).

Además, para mayor comodidad del jugador, se utilizó una máscara de neopreno que no obstruye la visión. Para poder mantener el sistema MetaMax 3B® en su lugar durante los movimientos del jugador, utilizamos una cómoda venda elástica de malla Surgifix que permite la respiración (Imagen 1).



Imagen 1 – Equipamiento del jugador (sistema de análisis de gases) durante la PRUEBA.

MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LACTATO

Se tomaron muestras de sangre capilar de la punta de los dedos y se realizó el análisis de concentración de lactato según las pautas corrientes (Dassonville y cols.,1998). Las muestras se extrajeron de la mano no dominante para preservar la calidad

de la empuñadura de la raqueta del jugador. Asimismo, durante la PRUEBA, se realizaron las mediciones cada dos etapas utilizando el analizador Lactate Pro II de Arkray®.

MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA PELOTA Y LA PRECISIÓN

La eficiencia de los golpes de fondo se determinó a partir de la velocidad de la pelota (km.h⁻¹) utilizando el radar Stenstic 2 (Hightof®, Francia), y de la precisión medida por un entrenador que registraba los datos en una pantalla táctil. Los valores de la precisión de los golpes de fondo derivaron del porcentaje (%) de pelotas que botaban en la zona objetivo definida en la Figura 1.

RESULTADOS

Los datos sobre fisiología y rendimiento técnico relacionados con el mayor esfuerzo se observan en las tablas y figuras siguientes:

Zone d'intensité	Palier	n balles.min ⁻¹	FC (bpm)	Lactates (mmol.l ⁻¹)	VO ₂ (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	VCO ₂ (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	VE (l.min ⁻¹)
Zone 1	1	10	131		40.2	36.6	68
	2	12	140	1	41.5	39.0	74
	3	14	154		43.9	42.7	79
	4	16	159	1.2	45.1	45.7	84
	5	18	165		47.6	48.8	87
	6	20	171	1.4	50.4	51.2	95
Zone 2	7	22	175		53.2	53.3	98
	8	23	180	2.1	55.6	57.1	104
	9	24	183		57.4	61.2	115
Zone 3	10	25	184	4.2	59.6	65.2	125
	11	26	188		60.5	68.1	133
	12	27	189		61.5	70.2	145
	13	28	191	11.8	62.2	74.7	160

Tabla 1 – Respuestas fisiológicas durante la PRUEBA con un jugador de elite. FC: frecuencia cardíaca; VO₂: consumo de oxígeno; VCO₂: producción de dióxido de carbono; VE: ventilación; Altura: 185 cm; Peso: 82 kg

Zona 1: Zona aeróbica pura, debajo de LT₁ (primer umbral de lactato) y VT₁ (primer umbral de ventilación).

El entrenamiento para la resistencia aeróbica aumenta la vascularización de los músculos, el número y el tamaño de la mitocondria, las enzimas aeróbicas (ciclo de Krebs) y las enzimas beta- oxidantes.

Zona 2: La zona entre el primero y el segundo umbral de lactato (o debajo de VT₂), la zona de desarrollo aeróbico a través del mayor uso de los sistemas de transporte de iones de hidrógeno (NADH₂), zona combinada de uso de grasas e hidratos de carbono.

Zona 3: Sobre el segundo umbral de lactato y VT₂, zona de altos niveles de lactato en sangre, disminución del nivel de rendimiento tenístico como resultado de la acidosis muscular y de la hiper ventilación. Entrenamiento de potencia aeróbica máxima, mayor capacidad cardiopulmonar, mayor transporte de oxígeno, más enzimas glucolíticas (PFK y LDH durante la conversión de lactato a piruvato), mayor capacidad de contracción muscular, mayor almacenamiento de glucógeno en los músculos.

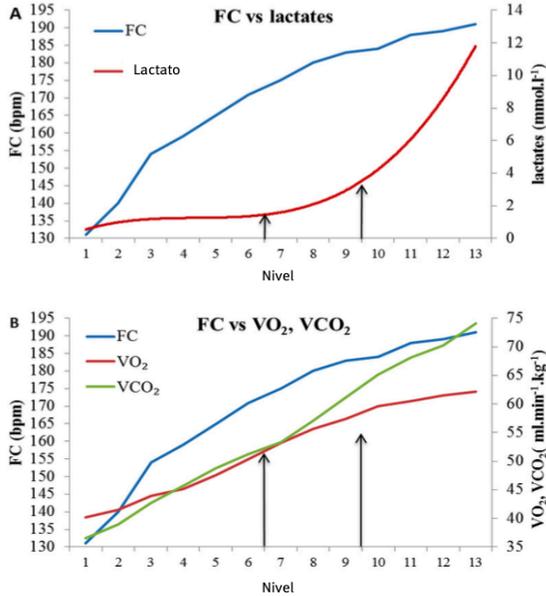
palier	VO ₂ ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹	Lactate mmol.l ⁻¹	Vitesse Coup Droit km.h ⁻¹	Vitesse Revers km.h ⁻¹	Précision Coup Droit % in zone	Précision Revers % in zone	PerfTennis Coup Droit (% x V CD)	PerfTennis Revers (% x V Rev)
1	40.2	1	122	113.4	39	40	81	45.4
2	41.5	1	132	113.6	66	42	87	47.7
3	43.9	1.1	126	120.0	78	64	98	76.8
4	45.1	1.2	133	123.5	75	69	99	83.2
5	47.6	1.3	128	119.2	66	60	84	71.5
6	50.4	1.4	135	123.8	80	60	108	74.3
7	53.2	1.6	131	117.7	82	55	108	64.7
8	55.6	2.1	125	123.2	65	57	81	70.2
9	57.4	3	122	117.0	66	54	80	63.2
10	59.6	4.2	125	118.4	60	60	75	66.2
11	60.5	5.7	123	117.9	59	61	73	71.9
12	61.5	7.9	126	112.6	65	55	82	61.9
13	62.2	11.8	115	104.3	60	50	69	52.2

Tabla 2 – Parámetros de rendimiento técnico medidos durante la PRUEBA con un jugador de elite.

COMENTARIO

La mejora de los métodos de entrenamiento en el tenis nos obligan a pensar en cómo optimizar el tiempo y los recursos

utilizados. ¿Cómo podemos hacer que las técnicas de entrenamiento de la fuerza coexistan con las diseñadas para el desarrollo de la velocidad, la resistencia y las habilidades técnicas? Nuestro objetivo es sugerir un enfoque que combine el desarrollo de la capacidad fisiológica y el entrenamiento de las habilidades técnicas en base a los datos proporcionados por la PRUEBA.



Figuras 1A y B – Cambios en la frecuencia cardíaca (FC) relacionados con la concentración de lactato (A) y el consumo de oxígeno (VO₂) y la producción de dióxido de carbono (VCO₂) (B) durante la PRUEBA. Las flechas verticales indican VT₁ y VT₂.

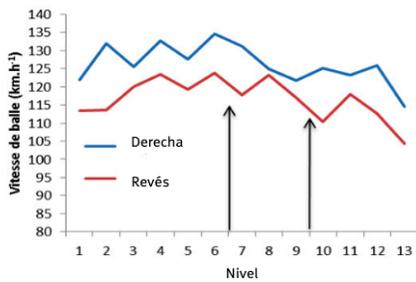
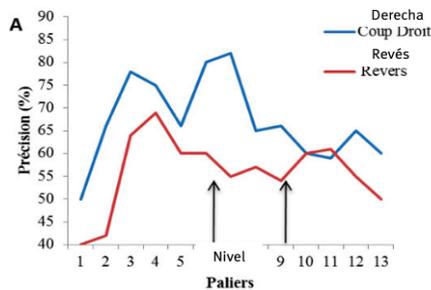


Figura 2 – La velocidad de la pelota en el golpe de derecha y de revés durante la PRUEBA. Las flechas verticales indican VT₁ y VT₂.



U

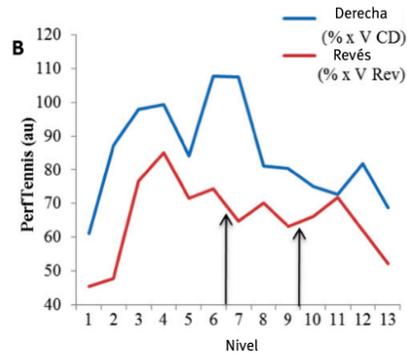


Figura 3A y 3B – Niveles de precisión y rendimiento técnico (PerfTennis) durante la PRUEBA.

Un enfoque “polarizado” del entrenamiento, en el cual aproximadamente el 75% del volumen total de entrenamiento se realiza en intensidades aeróbicas bajas (Zona 1), y el 10-15% se realiza a intensidades altas o muy altas (Zona 3), es el recomendado como distribución de la intensidad óptima para el entrenamiento de jugadores de elite que participan en eventos de alto nivel (Laursen, 2010). Claramente, esta distribución no es muy aplicable al tenis considerando las rutinas y ejercicios que normalmente observamos en nuestro deporte, pero la propuesta nos sirve como base para nuestros comentarios. En un reciente estudio sobre las respuestas energéticas durante la competición (Baiget, Fernandez-Fernandez, Iglesias, y Rodriguez, 2015), Baiget y cols. (2015) notaron que los jugadores pasan el 77% (± 25%) de su tiempo de juego en la zona de baja intensidad (Zona 1), el 20% (± 21%) en la zona de intensidad moderada (Zona 2), y el 3% (± 5%) en la Zona 3. Los datos de la PRUEBA permiten esta organización de la carga de trabajo.

Los efectos del entrenamiento sobre el estado fisiológico general deben contribuir a equilibrar las influencias sobre la actividad neuro-vegetativa de los jugadores (Schmitt y cols., 2015). Es evidente que la mayoría de las situaciones de entrenamiento que incorporan repeticiones de ejercicios de golpear pelotas con alto nivel de compromiso llevan a los jugadores cerca de VT₂ (Reid, Duffield, Dawson, Baker, y Crespo, 2008). Por lo tanto, sugerimos a los entrenadores que reconsideren las sesiones de entrenamiento predominantemente técnico, centradas en un número limitado de golpes que no excedan los 7s. y períodos de recuperación de 20s. entre repeticiones. De este modo, las reservas de glucógeno - particularmente utilizadas en tales niveles de intensidad- se preservarían y ello permitiría las repeticiones de ejercicios de golpeo de pelotas en VT₁ (es decir, Etapa 6 en el caso estudiado, que corresponde a un nivel de intensidad de 20 tiros .min⁻¹). Asimismo, el análisis de la actividad bajo condiciones competitivas (Baiget y cols., 2015) sostiene que las ejercicios que entrenan puntos con el servicio deben intentar mantener a los jugadores cerca de la Zona 1, con un menor efecto nocivo en la fatiga.

A partir de la PRUEBA, los objetivos centrados principalmente en la técnica (Zonas 1 y 2) o la energía (Zona 3), pueden poner el objetivo en la calidad de la producción del golpe y la retroalimentación sobre velocidad y precisión (Tabla 2). Para la Zona 1, por ejemplo, el objetivo sería mantener la sesión todo lo posible en la Etapa 6, que corresponde a VT₁ (o sea., 81% VO₂max o 89% FCmax para nuestro jugador en estudio), con 2 o 3 series de 5 a 10 minutos de actividad continua y 3 minutos de períodos de recuperación pasiva entre las series. O, si la meta es la Zona 3, es preferible que intervalos de golpeo sean

más breves (de 15 s. a 1 min.), intercalados con períodos de recuperación pasiva (15-30 s). En todos los casos se aconseja evitar caer debajo del 50% de pelotas en la zona objetivo definida para jugadores expertos y del 40% para los menos experimentados (Lyons, Al-Nakeeb, Hankey, y Nevill, 2013) durante la PRUEBA. En el presente estudio se observa una velocidad de pelota más o menos estable durante la prueba. Por otro lado, los cambios de precisión fueron bastante significativos para los golpes de derecha, primero entre las Etapas 4 y 5 (-12%), y luego más notables entre las Etapas 7 y 8 (-20 %). En ninguno de los casos el jugador había llegado a VT2. Por lo tanto, es importante enfatizar la precisión del golpe de derecha cuando se trabaja con las Zonas 1 y 2. Debe destacarse que los valores alcanzados por nuestro jugador se comparan favorablemente con otros valores publicados anteriormente. De hecho, en el punto más bajo del inicio de la declinación, aún observamos un 65% de precisión en el golpe de derecha (Etapa 8), aún 15% sobre los valores promedio encontrados por Lyons (Lyons y cols., 2013) para jugadores expertos, aunque nuestras zonas objetivo eran más pequeñas. No obstante, para un mejor progreso, debe siempre existir un plan de trabajo.

CONCLUSIÓN

Considerando la complejidad de los factores del rendimiento y del entrenamiento, los temas relacionados con el entrenamiento en el tenis parece que se tratan analíticamente demasiado frecuentemente. Mediante la PRUEBA y sus aplicaciones, nuestro objetivo es sugerir un enfoque global diseñado para evitar las exigencias fisiológicas redundantes. Sin subestimar la diversidad de sistemas, este enfoque puede contribuir a una planificación más eficiente de los contenidos del entrenamiento que ayude a controlar mejor la fatiga del tenista.

REFERENCIAS

Baiget, E., Fernandez-Fernandez, J., Iglesias, X., & Rodriguez, F. A. (2015). Tennis Play Intensity Distribution and Relation with Aerobic Fitness in Competitive Players. [Research Support, Non- U.S. Gov't]. *PLoS One*, 10(6), e0131304. doi: 10.1371/journal.pone.0131304

Baiget, E., Fernandez-Fernandez, J., Iglesias, X., Vallejo, L., & Rodriguez, F. A. (2014). On-court endurance and performance testing in competitive male tennis players. *J Strength Cond Res*, 28(1), 256-264. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182955dad

Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Sports Med*, 38(1), 37-51.

Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G. P., & Schmitt, L. (2016). On the Use of a Test to Exhaustion Specific to Tennis (TEST) with Ball Hitting by Elite Players. *PLoS One*, 11(4), e0152389. doi: 10.1371/journal.pone.0152389

Brechbuhl, C., Millet, G., & Schmitt, L. (2016). Accuracy and Reliability of a New Tennis Ball Machine. *J Sports Sci Med*, 15(2), 263-267.

Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J Strength Cond Res*, 22(2), 365-374. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181635b2e

Dassonville, J., Beillot, J., Lessard, Y., Jan, J., Andre, A. M., Le Pourcelet, C., Rochcongar, P., Carre, F. (1998). Blood

lactate concentrations during exercise: effect of sampling site and exercise mode. [Clinical Trial]. *J Sports Med Phys Fitness*, 38(1), 39-46.

- Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *J Sports Sci*, 20(4), 311-318. doi: 10.1080/026404102753576080
- Fargeas-Gluck, M. A., & Leger, L. A. (2012). Comparison of two aerobic field tests in young tennis players. [Comparative Study]. *J Strength Cond Res*, 26(11), 3036-3042. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182472fc3
- Fernandez-Fernandez, J., Kinner, V., & Ferrauti, A. (2010). The physiological demands of hitting and running in tennis on different surfaces. [Comparative Study Randomized Controlled Trial]. *J Strength Cond Res*, 24(12), 3255-3264. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e8745f
- Ferrauti, A., Kinner, V., & Fernandez-Fernandez, J. (2011). The Hit & Turn Tennis Test: an acoustically controlled endurance test for tennis players. [Research Support, Non-U.S. Gov't Validation Studies]. *J Sports Sci*, 29(5), 485-494. doi: 10.1080/02640414.2010.539247
- Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2006). Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. [Comparative Study Randomized Controlled Trial]. *Br J Sports Med*, 40(9), 791-796. doi: 10.1136/bjism.2006.027680
- Laurson, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? [Review]. *Scand J Med Sci Sports*, 20 Suppl 2, 1-10. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x
- Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 49(1), 1-12.
- Lyons, M., Al-Nakeeb, Y., Hankey, J., & Nevill, A. (2013). The effect of moderate and high-intensity fatigue on groundstroke accuracy in expert and non-expert tennis players. *J Sports Sci Med*, 12(2), 298-308.
- Reid, M., Duffield, R., Dawson, B., Baker, J., & Crespo, M. (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. [Research Support, Non- U.S. Gov't]. *Br J Sports Med*, 42(2), 146-151; discussion 151. doi: 10.1136/bjism.2007.036426
- Schmitt, L., Regnard, J., Parmentier, A. L., Mauny, F., Mourot, L., Coulmy, N., & Millet, G. P. (2015). Typology of "Fatigue" by Heart Rate Variability Analysis in Elite Nordic-skiers. *Int J Sports Med*, 36(12), 999-1007. doi: 10.1055/s-0035-1548885
- Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S. P., Baron, R., Tschan, H., & Bachl, N. (2000). Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. [Comparative Study]. *Int J Sports Med*, 21(4), 242-249. doi: 10.1055/s-2000-310
- Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J., & Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Med Sci Sports Exerc*, 30(8), 1281-1288.
- Wasserman, K., Hansen J., SUE DY, Stringer, WW., & Whipp BJ. (2005). Principles of exercise testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. Philadelphia, PA.

CONTENIDO ITF ACADEMY RECOMENDADO (HAZ CLICK ABAJO)



Derechos de Autor (c) Cyril Brechbuhl, Olivier Girard, Grégoire Millet and Laurent Schmitt 2016



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)