

# Distribución de intensidades y cuantificación de la carga de entrenamiento en tenistas sub15 de élite

Marie-Florine Michel, Jean-Marc Duboscq, Sébastien Ratel, Laurent Schmitt, Alexandre Hidalgo y Cyril Brechbuhl

Federación Francesa de Tenis, Francia.

## RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron cuantificar la intensidad del entrenamiento en función del tiempo transcurrido en tres zonas de intensidad metabólica, comparar la intensidad programada, la intensidad medida (frecuencia cardíaca) y la intensidad estimada (RPE: Esfuerzo Percibido), y luego determinar las cargas de entrenamiento en 8 tenistas masculinos de alto nivel. No se encontraron diferencias entre el tiempo programado en las zonas 1 ( $69,9 \pm 4,8\%$ ) y 2 ( $22,8 \pm 4,4\%$ ) y el tiempo transcurrido a una frecuencia cardíaca inferior al Umbral Ventilatorio 1 (VTA1) ( $78,9 \pm 9,4\%$ ) y entre el VTA1 y el Umbral Ventilatorio 2 (VTA2) ( $18,3 \pm 9,5\%$ ) ( $p > 0,05$ ). Así, entrenaron según la distribución de intensidad programada y recomendada adoptando un patrón de distribución de intensidad "piramidal". Además, se encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de tiempo programado y los porcentajes de tiempo percibido (RPE) para todas las zonas ( $p < 0,05$ ). La sobreestimación de la intensidad estimada puede explicarse por su edad y el carácter intermitente del tenis. Por último, podemos observar que la carga de entrenamiento programada es similar a la observada en jugadores de la misma edad y nivel.

**Palabras clave:** distribución de la intensidad, carga de entrenamiento, RPE, frecuencia cardíaca.

**Recibido:** 13 junio 2022

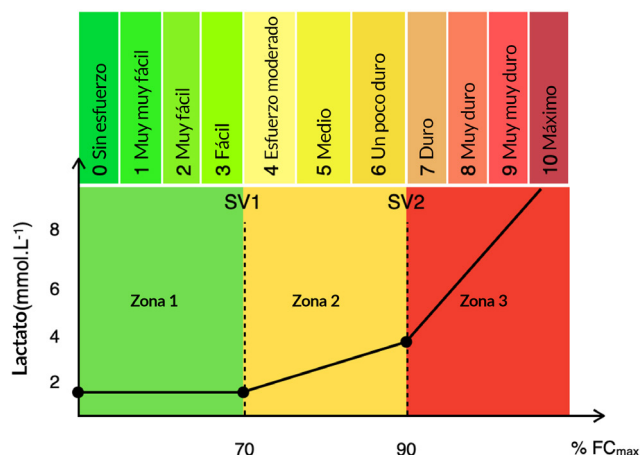
**Aceptado:** 25 julio 2022

**Autor de correspondencia:** Cyril Brechbuhl. Email: cyril.brechbuhl@fft.fr

## INTRODUCCIÓN

Además de las cualidades mentales, técnico-tácticas y perceptivo-cognitivas que debe poseer el deportista, el rendimiento en tenis requiere una compleja interacción entre las vías energéticas (aeróbica y anaeróbica) (Fernandez et al., 2006) y cualidades físicas completas (velocidad de movimiento, resistencia, fuerza explosiva, coordinación, agilidad, flexibilidad) (Girard et al., 2018). El desarrollo combinado de estas diferentes capacidades requiere habilidades metodológicas por parte de los entrenadores. Varios estudios han cuantificado la intensidad del entrenamiento en diferentes tipos de atletas de resistencia (Esteve-Lanao et al., 2007; Seiler & Kjerland, 2006). Para cuantificar la intensidad del entrenamiento, los entrenadores suelen basarse en indicadores fisiológicos y subjetivos y dividen la gama de intensidades de entrenamiento en 3 o 5 zonas distintas. El modelo de 3 zonas y el modelo de 5 zonas tienen puntos de intensidad comunes alrededor de los umbrales láctico (2 y 4 mmol.L<sup>-1</sup>) y ventilatorio (Seiler, 2010) (Figura 1).

El modelo más utilizado por los deportistas, especialmente en el tenis, es el llamado "polarizado" (Stöggl & Sperlich, 2014). En este modelo, el 75-80% de las sesiones se realizan a intensidades bajas, es decir, inferiores o iguales al primer umbral ventilatorio (Zona 1) y el 15-20% a intensidades, denominadas muy altas, superiores o iguales al segundo umbral ventilatorio (Zona 3) (Laursen, 2010; Stöggl & Sperlich, 2014; Treff et al., 2019). Además de la distribución de las intensidades, los entrenadores también tratan de



**Figura 1.** El modelo de tres zonas de intensidad, incluida la equivalencia del RPE, basado en la identificación de los umbrales láctico y ventilatorio (SV1 y SV2).

conseguir una carga de entrenamiento suficientemente alta, limitando al mismo tiempo el riesgo de lesiones (Halson, 2014). Se han propuesto diversos métodos para medir la carga de entrenamiento. El principio común a los diversos enfoques para cuantificar la carga de entrenamiento es multiplicar un indicador de volumen por un indicador de dificultad o intensidad del entrenamiento (Foster et al., 2001; Impellizzeri et al., 2004). Se dividen en dos enfoques: por un lado, los métodos de cuantificación basados en variables fisiológicas (frecuencia cardíaca (FC), lactatemia, consumo máximo de

oxígeno (VO<sub>2</sub>max)); por otro lado, los métodos que utilizan variables psicométricas (dificultad del esfuerzo percibido, denominada RPE) (Seiler, 2010). La frecuencia cardíaca es un parámetro que puede medirse rápidamente, de forma no invasiva, fácilmente implementado en el entrenamiento y aplicable a un gran número de jugadores al mismo tiempo (Buchheit, 2014). Además, han surgido numerosos métodos para cuantificar la carga de entrenamiento, basados en la frecuencia cardíaca, especialmente el método "Training Impulse" (TRIMPS) (Banister, 1991; Edwards, 1993; Lucia et al., 2003). Sin embargo, la medición de la frecuencia cardíaca como única herramienta para analizar la carga de entrenamiento requiere una cierta experiencia a la hora de analizar e interpretar los datos recogidos. Otras medidas fisiológicas, como las mediciones de lactato y VO<sub>2</sub>max, no son prácticas en situaciones de entrenamiento, y mucho menos en competición. Para cuantificar la carga de entrenamiento, el RPE es el método más utilizado (Halson, 2014). El RPE, desarrollado por Borg, permite al atleta proporcionar información sobre su esfuerzo percibido después del entrenamiento o la competición en una escala de Borg (Borg, 1998). Chen et al. (2002) han indicado que la RPE es un medio válido para evaluar la intensidad del ejercicio. Además, la evaluación del esfuerzo percibido está ampliamente reconocida como uno de los métodos más adecuados para controlar la carga del tenis (Coutts et al., 2010; Gomes et al., 2011). El método propuesto por Foster et al. (2001) denominado session-RPE (sRPE), consiste en multiplicar la dificultad global percibida de la sesión (RPE tomada en una escala Borg CR-10 modificada) por la duración total de la sesión (en minutos) para obtener una puntuación expresada en unidades arbitrarias (UA) que cuantifica la carga de entrenamiento. Sin embargo, ningún estudio publicado ha descrito la distribución de la intensidad del entrenamiento y las cargas de entrenamiento en tenistas sub-15 de alto nivel. Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio era cuantificar la distribución de la intensidad del entrenamiento diario y las cargas de entrenamiento en jóvenes tenistas. También comparamos la distribución de la intensidad del entrenamiento utilizando dos medidas independientes: la frecuencia cardíaca y el esfuerzo percibido durante las sesiones de entrenamiento. Nuestra hipótesis es que los jugadores entrenarían en un patrón de entrenamiento "piramidal", en el que se realizaría relativamente poco entrenamiento a intensidades superiores al segundo umbral ventilatorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Jugadores

Ocho tenistas masculinos (edad: 13,8 ± 1,0 años; altura: 166,1 ± 12,8 cm; masa corporal: 51,5 ± 11,0 kg) con un Número Internacional de Tenis (ITN) que oscila entre 2 y 3 (ITN 2 = 2 jugadores; ITN 3 = 6 jugadores) y pertenecientes al Pôle France (integrado en el CREPS de Poitiers), participaron en este estudio. Se consideró que los tenistas reclutados, que eran voluntarios, gozaban de buena salud y no tenían ningún tipo de lesión crónica. Tras recibir información sobre los procedimientos utilizados en este estudio, los participantes y sus representantes legales firmaron un formulario de consentimiento informado.

### Procedimientos

Al comienzo de la temporada, todos los jugadores completaron el procedimiento TEST que determinó los

umbrales ventilatorios para el entrenamiento de tenis (Brechtbuhl et al., 2016a, 2016b). A continuación, durante 12 semanas (de febrero a mayo) de la temporada 2022, se recogió la frecuencia cardíaca (FC) y la percepción del esfuerzo (PER) durante las sesiones de entrenamiento, los partidos simulados y los partidos oficiales. El programa de entrenamiento fue planificado por los entrenadores de tenis para cada jugador en función de los torneos, el nivel de forma física, las posibles lesiones y los objetivos técnicos y físicos de cada jugador. Las sesiones de entrenamiento tuvieron lugar el 70% del tiempo en arcilla al aire libre, el 25% del tiempo en GreenSet® en interiores y el 5% del tiempo en GreenSet® en exteriores. Cada tenista realizó 11,5 ± 2,2 sesiones de entrenamiento técnico/táctico a la semana de entre 30 minutos y 3 horas de duración en cada periodo de entrenamiento (mañana o tarde). Los datos de frecuencia cardíaca se recogieron durante cada sesión de entrenamiento utilizando un monitor de frecuencia cardíaca Polar H10® (Polar Electro, Kempele, Finlandia), excepto en las semanas 9 y 10 (Figura 2B), en las que no se pudieron recoger datos (Torneo Internacional). Además, cada tarde, cada atleta registró su RPE para el conjunto de cada sesión (mañana y/o tarde) utilizando la escala Borg CR-10 modificada (Foster et al., 2001; Gomes et al., 2015; Haddad et al., 2017). Se pidió a los jugadores que eligieran una puntuación entre 0 (descanso) y 10 (máximo esfuerzo).

## PROCESAMIENTO DE DATOS

### La distribución de la intensidad

La duración de la formación se determinó utilizando el programa de formación previsto por los formadores. Los datos de frecuencia cardíaca sólo se tuvieron en cuenta cuando el jugador llevaba el pulsómetro al menos el 75% del tiempo de cada semana. Estos datos se registraron con el software Polar Team System® (Polar Electro, Kempele, Finlandia) que calcula el porcentaje de tiempo empleado en cada una de las zonas de FC predefinidas. Estos datos se utilizaron después para determinar la intensidad de cada semana de entrenamiento en tres zonas de intensidad (Zona 1 ≤ SV1; Zona 2 > SV1 y < SV2; Zona 3 ≥ SV2). Los dos umbrales ventilatorios, para el entrenamiento de tenis, se establecieron sobre la base de los resultados del procedimiento TEST (Brechtbuhl et al., 2016a, 2016b). Según los resultados de un estudio de triatletas de 14-15 años con un volumen de entrenamiento comparable (Birat et al., s. d.), el SV1 se fijó en el 70% de la FCmax y el SV2 se fijó en el 90% de la FCmax para todos los entrenamientos no relacionados con el tenis de todos los jugadores. Para los datos del RPE, las puntuaciones del CR-10 se dividieron en tres zonas: Zona 1 ≤ 4; Zona 2 > 4 y < 7; Zona 3 ≥ 7, según Seiler & Kjerland (2006). Posteriormente, se calculó el tiempo de permanencia semanal en cada zona del RPE sumando la duración de cada sesión de cada zona. El porcentaje de tiempo empleado en cada zona de entrenamiento basada en la frecuencia cardíaca y en el RPE se comparó con la distribución de intensidad programada por los entrenadores.

### La carga de entrenamiento

Los resultados de la Gomes et al. (2015) confirman la validez y, por tanto, la posibilidad de utilizar el método RPE de sesión (sRPE) para cuantificar la carga de entrenamiento en el tenis. La carga de entrenamiento diaria o sRPE se calcula como el producto de la intensidad (sRPE de medio día) y el volumen (la duración de la actividad) (Foster et al., 2001). A

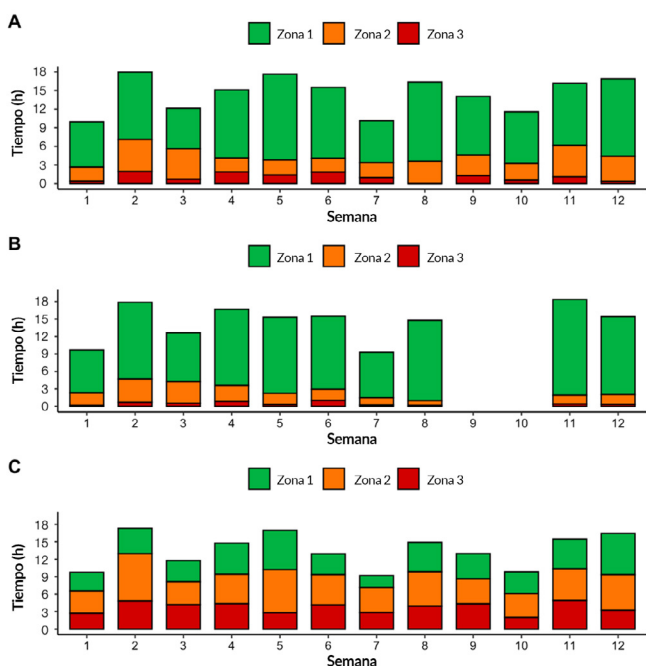
continuación, la carga de entrenamiento semanal se obtiene sumando los sRPE diarios de la semana.

### ANÁLISIS DE DATOS

Todos los datos se expresaron como media ± desviación estándar y se analizaron utilizando RStudio (RStudio v1.3.1093, US). La normalidad de la distribución de los datos se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se comparó la distribución de la intensidad del entrenamiento para cada método de evaluación (programado (entrenador) vs. medido (HR) vs. estimado (RPE)) y para cada zona de intensidad (Zona 1 vs. Zona 2 vs. Zona 3) utilizando un ANOVA de dos factores (método de evaluación y zona de intensidad). Si se encontraba una diferencia significativa, se utilizaba una comparación por pares (método Bonferroni) como prueba post-hoc. El nivel de significación se fijó en  $p < 0,05$  para todos los análisis.

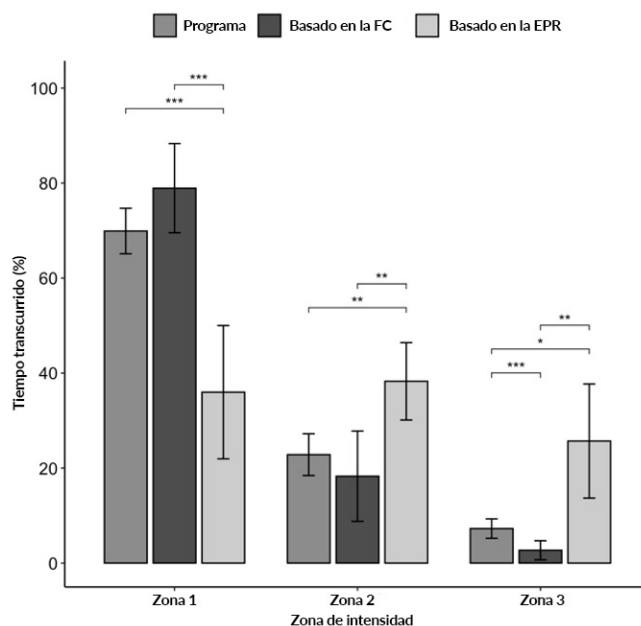
### RESULTADOS

De media, cada semana, la intensidad programada se distribuyó de la siguiente manera: más de 9 h de entrenamiento en la Zona 1, unas 3 h en la Zona 2 y 1 h en la Zona 3 (Figura 2A). Los datos de la frecuencia cardíaca muestran que los jugadores pasaron de media algo menos de 12 h en la zona 1, algo más de 2 h en la zona 2 y 30 min en la zona 3 cada semana (Figura 2B). En cuanto a la distribución de las intensidades alcanzadas según el RPE, los jugadores percibieron su esfuerzo, de media por semana, más de 4 h en la Zona 1, unas 5 h en la Zona 2 y 3 h en la Zona 3 (Figura 2C).



**Figura 2.** Distribución media de la intensidad de entrenamiento (h) para todos los jugadores a lo largo de 12 semanas (A: intensidad programada, B: intensidad medida y C: intensidad estimada).

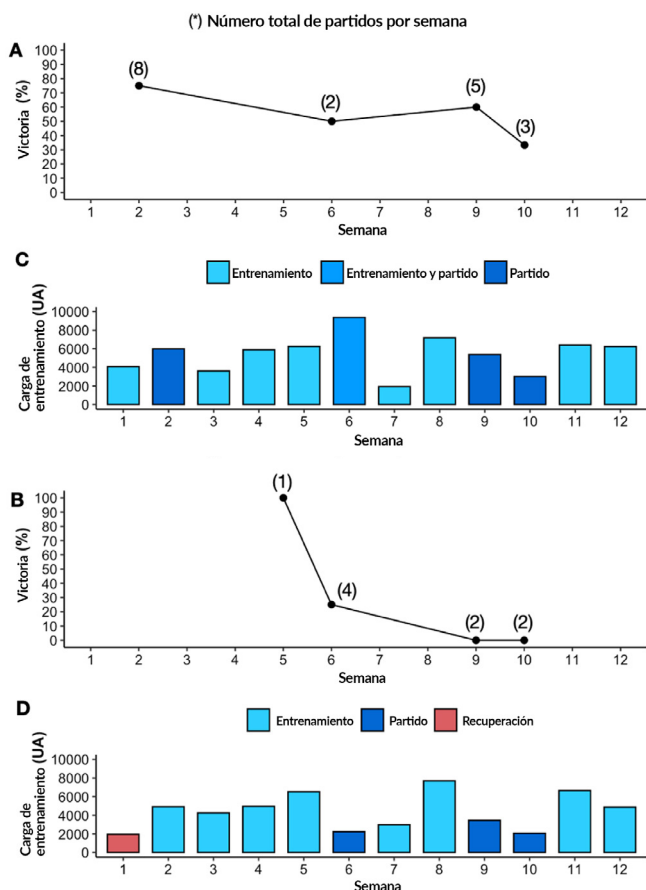
El porcentaje medio de tiempo empleado en cada una de las tres zonas de intensidad según los tres métodos de evaluación (programado (entrenador) vs. medido (HR) vs. estimado (RPE)) se presenta en la Figura 3. El análisis estadístico reveló un efecto principal del factor "Zona" ( $p < 0,05$ ), ningún efecto del factor "Método de evaluación" y una



**Figura 3.** Distribución de la intensidad media de todos los jugadores a lo largo de 12 semanas de entrenamiento y partidos según dos métodos de cuantificación diferentes: Intensidad medida (frecuencia cardíaca) e intensidad estimada (EPR). \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

interacción significativa entre estos dos factores ( $p < 0,05$ ). Se encontró una diferencia significativa entre el porcentaje de tiempo programado en la Zona 1 ( $69,9 \pm 4,8\%$ ) y el porcentaje de tiempo percibido por los jugadores en la Zona 1 (Intensidad  $\leq 4$  en la escala Borg CR-10 modificada) ( $36,0 \pm 14,0\%$ ) ( $p < 0,001$ ). No se encontraron diferencias entre el tiempo programado en la Zona 1 y el tiempo que se pasó en o por debajo del SV1 ( $78,9 \pm 9,4\%$ ) ( $p > 0,05$ ). Se encontró una diferencia significativa entre el porcentaje de tiempo programado en la zona 2 ( $22,8 \pm 4,4\%$ ) y el porcentaje de tiempo percibido por los jugadores en la zona 2 (intensidad entre 4,5 y 6,5) ( $38,3 \pm 8,1\%$ ) ( $p < 0,01$ ). No se encontró ninguna diferencia entre el tiempo programado en la zona 2 y el tiempo transcurrido a una frecuencia cardíaca entre SV1 y SV2 ( $18,3 \pm 9,5\%$ ) ( $p > 0,05$ ). Además, se hallaron diferencias significativas entre el porcentaje de tiempo programado en la zona 3 ( $7,3 \pm 2,0\%$ ) y el porcentaje de tiempo empleado a una frecuencia cardíaca mayor o igual a la SV2 ( $2,7 \pm 2,0\%$ ) ( $p < 0,001$ ) y el percibido a una intensidad  $\geq 7$  ( $25,7 \pm 12,0\%$ ) ( $p < 0,05$ ).

Como el programa de entrenamiento se planificó para cada jugador en función de los torneos (partidos individuales y de dobles), la forma física y las lesiones, se optó por representar la carga de entrenamiento de dos jugadores, representativa de la variabilidad interindividual. En total, se jugaron 18 partidos con una media de  $61,1 \pm 15,1\%$  de victorias para el jugador 1 (Figura 4A) y 9 partidos con una media de  $22,2 \pm 29,9\%$  de victorias (Figura 4B). La media de la carga de entrenamiento semanal durante las 12 semanas fue de  $5445 \pm 2016$  UA (unidades arbitrarias), con un rango de 1935 UA a 9375 UA para el jugador nº 1 (Figura 4C) y de  $4381 \pm 1919$  UA, con un rango de 1950 UA a 7710 UA para el jugador nº 2 (Figura 4D). La carga de entrenamiento está bien individualizada, pero no tuvo los resultados esperados en términos de victoria para el jugador nº 2. Además, comprobamos que no hay una mayor carga de entrenamiento en las semanas de entrenamiento en comparación con las semanas de partido.



**Figura 4.** Victoria (%) (A y B) y distribución de la carga de entrenamiento (UA) (C y D) del jugador nº 1 (A y C) y del jugador nº 2 (B y D) durante 12 semanas.

**DISCUSIÓN**

El objetivo de este estudio fue cuantificar la distribución de la intensidad de entrenamiento diaria con diferentes métodos de evaluación, y seguir la evolución de la carga de entrenamiento en jóvenes tenistas de élite a partir de la intensidad programada reveló que se propone una distribución piramidal, según la cual el 70-75% del volumen total de entrenamiento se realiza a bajas intensidades (Zona 1) y alrededor del 5-10% a intensidades muy altas (Zona 3). Esta distribución se ha sugerido como una de las distribuciones óptimas de intensidad de entrenamiento y una de las más utilizadas en los atletas de resistencia de élite adultos (Bourgeois et al., 2019; Brechbuhl et al., 2017). Los resultados observados a través del pulsómetro son similares a las sesiones de entrenamiento programadas en la zona 1 (78,9 ± 9,4 %) y 2 (18,3 ± 9,5 %). Estos resultados coinciden con los del Baiget et al. (2015) realizado con 20 jugadores de tenis españoles de alto nivel (edad: 18,0 ± 1,2 años; género: masculino) simulando sets de tenis, en los que los jugadores pasaron una media del 77% del tiempo en la Zona 1 (por debajo de SV1), el 20% en la Zona 2 (entre SV1 y SV2), y sólo el 3% en la Zona 3 (por encima de SV2). Por ello, los jóvenes tenistas masculinos de Pôle France se entrenan de acuerdo con la distribución de la intensidad programada y recomendada, adoptando un modelo "piramidal" de distribución de la intensidad. Desde el punto de vista metabólico, estos jóvenes jugadores, de 14 años de media, están en (o cerca de) su pico de crecimiento rápido (Sempé & Pédrón, 1971). Antes de la pubertad, los niños dependen principalmente de

la vía aeróbica para la producción de energía. Sin embargo, durante este pico de crecimiento puberal, se produce una transición hacia un mayor uso de las vías anaeróbicas que producen metabolitos que causan fatiga muscular (Kenney et al., 2021; Ratel & Blazevich, 2017). Por lo tanto, a partir del pico de velocidad de crecimiento, es fundamental ofrecer un alto volumen de entrenamiento aeróbico de baja intensidad (Zona 1) para retrasar la fatiga, facilitar la recuperación y optimizar el trabajo técnico (Ratel, 2018) Para ello se utilizan modelos de entrenamiento "polarizados" y "piramidales" en función del objetivo deportivo de la temporada.

Encuanto a la distribución de las intensidades realizadas según el RPE, los jugadores tienen una percepción "homogénea" del tiempo empleado en cada zona de intensidad (Zona 1: 35,0 ± 15,4 %; Zona 2: 38,5 ± 8,4 %; Zona 3: 26,4 ± 11,9 %) Esto significa que las sesiones programadas en la zona 1 son, de hecho, sesiones en las que los jugadores se sienten en la zona 2 o incluso en la 3. Esta diferencia significativa entre la distribución de las intensidades programadas y la de los resultados de la RPE (Figura 2A y 2C) puede deberse a la naturaleza intermitente del tenis. De hecho, esta alternancia de esfuerzos cortos de alta intensidad y pausas cortas de recuperación en un fondo de resistencia aeróbica conduce a una producción y acumulación de metabolitos musculares (por ejemplo, amoníaco, protones, lactato) que podría contribuir a aumentar las sensaciones periféricas de fatiga (Mutch & Banister, 1983) y por lo tanto RPE (St Clair Gibson & Noakes, 2004). Esta sobreestimación también podría explicarse por un aumento de las sensaciones centrales vinculadas a la intermitencia de la frecuencia cardíaca durante los esfuerzos repetidos. Por lo tanto, la fatiga de las sesiones de entrenamiento de tenis estaría subestimada si sólo se tiene en cuenta la frecuencia cardíaca como indicador de la carga interna. Otro factor explicativo podría ser la edad de los jugadores. Sí, es cierto, Gros Lambert & Mahon (2006) encontraron una menor correlación entre la RPE y la frecuencia cardíaca durante el ejercicio incremental en adolescentes que en adultos. Además, los factores periféricos (es decir, el lactato máximo, la ventilación minuto máxima y la producción de trabajo mecánico) parecían explicar sólo el 36% de la varianza de la RPE medida con el CR-10 durante el ejercicio intenso desde la infancia hasta la adolescencia (Bardin et al., s. d.), lo cual sugiere que otros factores psicosociales pueden ser importantes en la estimación de la RPE durante el ejercicio. Así, aunque el RPE, que tiene en cuenta la implicación y la intuición de cada jugador, es una herramienta de seguimiento útil para que el entrenador evalúe simplemente el esfuerzo percibido de la sesión, sería necesario cuantificar la intensidad del entrenamiento con variables tanto fisiológicas como psicométricas en categorías jóvenes.

En cuanto a la carga de entrenamiento, la media (respectivamente 5373 UA y 4381 UA para los jugadores nº 1 y nº 2) impuesta durante las 12 semanas es similar a la de los jugadores jóvenes de fútbol sala (15,8 ± 0,8 años) (Moreira et al., 2013) y baloncesto (19 ± 1 años) (Moraes et al., 2017) donde la carga de entrenamiento no supera las 6000 UA. Además, las cargas de entrenamiento de las sesiones técnico-tácticas (512,5 ± 191 UA) son similares a las observadas para los jugadores australianos de 17 ± 1,3 años clasificados 135 ± 22 en la Federación Internacional de Tenis junior y 1309 ± 370 en la Asociación de Tenistas Profesionales que tuvieron una carga de 492 ± 304 UA (Murphy et al., 2015). Sin embargo, algunas semanas (por ejemplo, las semanas 6 y 8 de la Figura 4) tienen cargas de entrenamiento superiores



a 7000 UA. Estas altas cargas de entrenamiento se deben a semanas con sesiones de alto volumen (más de 2 h de entrenamiento por sesión). Las sesiones de entrenamiento largas se perciben como difíciles debido a su larga duración, y el nivel de esfuerzo percibido asociado se multiplica por la duración del esfuerzo (Foster et al., 2001). Como resultado, la duración del esfuerzo se tiene en cuenta dos veces, lo que tiende a sobreestimar las cargas para situaciones de entrenamiento de alto volumen (Martin, 2018). Sin embargo, a estas semanas con altas cargas de entrenamiento les sigue automáticamente una semana con una carga inferior a 4000 UA, lo que demuestra que se tienen en cuenta las semanas anteriores para planificar el entrenamiento de la forma óptima. Observamos que la organización de las cargas de entrenamiento permitió que la mitad de los jugadores mantuvieran un buen rendimiento minimizando el riesgo de lesiones. En cambio, la otra mitad de los jugadores tuvo un porcentaje de victorias negativo ( $n = 2$ ) o no jugó ningún partido oficial ( $n = 2$ ) debido a las lesiones. Esto sugiere que la carga de entrenamiento no se planificó de la manera más juiciosa. Con el fin de reducir las lesiones relacionadas con el entrenamiento a largo plazo, Gabbett (2016) destaca la importancia de controlar la carga de entrenamiento.

## CONCLUSIÓN

Los presentes resultados muestran que los jóvenes tenistas franceses de élite entrenan el 70-75% del tiempo en una zona de baja intensidad, alrededor del 20% en una zona de intensidad moderada y el 3-5% en una zona de alta intensidad. Estos datos demuestran, por tanto, que se utiliza un modelo de formación "piramidal". Además, la edad de los jugadores es un factor que confirma la importancia del trabajo aeróbico durante el entrenamiento. Sin embargo, los jugadores sobrestimaron la intensidad de sus esfuerzos (intensidades de moderadas a intensas) en comparación con la intensidad de entrenamiento prescrita y la intensidad de entrenamiento real (frecuencia cardíaca). Esta sobreestimación puede explicarse por la naturaleza intermitente del tenis y la edad de los jugadores de este estudio. Por lo tanto, parece esencial acoplar la frecuencia cardíaca con la RPE en futuros estudios. Además, la carga de entrenamiento programada era similar a la observada en jugadores de la misma edad de alto nivel. Podemos concluir que, para la mitad de los jugadores, esta planificación les permitió mantener un buen rendimiento y minimizar el riesgo de lesiones. Por lo tanto, los resultados presentados aquí pueden considerarse un primer paso hacia el reconocimiento de la distribución necesaria de la intensidad de entrenamiento real realizada por los jóvenes tenistas. Los entrenadores de tenis podrán ahora comparar las cargas de entrenamiento de sus jugadores con los resultados aquí presentados. Además, los entrenadores de tenis pueden utilizar los actuales métodos de seguimiento del entrenamiento adoptados en el presente estudio para verificar la carga de entrenamiento interna de sus jugadores. El uso de este enfoque debería permitir a los entrenadores ajustar la carga de entrenamiento para evitar el fenómeno del "sobre entrenamiento". Dado que los datos actuales se refieren a jugadores jóvenes de sexo masculino, se necesitan más estudios sobre las tenistas. El uso de la monitorización de la variabilidad de la frecuencia cardíaca también puede complementar la monitorización de la respuesta fisiológica individual a lo largo del tiempo (Schmitt et al., 2006).

## CONFLICTO DE INTERESES Y FINANCIACIÓN

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses y que no recibieron ninguna financiación para realizar la investigación.

## REFERENCIAS

- Baiget, E., Fernandez-Fernandez, J., Iglesias, X., & Rodríguez, F. (2015). Tennis Play Intensity Distribution and Relation with Aerobic Fitness in Competitive Players. *PLoS One*, 10, e0131304. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131304>
- Banister, E. W. (1991). Modeling Elite Athletic Performance. In *Physiological Testing of Elite Athletes* (Human Kinetics).
- Bardin, J., Maciejewski, H., Diry, A., Droit-Volet, S., Thomas, C., & Ratel, S. (s. d.). Sex- and Age-related differences in the rating of perceived exertion after high-intensity rowing exercise during childhood and adolescence. *Laboratoire AME2P (UCA) et Fédération Française d'Aviron*.
- Birat, A., Garnier, Y., Dodu, A., Grosseoeuvre, C., Rance, M., Morel, C., Nottin, S., & Ratel, S. (s. d.). Suivi des adaptations physiologiques induites par l'entraînement en triathlon chez le jeune athlète. *Laboratoire AME2P (UCA) et Fédération Française de Triathlon (Données non publiées)*.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales* (p. viii, 104). Human Kinetics.
- Bourgeois, J. G., Bourgeois, G., & Boone, J. (2019). Perspectives and Determinants for Training-Intensity Distribution in Elite Endurance Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(8), 1151-1156. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0722>
- Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G. P., & Schmitt, L. (2016a). On the Use of a Test to Exhaustion Specific to Tennis (TEST) with Ball Hitting by Elite Players. *PLoS ONE*, 11(4), e0152389. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152389>
- Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G., & Schmitt, L. (2016b). Stress test specific to tennis (Test): Case study of an elite player. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 24(70), 27-30. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v24i70.217>
- Brechbuhl, C., Girard, O., Millet, G., & Schmitt, L. (2017). Towards polarized training in tennis? Usefulness of combining technical and physiological assessments during a new incremental field test. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 25(73), 27-31. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v25i73.303>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5, 73. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Chen, M. J., Fan, X., & Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20(11), 873-899. <https://doi.org/10.1080/026404102320761787>
- Coutts, A., Gomes, R., Viveiros de Castro, L. E., & Aoki, M. (2010). Monitoring training loads in elite tennis. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 12. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2010v12n3p217>
- Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. (Polar Electro Inc).
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 943-949. <https://doi.org/10.1519/R-19725.1>
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 387-391; discussion 391.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280.
- Girard, O., Brechbuhl, C., Schmitt, L., & Millet, G. P. (2018). Evaluation et développement des ressources physiologiques du joueur de tennis. In *Tennis: Optimisation de la performance*. (p. 32-48). De Boeck Supérieur.
- Gomes, R., Coutts, A., Viveiros de Castro, L. E., & Aoki, M. (2011). Physiological demands of match-play in elite tennis: A case study. *European Journal of Sport Science*, 11, 105-109. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.487118>
- Gomes, R., Moreira, A., Lodo, L., Capitani, C., & Aoki, M. (2015). Ecological Validity of Session RPE Method for Quantifying Internal Training Load in Tennis. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.4.729>
- Gros Lambert, A., & Mahon, A. (2006). Perceived exertion: Influence of age and cognitive development. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 36, 911-928.
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2017.00612>

- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, 44(Suppl 2), 139-147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Impellizzeri, F., Rampinini, E., Coutts, A., Sassi, A., & Marcora, S. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and science in sports and exercise*, 36, 1042-1047. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>
- Kenney, L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2021). *Physiologie du sport et de l'exercice* (7e édition).
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: High-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20 Suppl 2, 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x>
- Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C. P., & Chicharro, J. L. (2003). Giro, Tour, and Vuelta in the same season. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 457-459. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.5.457>
- Martin, C. (2018). *Tennis Optimisation de la performance* (De Boeck Supérieur).
- Moraes, H., Aoki, M., Freitas, C., Arruda, A., Drago, G., & Moreira, A. (2017). SIgA response and incidence of upper respiratory tract infections during intensified training in youth basketball players. *Biology of Sport*, 34(1), 49-55. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.63733>
- Moreira, A., de Moura, N. R., Coutts, A., Costa, E. C., Kempton, T., & Aoki, M. S. (2013). Monitoring internal training load and mucosal immune responses in futsal athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1253-1259.
- Murphy, A. P., Duffield, R., Kellett, A., Gescheit, D., & Reid, M. (2015). The Effect of Predeparture Training Loads on Posttour Physical Capacities in High-Performance Junior Tennis Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 986-993. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0374>
- Mutch, B. J., & Banister, E. W. (1983). Ammonia metabolism in exercise and fatigue: A review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(1), 41-50.
- Ratel, S. (2018). *Préparation physique du jeune sportif—Le guide scientifique et pratique* (Amphora (Editions)).
- Ratel, S., & Blazeovich, A. J. (2017). Are Prepubertal Children Metabolically Comparable to Well-Trained Adult Endurance Athletes? *Sports Medicine*, 47(8), 1477-1485. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0671-1>
- Schmitt, L., Hellard, P., Millet, G. P., Roels, B., Richalet, J. P., & Fouillot, J. P. (2006). Heart rate variability and performance at two different altitudes in well-trained swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 27(3), 226-231. <https://doi.org/10.1055/s-2005-865647>
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: Is there evidence for an "optimal" distribution? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(1), 49-56. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276-291. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.276>
- Sempé, M., & Pédrón, G. (1971). *Croissance et Maturation Osseuse* (Thérapiex).
- St Clair Gibson, A., & Noakes, T. (2004). Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 797-806. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.009852>
- Stögl, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in Physiology*, 5. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2014.00033>
- Treff, G., Winkert, K., Sareban, M., Steinacker, J. M., & Sperlich, B. (2019). The Polarization-Index: A Simple Calculation to Distinguish Polarized From Non-polarized Training Intensity Distributions. *Frontiers in Physiology*, 10.

Copyright © 2022 Marie-Florine Michel, Jean-Marc Duboscq, Sébastien Ratel, Laurent Schmitt, Alexandre Hidalgo y Cyril Brechbuhl



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/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.

[CC BY 4.0 Resumen de licencia](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). [CC BY 4.0 Texto completo de la licencia](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[CONTENIDO RECOMENDADO DE LA ITF ACADEMY \(CLICK AQUÍ\)](#)

