



universidad
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Curso Académico 2013/2014

VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y EL ENTRENAMIENTO DE JUGADORES DE VOLEIBOL DURANTE UNA TEMPORADA

Physical Fitness and Training Assessment during a volleyball players'
season

Autor/a: Jorge Berna Jiménez

Tutores: José A. Rodríguez Marroyo

José Vicente García Tormo

Fecha:04/07/2014

VºBº TUTOR

VºBº TUTOR

VºBº AUTOR

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Objetivos	6
Metodología	7
Sujetos	7
Análisis de las sesiones de entrenamiento	7
Valoración de la condición física	8
Análisis estadístico	11
Resultados	12
Análisis del esfuerzo realizado en los entrenamientos	12
Pruebas de valoración realizadas durante la temporada	17
Discusión	21
Conclusiones	26
Bibliografía	28

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue cuantificar el entrenamiento realizado por jugadores de voleibol a lo largo de una temporada y valorar la evolución de la condición física a lo largo de la misma. En el estudio participaron 12 jugadores (21 ± 4 años, 183.4 ± 7.3 cm y 84.9 ± 9.9 kg) pertenecientes al equipo de la Universidad de León. A lo largo de 28 semanas que duró la temporada se cuantificó el trabajo realizado por los jugadores en base a la FC y a la RPE, tanto en los entrenamientos como en la competición. Además, al inicio y final de la temporada todos los sujetos realizaron una batería de saltos, un test específico para valorar la resistencia aeróbica de los jugadores y una prueba de esfuerzo en el laboratorio. Únicamente se obtuvieron diferencias significativas en los 5 primeros saltos del test de saltos repetidos al inicio y al final de temporada. La carga de trabajo media analizada, cuando se usó la FC, en los entrenamientos fue de 277.2 ± 55.5 . En base a la RPE se encontraron cargas de 739.6 ± 147.0 y 425.1 ± 274.0 en los entrenamientos y partidos, respectivamente. En conclusión, las cargas de entrenamiento analizadas no fueron lo suficientemente estimuladoras como para producir mejoras en los resultados de los test realizados.

Palabras clave: Voleibol, TRIMP, frecuencia cardiaca y RPE

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify the training load and value the evolution of physical fitness during a volleyball players' season. Twelve University of Leon volleyball players participated in the study (21 ± 4 yr, 183.4 ± 7.3 cm and 84.9 ± 9.9 kg). During the season of 28 weeks the training load and the competition load were quantified based in the HR and RPE. Furthermore, at the beginning and the end of the season, everyone performed various selected jumps, a specific test to value players' aerobic endurance and an exercise stress test in the laboratory. Significant differences only were obtained in the 5 first jumps of the repeat jump test at the beginning and at the end of the season. When was used the HR method, the mean training load analyzed was 277.2 ± 55.5 . Based on the RPE it was found training load and competition load of 739.6 ± 147.0 and 425.1 ± 274.0 respectively. In conclusion, the training load analyzed was not enough stimulatory so there was not improvements in test results.

Key words: Volleyball, TRIMP, heart rate and RPE

INTRODUCCIÓN

En los entrenamientos se haya una relación simple entre dosis-respuesta (18). Las dosis son aquellas cargas de entrenamiento a las que se someten los deportistas y la respuesta son aquellas adaptaciones fisiológicas o cambios en el rendimiento que estos deportistas adquieren gracias a someterse a las dosis de entrenamiento ya citadas. Para una mayor eficacia en la obtención de respuestas como cambios en el rendimiento se han de aplicar unas cargas de entrenamiento individualizadas para evitar la aparición de lesiones, enfermedades o el sobreentrenamiento (3). Por otro lado, una carga de entrenamiento escasa no producirá adaptaciones en el deportista.

Los entrenadores deberían planificar y diseñar sus programas de entrenamiento para llegar a los objetivos competitivos importantes del año en plena forma (29). La carga externa del entrenamiento (i.e., distancia, tiempo de entrenamiento, series y repeticiones) será la herramienta de los entrenadores para causar un estrés fisiológico al deportista y fomentar la adaptación. La respuesta del organismo del deportista ante estos estímulos del entrenamiento se vinculan a la carga de entrenamiento interna (respuesta fisiológica del organismo) (14, 32). El control de ésta última puede ayudar a evitar o anticipar la mala adaptación del organismo (lesión, enfermedad, sobreentrenamiento), de ahí la importancia de su control y cuantificación (22, 23).

En deportes individuales la modificación, al igual que el control de la carga de entrenamiento parece ser más sencilla, ya que la dosis-respuesta es individual. Por el contrario en los deportes colectivos el control de la carga de entrenamiento es más dificultosa por el número de jugadores y para una misma dosis de entrenamiento la respuesta de los jugadores puede ser muy heterogénea en función del nivel de condición o de la posición ocupada en el campo (2, 3, 11, 17, 21). A todo ello se le puede sumar el efecto que tiene en la adaptación de los jugadores el ser suplente o titular. Se ha demostrado en jugadores suplentes la necesidad de suplementar los entrenamientos con un entrenamiento aeróbico adicional para mantenerse al nivel de los compañeros que juegan habitualmente (28).

En los últimos años se ha propuesto el término TRIMP para determinar la carga de entrenamiento de los deportistas. Este término integra la intensidad y la duración de los entrenamientos o la competición para calcular un valor de carga (10). El control de la duración o el volumen del entrenamiento no presenta problema, utilizando el tiempo o la distancia como las variables más comunes. (2). Sin embargo, monitorizar la intensidad del ejercicio puede presentar ciertas limitaciones (2). Frecuentemente se usa la frecuencia cardiaca (FC) como indicador de la intensidad del ejercicio, aunque otras variables como el VO_{2max} , potencia crítica

o desplazamientos medidos con GPS pueden ser también utilizadas (18). La FC puede presentar ciertas limitaciones a la hora de controlar la intensidad del ejercicio ya que puede estar influenciada por factores medioambientales (temperatura, humedad, altitud) o fisiológicos (estado de hidratación, cambios diurnos, estado de entrenamiento, depleción del glucógeno) (13, 18, 22, 24, 25, 32). Además el uso de los pulsómetros en la competición puede estar limitado por los reglamentos de ciertos deportes, como en el fútbol (17). Por otro lado, parece ser que la FC no es un buen indicador de intensidad ante determinados tipos de entrenamientos utilizados en los deportes colectivos como son los entrenamientos de alta intensidad o pliométricos (2, 4, 9, 13, 22, 24, 25, 26, 30, 32).

Diferentes metodologías han sido validadas para calcular la carga de entrenamiento en base a la FC. Originalmente, Banister utilizó la FC máxima, media y basal de los sujetos junto con la duración del ejercicio y un factor de corrección, similar a la respuesta del lactato al ejercicio, para calcular la carga de entrenamiento (1, 2, 17, 28, 32). Posteriormente, Lucía et al. (19), en deportes de resistencia, propusieron una distribución de la FC en tres zonas de intensidad en función de la determinación de los umbrales ventilatorios en el laboratorio (por debajo del umbral ventilatorio, entre el umbral ventilatorio y el umbral de compensación respiratoria y por encima de este último) (2, 17, 20, 24, 25). Este mismo método de zonas de intensidad fue aplicado teniendo en cuenta la FC máxima (50-60, 60-70, 70-80, 80-90 y 90-100% de la FC máxima) de los sujetos para calcular la carga de entrenamiento en deportes colectivos (13, 22, 26). Estos últimos métodos han sido mejorados para poder ser aplicados a la realización de los deportes colectivos usando factores de corrección en función de la zona de intensidad no lineales a la hora de calcular la carga de trabajo (28). Sin embargo, parece haber una alta correlación entre los diferentes métodos a la hora de cuantificar el trabajo desarrollado por los deportistas (1).

En contraposición a los métodos anteriormente referenciados (métodos objetivos), en los últimos años han aparecido en la literatura numerosos estudios proponiendo otros métodos subjetivos de cuantificación de la carga de trabajo (4). Así, el uso de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) como marcador de la intensidad del ejercicio para calcular la carga de trabajo se ha correlacionado positivamente con los métodos que usan la FC, como el propuesto por Banister (2, 4, 17, 21, 25, 32), Edwards (2, 4, 13, 17, 21, 26, 32) y Lucía (2, 17, 24, 32). Además, también se ha correlacionado con otros métodos que usan el VO_{2max} (30), la concentración de lactato (14, 15, 29) o el cortisol salival (23) como marcadores fisiológicos de la intensidad del ejercicio.

La utilización de los métodos subjetivos de cuantificación de la carga presentan numerosas ventajas: no hay que usar ningún aparato lo que ayuda a no tener problemas técnicos, es un

método no invasivo (se puede usar en partidos, en natación, en actividades acrobáticas), bajo coste, fácil de administrar a los atletas, versátil, sencillo de usar y no se necesita una prueba de esfuerzo para cuantificar la FC (en los umbrales o máxima) o el VO_{2max} . En definitiva, es un método útil y válido para planificar, ejecutar, analizar y evaluar el entrenamiento (13, 29). Además, el uso de marcadores subjetivos de intensidad (e.g., RPE) ayudan a tener una percepción global del estrés del entrenamiento, ya que agrupa tanto aspectos psicológicos como fisiológicos (1, 2, 4, 17). A pesar de todas las ventajas reseñadas, esta metodología puede presentar también potenciales limitaciones como que los sujetos pueden mentir a la hora de cuantificar su RPE o decir algo al azar si no están interesados (31). Además, diversos factores pueden alterar la RPE, como son el estado psicológico del deportista, su fatiga general o procedente de otras actividades, incluso el estado de ánimo (4, 17). Por último, la familiarización de los deportistas en el uso de la RPE parece ser la clave para obtener resultados fiables (17, 24).

Como anteriormente se reseñó, la cuantificación de las cargas usando métodos subjetivos ha sido ampliamente usada en el deporte, tanto en deportes individuales como de equipo: en el ciclismo (24, 25), en el entrenamiento de fuerza (9), en el judo (27), en el baloncesto (3, 13, 21, 23), en la natación (32), en el teamgym (22), en el atletismo (29), en el fútbol (2, 17) y en el rugby (11, 14, 15). En todos estos estudios se ha usado esta metodología para cuantificar la carga de diversos tipos de entrenamientos tanto aeróbicos estacionarios (4, 32), interválicos (32), intermitentes (32), de alta intensidad como el entrenamiento pliométrico o de fuerza (13), y anaeróbicos (4).

El voleibol es actualmente un deporte que en el alto rendimiento tiene grandes exigencias funcionales. Entre las capacidades físicas determinantes para el rendimiento destacan la velocidad en todas sus formas, la fuerza (sobre todo la explosiva o potencia), coordinación, agilidad y resistencia anaeróbica (6). El hecho de que haya posiciones tan diferenciadas en lo que a funciones se refiere implica que la planificación de los entrenamientos y distribución de las cargas ha de ser más individualizada (7). Los estudios científicos que estudian las demandas fisiológicas de los entrenamientos y la competición de los jugadores de voleibol son escasos. Recientemente Rodríguez-Marroyo et al. (26) han analizado las demandas de los entrenamientos y la competición usando tanto métodos objetivos como subjetivos en el voleibol femenino.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este estudio fue cuantificar el entrenamiento y valorar la condición física de un equipo de jugadores de voleibol a lo largo de una temporada.

Además, se plantearon los siguientes objetivos secundarios del trabajo:

- Cuantificar el esfuerzo realizado por jugadores de voleibol en función del tipo de entrenamiento realizado y de la posición ocupada en el campo.
- Determinar las mejoras en la condición física producidas por el entrenamiento realizado a lo largo de una temporada.
- Validar un test específico para la valoración de la resistencia específica de los jugadores de voleibol.

MÉTODOLOGÍA

Sujetos

En el presente trabajo participaron 12 jugadores de voleibol (21 ± 4 años, 183.4 ± 7.3 cm y 84.9 ± 9.9 kg) pertenecientes al equipo de la Universidad de León. Todos los sujetos tuvieron experiencia previa como jugadores de voleibol (7.3 ± 4.8 años) y compitieron a nivel nacional en la tercera división. En el estudio participaron tres jugadores que habían sido internacionales y varios representantes de las selecciones autonómicas en edades menores. Los jugadores habitualmente entrenaron tres veces por semana y compitieron el fin de semana. Todos los sujetos participaron de manera voluntaria en el estudio y fueron informados de las pruebas a realizar y de la intención del estudio antes de su inicio.

Análisis de las sesiones de entrenamientos

A lo largo de toda la temporada, 28 semanas de entrenamiento, se analizó el esfuerzo realizado por los jugadores en los entrenamientos en base a la FC y la RPE. Todas las sesiones de entrenamiento fueron diseñadas por los entrenadores y en ellas fundamentalmente se desarrollaron contenidos orientados al desarrollo técnico y táctico de los jugadores. En todos los entrenamientos en los que participaron los jugadores llevaron puesto un pulsómetro (Polar Team, Polar Electro Oy, Kempele, Finland) que permitió la monitorización de la FC cada 5 s. Posteriormente, los datos almacenados en el pulsómetro fueron transmitidos a un ordenador para, a través de un software específico (Polar Precision Performance v5, Polar Electro Oy, Kempele, Finland), poder analizar la intensidad del esfuerzo realizada por los jugadores en la sesión de entrenamiento. La intensidad del esfuerzo fue analizada en función de la FC máxima, siempre y cuando no se observara en los entrenamientos una FC mayor. Cuando esto sucedió se utilizó esa FC como el valor máximo de los jugadores (26). La intensidad del esfuerzo fue analizada en función de 5 zonas de trabajo (17): 100-90, 90-80, 80-70, 670-60 y 60-50% FC_{max} . Estas zonas fueron utilizadas para calcular la carga de trabajo (TRIMP), multiplicando el tiempo de permanencia en cada una de ellas por 5, 4, 3, 2 y 1, respectivamente (17). Para analizar la intensidad del ejercicio en base a la RPE, se usó la escala subjetiva de 0-10 propuesta por Borg (13). Al finalizar los

entrenamientos, aproximadamente 30 minutos después, se mostró la escala de Borg a los jugadores y se les preguntó de manera individual “¿Cómo de duro ha sido el entrenamiento de hoy?”. La carga de trabajo fue calculada utilizando la metodología propuesta por Foster et al. (13). Utilizando esta metodología se cuantificó además el trabajo realizado por los jugadores en la competición. Por último, usando la RPE como marcador de la intensidad del ejercicio se calculó el fitness, fatiga y rendimiento medio del equipo en mesociclos compuestos por 6 microciclos atendiendo a la propuesta de Foster y de Koning (12).

Todos los entrenamientos analizados fueron clasificados en función del contenido de trabajo en: sesiones de desarrollo físico, técnico, táctico, técnico-táctico y partidos. Además, para determinar la influencia de la posición ocupada en el campo en el esfuerzo desarrollado por los jugadores, éstos fueron clasificados en función de su posición habitual: opuesto, receptor, central, líbero y colocador.

Valoración de la condición física

A mitad de la pretemporada y al final del periodo competitivo todos los sujetos fueron sometidos en tres días diferentes de la misma semana a diferentes test para valorar su cualidad anaeróbica y aeróbica. Los jugadores realizaron una batería de saltos y un test específico en la cancha de juego, y una prueba de esfuerzo en el laboratorio para valorar la resistencia aeróbica.

Los saltos realizados (SportJumpSystem Pro; DSD, Inc., León, Spain) fueron por este orden: salto con brazos libres (Abalakov), salto con contramovimiento (CMJ), salto desde flexión libre (SJ) y por último se realizó un test de saltos repetidos de 30 saltos (RJ). Todos los saltos fueron repetidos 3 veces, con una recuperación entre ellos de 30 segundos, menos el RJ que sólo se valoró una vez. Así mismo, menos en el Abalakov, todos los saltos fueron realizados con las manos en la cintura. El calentamiento realizado fue estandarizado para todos los sujetos y consistió en 5 min de carrera continua a un ritmo libremente elegido seguida de 5 min de saltos submáximos que sirvieron de familiarización con el gesto técnico de los saltos. Las variables analizadas en los saltos fueron la altura de salto (cm), el ratio entre el CMJ y el SJ y en el RJ se analizó, además de la altura media de salto, la media de los 5 primeros y 5 últimos saltos realizados, el índice de fatiga (i.e., relación entre los 5 primeros y 5 últimos saltos) y el índice de resistencia a la fuerza explosiva (i.e., ratio entre la altura media del RJ y la alcanzada en el CMJ) (5).

La valoración de la resistencia específica se realizó utilizando el TIVRE-Voley (Test Interválico de Valoración de la Resistencia Específica del jugador de Voleibol). El test consistió en una prueba interválica (i.e., intercaló desplazamientos específicos frontales, laterales y hacia atrás con recuperaciones) de esfuerzo progresivo y maximal. La prueba se realizó en el propio terreno de juego (Figura 1) y la velocidad inicial fue de 7.8 km/h y se mantuvo durante tres vueltas al circuito (177 m). Cada tres vueltas se realizó una recuperación de 30 segundos y se aumentó la velocidad de desplazamiento en 0.6 km/h, hasta que los jugadores no pudieron mantener la velocidad fijada. La velocidad fue controlada a través de señales sonoras emitidas por un software específico (SportJump-v2.0; DSD Inc., León, Spain). Durante todo el test se monitorizó la FC cada 5 segundos (Polar Vantage NV, Polar Electro Oy, Finland) para posteriormente poder detectar el umbral anaeróbico por metodología cardiológica en el punto donde se produjo una ruptura de la linealidad del registro de FC.

La prueba de esfuerzo tuvo un protocolo incremental y se realizó sobre el tapiz rodante (h/p/cosmos Pulsar, h/p/cosmos sports& medical gmbh, Nussdorf, Germany). Se inició a una velocidad de 6 km/h y se aumentó en 1km/h cada 1 min hasta que los jugadores no pudieron mantener la velocidad fijada. Durante toda la prueba se mantuvo una inclinación del tapiz constante del 1%. La FC (Polar Vantage NV, Polar Electro Oy, Finland) y los gases respirados (MedisoftErgocard, MedisoftGroup, Sorinnes, Belgium) fueron medidos a lo largo de los test. Las condiciones ambientales del laboratorio (21 °C y 40% de humedad relativa) y calentamiento (10 min) fueron estandarizadas para todos los sujetos. Los umbrales ventilatorios fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios (8): incremento del equivalente ventilatorio del oxígeno (VE/VO_2) y la presión end-tidal del oxígeno sin un incremento concomitante del equivalente ventilatorio del dióxido de carbono (VE/VCO_2) para el VT, y un incremento del VE/VO_2 y VE/VCO_2 junto con la disminución de la presión end-tidal del dióxido de carbono para el RCT.

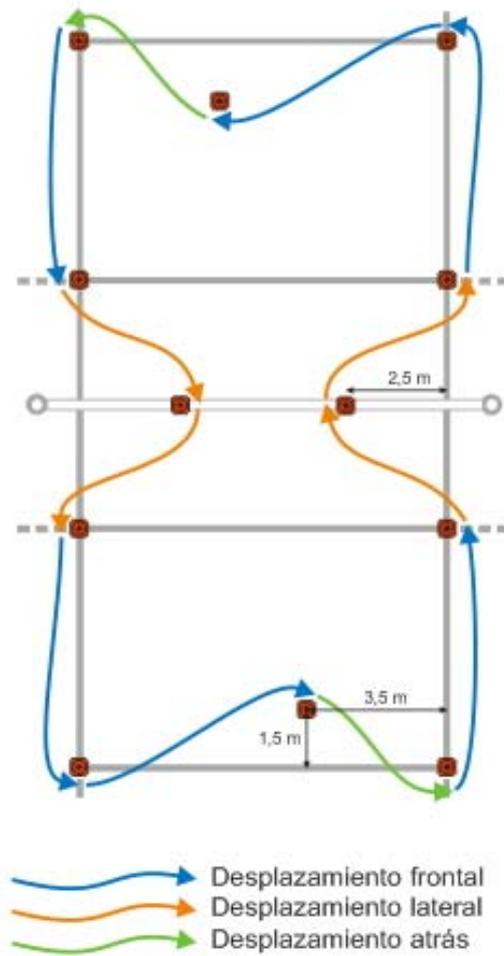


Figura 1. Recorrido y desplazamientos realizados en el test específico de valoración de la resistencia realizado (TIVRE-Voley).

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar (*SD*). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la muestra. El esfuerzo realizado por los jugadores en función del tipo de entrenamiento (físico, técnico, táctico, técnico-táctico y partidos) fue analizado usando un análisis de la varianza (ANOVA) con medias repetidas. Para establecer las diferencias entre el esfuerzo realizado por los jugadores en función del puesto ocupado se empleó un ANOVA de una vía. Cuando se obtuvo un valor *F* significativo, se aplicó el test de Bonferroni para establecer las diferencias significativas entre medias. La comparación de los resultados obtenidos en los test de valoración de la condición física realizados al inicio y al final de la temporada fue realizada usando una *t* de student para muestras relacionadas. Este mismo análisis se empleó para comparar los resultados obtenidos en la prueba de esfuerzo y el TIVRE. La concordancia entre la FC máxima y umbral analizadas en ambos test fue evaluada usando el método Bland-Altman. Las relaciones entre variables fueron determinadas usando el coeficiente de correlación de Pearson (*r*). Valores de $p < 0.05$ fueron considerados como estadísticamente significativos. El software estadístico SPSS+ v.19.0 fue usado para este análisis.

RESULTADOS

Análisis del esfuerzo realizado en los entrenamientos

El volumen de entrenamiento medio analizado (106.8 ± 7.6 min) fue significativamente mayor ($p < 0.05$) al obtenido en los partidos (60.4 ± 32.2 min). La duración de los entrenamientos físicos, técnicos, tácticos y técnico-tácticos fue de 104.5 ± 9.9 , 104.9 ± 7.7 , 110.8 ± 6.4 y 106.8 ± 6.1 min, respectivamente. Se obtuvieron diferencias significativas entre la duración de los entrenamientos tácticos con los entrenamientos físicos y técnicos. La FC media analizada en los entrenamientos fue de 141 ± 9 ppm. No se obtuvieron diferencias significativas ($p > 0.05$) cuando se comparó en función del tipo de entrenamiento realizado (145 ± 9 , 141 ± 9 , 141 ± 8 y 138 ± 11 ppm en los entrenamientos físicos, técnicos, tácticos y técnico-tácticos, respectivamente). La FC media analizada supuso un trabajo medio del $70.9 \pm 4.8\%$ de la FC máxima (73.0 ± 5.2 , 70.5 ± 4.6 , 71.1 ± 4.3 y $70.0 \pm 5.3\%$ de la FC máxima en los entrenamientos físicos, técnicos, tácticos y técnico-tácticos, respectivamente). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en ninguna de las zonas de intensidad de esfuerzo ni en la carga de trabajo analizadas (Tabla 1). Cuando el esfuerzo realizado se analizó en base a la RPE se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los entrenamientos físicos y los técnicos, tácticos y los partidos (Tabla 2). El mismo comportamiento se analizó en las cargas de entrenamiento. Las menores ($p < 0.05$) cargas de trabajo se analizaron en los partidos (Tabla 2). En la Figura 2 se muestra la evolución de la carga de entrenamiento semanal y la fatiga y el rendimiento de los jugadores a lo largo de toda la temporada.

Tabla 1. Intensidad y carga de trabajo en función del tipo de entrenamiento realizado.

	Físico	Técnico	Táctico	Técnico-Táctico	media
100-90% FC _{max}	5.7±9.3	2.0±3.2	2.2±3.6	2.6±5.0	2.7±5.0
90-80% FC _{max}	23.8±12.1	15.9±12.1	16.7±10.9	14.7±12.2	17.0±12.1
80-70% FC _{max}	30.2±8.9	32.8±11.7	33.6±10.3	31.1±10.8	32.3±10.9
70-60% FC _{max}	27.5±9.0	35.1±12.4	36.1±13.3	34.9±11.3	34.1±12.1
60-50% FC _{max}	11.1±9.5	13.2±13.6	10.8±10.9	15.9±14.8	13.0±12.8
TRIMP (AU)	284.6±72.7	272.2±50.6	300.9±49.8	263.3±54.5	277.2±55.5
TRIMP·min ⁻¹ (AU)	2.8±0.5	2.6±0.5	2.6±0.4	2.5±0.5	2.6±0.5

FC_{max}, frecuencia cardíaca máxima; TRIMP, carga de entrenamiento; AU, unidades arbitrarias.

Tabla 2. Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y carga de trabajo (TRIMP) analizada en los entrenamientos y la competición.

	RPE	TRIMP (AU)
Entrenamiento físico	7.5±1.0*†§	785.6±145.4*†§
Entrenamiento técnico	6.7±1.1	709.0±136.5§
Entrenamiento táctico	6.4±1.3‡	711.5±152.5§
Entrenamiento técnico-táctico	7.0±1.2	752.3±147.1§
Partido	6.6±1.7	425.1±274.0
<i>media</i>	6.7±1.3	661.1±220.4

Valores expresados como media±SD. AU, unidades arbitrarias. *, diferencias significativas con el entrenamiento técnico (p<0.05). †, diferencias significativas con el entrenamiento táctico (p<0.05). ‡, diferencias significativas con el entrenamiento técnico-táctico (p<0.05). §, diferencias significativas con el partido (p<0.05).

Tabla 3. Intensidad y carga de entrenamiento en función de la posición ocupada.

	Opuesto	Receptor	Central	Líbero	Colocador
100-90% FC _{max}	6.9±9.6†‡§	3.7±4.5	1.7±2.4	1.3±2.9	1.1±2.8
90-80% FC _{max}	21.5±13.0§	21.8±11.8§	18.5±11.9	12.0±11.0	10.2±9.2
80-70% FC _{max}	34.4±11.0	33.9±6.3	34.8±11.5§	32.1±10.0	25.2±11.3
70-60% FC _{max}	29.1±11.7§	32.9±12.3	30.7±10.1§	39.3±13.8	41.0±10.8
60-50% FC _{max}	7.4±6.0§	7.4±6.0§	12.9±11.9	15.0±17.5	20.9±15.4
TRIMP (AU)	308.9±60.3§	300.2±40.4§	277.9±48.7	260.7±54.2	241.9±55.2
TRIMP·min ⁻¹ (AU)	2.9±0.5§	2.8±0.4§	2.6±0.4§	2.4±0.5	2.2±0.4

FC_{max}, frecuencia cardíaca máxima; TRIMP, carga de entrenamiento; AU, unidades arbitrarias. †, diferencias significativas con el central ($p<0.05$). ‡, diferencias significativas con el líbero ($p<0.05$). §, diferencias significativas con el colocador ($p<0.05$).

Cuando se analizaron las FC media en función de la posición ocupada por los jugadores en el campo se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) entre los receptores (144 ± 7 ppm) y centrales (143 ± 11 ppm) con los colocadores (135 ± 9 ppm). Las FC medias halladas en los opuestos y líberos fueron de 140 ± 7 y 141 ± 9 ppm, respectivamente. Los porcentajes de la FC máxima analizados fueron de 73.7 ± 4.6 , 73.2 ± 3.6 , 71.0 ± 4.5 , 69.2 ± 4.6 y 67.6 ± 4.5 en los opuestos, receptores, centrales, líberos y colocadores, respectivamente. Se hallaron diferencias significativas ($p<0.05$) entre los opuestos, receptores y centrales con los colocadores. En la Tabla 3 se muestran los porcentajes de trabajo en cada una de las zonas de intensidad analizada y la carga de trabajo realizada en los entrenamientos por los jugadores en función de su posición. Los menores valores fueron hallados en los colocadores. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre las posiciones cuando se comparó la RPE y el TRIMP basado en la RPE durante los entrenamientos (Tabla 4). Por el contrario, cuando se analizaron estas variables en los partidos, se obtuvieron diferencias significativas ($p<0.05$) entre posiciones (Tabla 5).

No se encontraron ningún tipo de correlación entre la RPE y las variables de intensidad basadas en la FC. Se analizó una correlación baja entre la carga de entrenamiento calculada en base a la FC y en base la RPE ($r=0.34$, $p<0.01$).

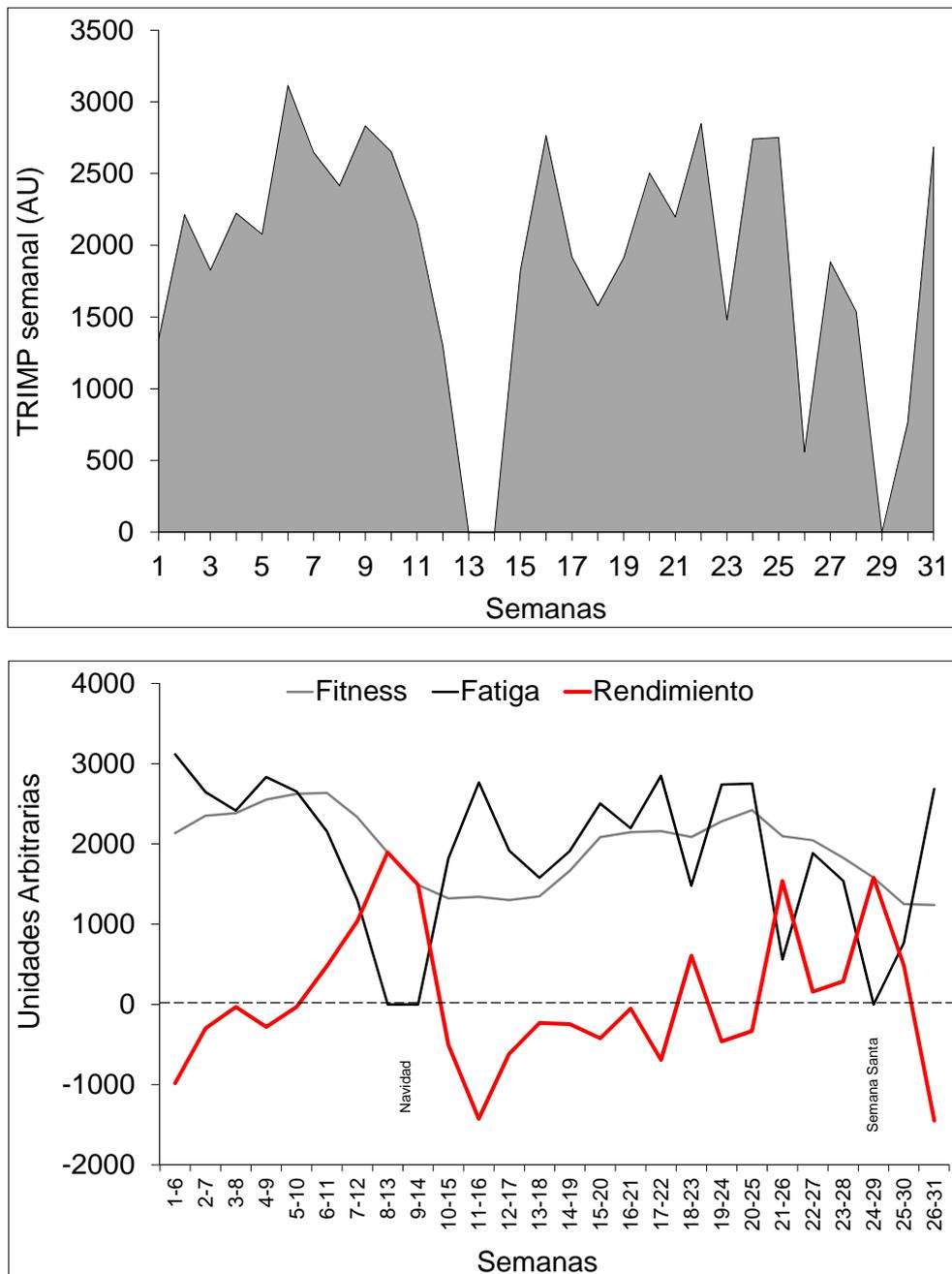


Figura 2. Evolución de la carga de entrenamiento, fatiga y rendimiento medio de los jugadores a lo largo de la temporada.

Tabla 4. Tiempo, percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y carga de entrenamiento (TRIMP) en función de la posición de juego.

	Tiempo (min)	RPE	TRIMP (AU)
Opuesto	107.0±8.1	6.7±1.3	723.0±159.2
Receptor	107.0±7.5	6.8±1.2	729.1±144.7
Central	106.7±7.9	6.8±1.2	726.0±138.5
Líbero	106.2±8.7	6.8±1.3	719.2±155.4
Colocador	106.8±8.5	6.9±1.2	733.0±146.8

Valores expresados como media±SD. AU, unidades arbitrarias.

Tabla 5. Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y carga de competición (TRIMP) en función de la posición de juego.

	Tiempo (min)	RPE	TRIMP (AU)
Opuesto	50.9±33.4*‡	5.8±1.8*§	330.4± 270.1*‡§
Receptor	71.8±31.4‡	6.9±1.9	533.7± 283.3‡
Central	43.4±23.0‡	6.6±1.3	292.1± 172.3‡§
Líbero	85.9±22.7	6.6±1.2	577.2± 218.8
Colocador	69.7±31.5	7.1±1.7	527.5± 304.0

Valores expresados como media±SD. AU, unidades arbitrarias. *, diferencias significativas con el receptor ($p<0.05$). †, diferencias significativas con el central ($p<0.05$). ‡, diferencias significativas con el líbero ($p<0.05$). §, diferencias significativas con el colocador ($p<0.05$).

Resultados de las pruebas de valoración realizadas a lo largo de la temporada

Tabla 6. Valores (media±SD) obtenidos en los test de saltos realizados.

	<i>Prueba 1</i>	<i>Prueba 2</i>
Abalakov (cm)	46.9±4.1	48.3±4.4
CMJ (cm)	38.7±4.4	39.5±4.0
SJ (cm)	35.5±4.5	36.8±2.9
CMJ/SJ	1.1±0.0	1.1±0.0
RJ (cm)	25.3±3.3	28.5±2.0
RJ _{5 primeros} (cm)	26.8±3.0*	30.7±2.0
RJ _{5 últimos} (cm)	22.7±3.7	24.5±2.6
IF (%)	13.4±8.1	18.1±9.0
IR (%)	65.5±7.1*	70.6±3.1

CMJ, salto con contramovimiento; SJ, salto sin contramovimiento; RJ, saltos repetidos; IF, índice de fatiga; IR, índice de resistencia a la fuerza explosiva. *, diferencias significativas ($p < 0.05$).

De todas las pruebas de valoración realizadas, únicamente se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la prueba inicial y final de la temporada en la media de los cinco primeros saltos del test de saltos repetidos y en el índice de resistencia a la fuerza explosiva (Tabla 6). Ninguna de las pruebas realizadas para valorar la cualidad aeróbica de los sujetos, prueba incremental en el laboratorio (Tabla 7) y test específico (Tabla 8), se mostró sensibles a los cambios producidos por el entrenamiento.

Tabla 7. Resultados (media±SD) obtenidos en las pruebas de esfuerzo realizadas a lo largo de la temporada.

	Prueba 1	Prueba 2
Peso (kg)	84.9±11.1	84.9±8.7
Velocidad _{max} (km/h)	15.6±1.1	16.4±1.2
VO _{2max} (ml/kg/min)	51.2±5.4	51.2±4.9
FC _{max} (ppm)	197±6	198±5
Velocidad _{RCT} (km/h)	13.0±0.6	13.3±0.8
VO _{2RCT} (ml/kg/min)	44.5±3.1	43.3±3.4
% VO _{2RCT}	87.3±5.7	84.9±4.1
FC _{RCT} (ppm)	182±5	181±4
% FC _{RCT}	92.4±3.1	91.3±2.4
Velocidad _{VT} (km/h)	10.0±0.9	11.0±0.6
VO _{2VT} (ml/kg/min)	34.7±3.4	35.8±3.7
% VO _{2VT}	68.7±11.5	70.0±1.9
FC _{VT} (ppm)	166±7	167±4
%FC _{VT}	84.2±3.7	84.0±1.8

RCT, umbral de compensación respiratoria; VT, umbral ventilatorio.

Tabla 8. Resultados (media±SD) obtenidos en los TIVRE a lo largo de la temporada.

	Prueba 1	Prueba 2
Tiempo (min)	11.6±1.2	10.8±1.4
Distancia (m)	1303.2±154.2	1208±174.1
Velocidad _{max} (km/h)	12.1±0.5	11.8±0.7
FC _{max} (ppm)	202±4	201±3
Velocidad _{umbral} (km/h)	9.4±0.3	9.4±0.7
%Velocidad _{max}	78.4±2.0	81.1±2.2
FC _{umbral} (ppm)	186±2	188±1
%FC _{max}	91.9±0.9	93.9±1.4

TIVRE, Test Interválico de Valoración de la Resistencia Específica.

Cuando se compararon los valores obtenidos en la prueba de esfuerzo realizada en el laboratorio y los obtenidos en el TIVRE, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la velocidad máxima y en la velocidad a la que se determinó el umbral anaeróbico (Tabla 9). Sin embargo, no se hallaron diferencias en la FC máxima y la analizada en los umbrales entre ambos test. La Figura 3 muestra la concordancia entre ambas variables. Tanto la FC máxima ($r = 0.69$) como la FC en el umbral ($r = 0.50$) alcanzadas en ambos test se correlacionaron positivamente ($p < 0.05$). Además, se encontraron relaciones entre el VO_{2max} analizado en la prueba de esfuerzo y el tiempo ($r = 0.60$, $p < 0.05$) y la distancia ($r = 0.60$, $p < 0.05$) recorrida por los jugadores en el TIVRE y entre las velocidades alcanzadas en el umbral anaeróbico ($r = 0.60$, $p < 0.05$). El VO_2 analizado en el umbral anaeróbico en la prueba de esfuerzo se correlacionó significativamente ($p < 0.05$) con la velocidad alcanzada en el umbral anaeróbico en el TIVRE ($r = 0.66$).

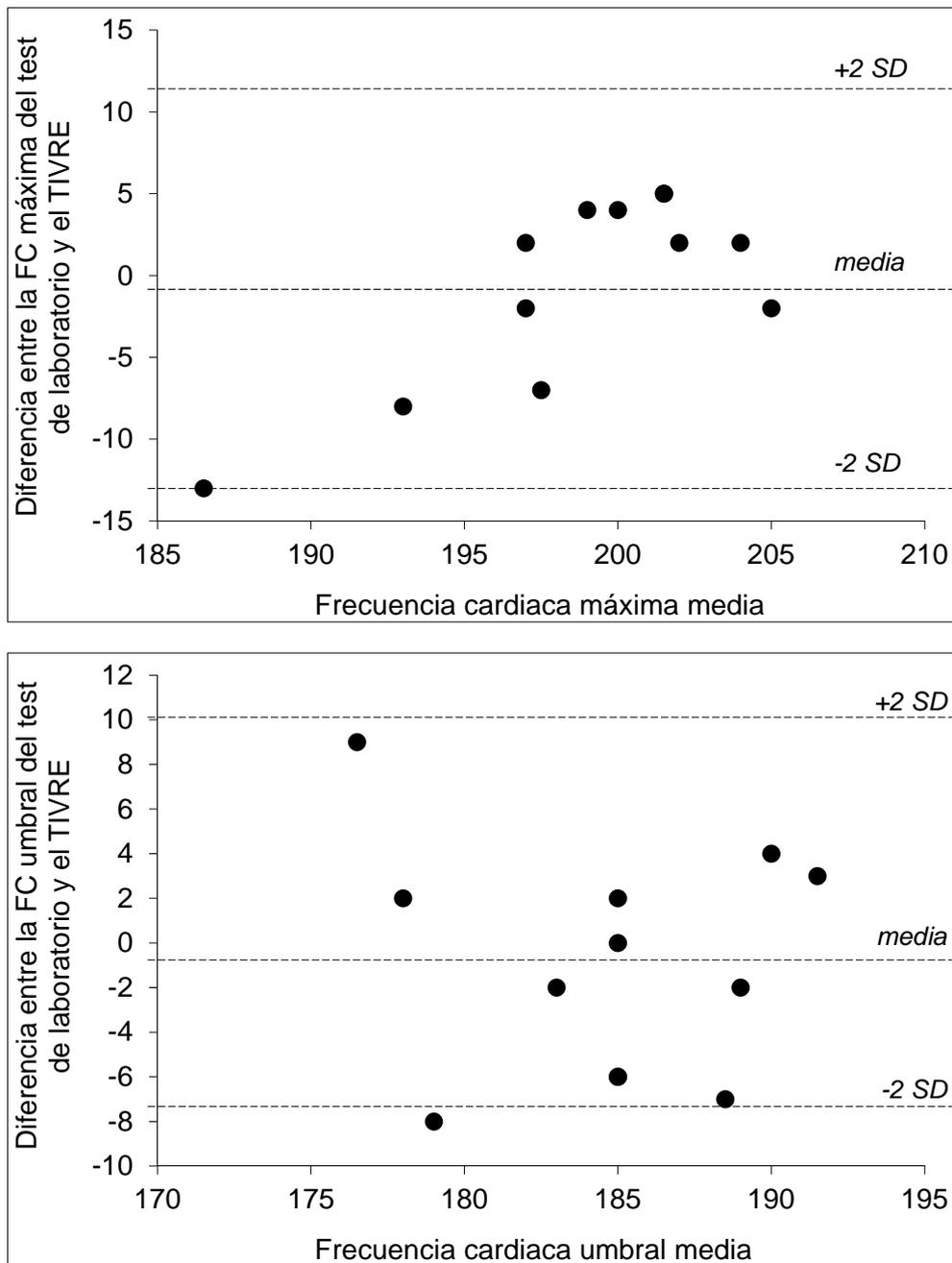


Figura 3. Gráfico Bland-Altman de la frecuencia cardiaca máxima y umbral obtenida en la prueba de esfuerzo y en el TIVRE con las diferencias estimadas y los límites de acuerdo al 95%.

Tabla 9. Comparación de los datos (media±SD) obtenidos en las pruebas de esfuerzo y TIVRE.

	Prueba de Esfuerzo	TIVRE
Velocidad _{max} (km/h)	15.8±1.6*	11.9±0.6
FC _{max} (ppm)	199±8	199±4
Velocidad _{umbral} (km/h)	13.1±1.3*	9.8±0.5
%Velocidad _{max}	83.6±6.7	82.8±3.1
FC _{umbral} (ppm)	184±5	186±6
%FC _{max}	92.9±2.6	93.3±3.2

TIVRE, Test Interválico de Valoración de la Resistencia Específica. *, diferencias significativas ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Como se comentó al principio del estudio la base de todo resultado en el deporte y, por tanto, mejora en el rendimiento es el entrenamiento (18). Si en una temporada el rendimiento ha sido un éxito, o por el contrario no ha sido el esperado, es muy práctico conocer la distribución de las diferentes dosis o cargas de entrenamiento a las que han sido sometidos ese equipo de deportistas para poder repetir, o evitar, la temporada desarrollada.

Los diferentes deportes tienen factores de rendimiento asociados a los mismos y, en la mayoría de los casos sobretodo en el deporte masculino, una mejora en estos factores de rendimiento a nivel individual podría conllevar una mejora en los resultados y el rendimiento a nivel de equipo. En nuestro caso tratamos el voleibol masculino. Según Callejón (6), en el voleibol podemos diferenciar diferentes capacidades físicas en las que han de destacar los deportistas como son la velocidad en todas sus formas, la fuerza (sobre todo explosiva o potencia), coordinación, agilidad y resistencia anaeróbica. De aquí surge el objetivo del estudio de valorar la condición física de los deportistas mediante las tres pruebas que han sido desarrolladas las cuales nos sirven para valorar diferentes manifestaciones de la fuerza mediante la batería de saltos y la cualidad aeróbica mediante un test de laboratorio como es la prueba de esfuerzo o uno de campo específico como es el TIVRE de voleibol. Estos test fueron repetidos al final de la temporada obteniendo unos resultados reflejados en las Tablas

6, 7 y 8 y que nos dan información acorde a uno de los objetivos secundarios del trabajo como es determinar, si las hubiese, mejoras en la condición física producidas por el entrenamiento a lo largo de una temporada.

En cuanto al test de salto (Tabla 6) se observan mejoras ($p < 0.05$) entre la prueba inicial y final de la temporada en la media de los cinco primeros saltos del test de saltos repetidos y en el índice de resistencia a la fuerza explosiva. Esto significa dos cosas: en primer lugar se observa que no existe mejora en cuanto a las manifestaciones de la fuerza representadas por este test entre las que está uno de los factores de rendimiento más importantes en el voleibol como es la fuerza explosiva. Tanto el SJ, que es un indicador de la fuerza explosiva, y el CMJ, indicador de la fuerza elástico explosiva, no han mejorado significativamente a lo largo de la temporada (tampoco hay mejoras, por tanto, en los índices relacionados a estos). Esto se puede traducir en que la distribución de cargas a lo largo de la temporada no ha sido eficaz en cuanto a la mejora de este factor de rendimiento. Ahora bien, en un partido de voleibol se producen muchísimas manifestaciones de la fuerza explosiva sobre todo a la hora de la realización de las múltiples batidas y saltos (e.g., saques, colocaciones, remates, bloqueo). De aquí deducimos que otro factor de rendimiento relacionado a la condición física es la resistencia a la fuerza explosiva. En el test de salto se realizó el RJ que es un indicador de la resistencia a la fuerza rápida o explosiva además de que gracias a este podemos obtener el índice de resistencia a la fuerza explosiva (IR), indicador también de la resistencia a esta manifestación de la fuerza (5). El aumento de forma significativa de ambos nos permite deducir que pese a que no se haya mejorado en la altura de los saltos (tampoco es necesario debido a que los jugadores tienen el alcance de salto -envergadura vertical sumada a la altura del salto- suficiente para realizar los gestos técnicos, en los que se implica el salto, de forma eficaz) sí se ha mejorado en la resistencia a realizarlos lo que es muy importante a lo largo de un partido de voleibol ya que gracias a esto se retrasará la aparición de fatiga que puede disminuir el rendimiento de los jugadores.

También se realizaron otros dos test que, pese a no ser un factor determinante en el rendimiento, valoran la cualidad aeróbica de los deportistas. Ni en la prueba incremental de laboratorio (Tabla 7) ni en el test específico de voleibol (Tabla 8) se observó algún cambio causa del entrenamiento. De esta conclusión sacamos que puede ser normal debido a que las sesiones de entrenamiento desarrolladas a lo largo de la temporada no han tenido como objetivo mejorar la cualidad aeróbica del sujeto sino que con mantenerla y no disminuir es suficiente.

En cambio, gracias al análisis de los resultados y comparativa entre ambas pruebas sobre la cualidad aeróbica, hemos encontrado alguna información interesante (Tabla 9). Se muestran

diferencias significativas ($p < 0.05$) en la velocidad máxima y velocidad en la que se determina el umbral anaeróbico (8). Esto es normal y corrobora que el test ha sido realizado de la forma correcta por los jugadores ya que la velocidad máxima en el TIVRE o a la que aparezca el umbral ha de ser menor porque es más duro y costoso realizar un recorrido en el que se cambia, según la zona, el tipo del desplazamiento (Figura 1) ya que tanto los cambios de desplazamiento y sus continuas arrancadas y cambios de dirección como el desplazamiento lateral y hacia atrás en comparación con el desplazamiento normal aumentan la dificultad y carga del mismo que harán que se llegue al umbral anaeróbico a una velocidad menor y, por tanto, se alcance el agotamiento a una velocidad máxima menor. También se observan correlaciones entre aquellos jugadores que tienen un mayor VO_{2max} analizado en la prueba de esfuerzo en laboratorio con que son aquellos a los que la velocidad en la que alcanzan el umbral anaeróbico es mayor ($r=0.60$, $p < 0.05$), que aguantan más tiempo ($r=0.60$, $p < 0.05$) y, por tanto, recorren una mayor distancia ($r=0.60$, $p < 0.05$). Esto puede ser así debido a que aquellos que tienen una mayor cualidad o capacidad aeróbica son los que después, en una prueba específica con desplazamientos específicos del deporte, aguantan más y tienen mejores resultados lo que se puede traducir a una mayor resistencia a la aparición de fatiga o mejor recuperación en el transcurso de los entrenamientos o partidos de dicho deporte. Se encuentran así mismo correlaciones entre aquellos que su VO_2 al que aparece el umbral anaeróbico es mayor con los que alcanzan una mayor velocidad en este umbral ($r=0.66$). Además la realización de ambas pruebas y los resultados obtenidos con su comparativa han sido útiles para confirmar otro de los objetivos secundarios del trabajo como es el validar el Test Interválico De Valoración de la Resistencia Específica (TIVRE) para los jugadores de voleibol. Esto se deduce debido a lo dicho anteriormente y, sobre todo, a la correlación existente ($p < 0.05$) entre la FC_{max} alcanzada ($r=0.69$) y la FC en el umbral anaeróbico ($r=0.50$). (Tabla 9), (Figura 3).

Otra ventaja de la realización de ambas pruebas en el estudio es que gracias a estas y el análisis de las gráficas obtenidas de FC hemos podido obtener mediante las dos pruebas maximales la FC_{max} de cada sujeto. Esta FC_{max} nos ha sido útil en cuanto a seguir cumpliendo con el objetivo primordial del estudio como es la cuantificación del entrenamiento a lo largo de la temporada de 28 semanas. Gracias a la FC_{max} de cada sujeto se pudieron deducir los límites de las 5 zonas de FC necesarias para la cuantificación de la carga interna del entrenamiento mediante la metodología objetiva de Edwards (2, 4, 13, 17, 21, 26, 32). Además, para cumplir este objetivo principal del estudio, se utilizó la metodología de la escala subjetiva propuesta por Borg (13) tanto en entrenamientos como en partidos. En la cuantificación del esfuerzo se tomó como objetivo secundario hacerlo, además, según el tipo de entrenamiento y la posición del jugador.

En cuanto a este análisis según el tipo del entrenamiento encontramos que la media del volumen de los entrenamientos, sobre todo los tácticos (106.8 ± 7.6 min y 110.8 ± 6.4 respectivamente), fue significativamente mayor a la de los partidos (60.4 ± 32.2 min). Esto puede ser satisfactorio en cuanto al rendimiento en los partidos ya que son los encuentros donde hay que trabajar a una intensidad óptima para obtener un buen resultado y, al estar acostumbrado a tener unas sesiones de un tiempo mayor, los partidos se harán “cortos” y los jugadores podrán someterse a esfuerzos de ese tiempo pudiendo mantener un buen rendimiento. No obstante es muy importante en la monitorización del TRIMP semanal a la hora de la planificación del entrenamiento tener en cuenta los partidos ya que, pese a ser de un tiempo menor, establecerían diferencias entre los jugadores titulares y aquellos suplentes o que ni siquiera han entrado al terreno de juego (28). Datos de la FC media en los entrenamientos (141 ± 9 ppm) y el trabajo según porcentaje de la FC_{max} ($70.9 \pm 4.8\%$) no tienen diferencias en cuanto a los tipos de entrenamiento. Tampoco se haya diferencia en las zonas de FC ni, por tanto, en la carga total de entrenamiento (Tabla 1). Esto está en contraposición con que la RPE es mayor en los entrenamientos físicos (Tabla 2). Esto es así porque la carga representada por la RPE es una percepción global del estrés del entrenamiento (psicológico y fisiológico) (1, 2, 4, 17) y en un entrenamiento físico puede el aspecto psicológico influir más que los demás tipos debido a que a los jugadores se les hace más duro, pesado y menos motivante por su menor contacto con el balón, monotonía y que no les suele gustar (26). En cuanto a la comparativa del TRIMP en los partidos según la RPE es menor pese a no haber diferencias significativas en el RPE. Esto es así debido a lo dicho anteriormente sobre la menor duración de los partidos en comparación con los entrenamientos. Además, el TRIMP en los partidos ha sido medido por RPE exclusivamente y no mediante la FC por ser demasiado invasivo para los jugadores siendo incluso prohibido el llevar pulsómetro en competición como en otros deportes (17).

En la realización del análisis de los entrenamientos según la posición en el campo nos encontramos que tanto en la FC media en el entrenamiento y el trabajo según porcentaje de la FC_{max} de los colocadores es menor en comparación con los demás jugadores. A esto se le suma que el TRIMP también es menor en los colocadores según la distribución en 5 zonas de Edwards (Tabla 3). Es sorprendente ya que a la hora de cuantificar el TRIMP en función de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) de los entrenamientos, por posiciones, no existen diferencias significativas (Tabla 4). Sugerimos que esto es así volviendo a darle peso a la percepción global que tiene esta escala a la hora de cuantificar el entrenamiento (1, 2, 4, 17). Los colocadores son aquellos jugadores por los que pasa el balón con el segundo toque de cada jugada y los que reciben el balón de la recepción y lo distribuyen a sus compañeros atacantes para que estos, con acciones técnicas como el remate o finta, intenten conseguir

un punto. Son la figura más importante, el cerebro del equipo y esto hace que el colocador realice más del 90% de los pases de ataque de forma inteligente (16). En contraposición estos pases son la mayoría, a este nivel, desde el suelo y este jugador no realiza tantas batidas o gestos explosivos normalmente como los demás lo que puede hacer que su carga fisiológica, monitoreada exclusivamente con la FC, sea menor. Además en los entrenamientos muchas veces no se respeta la obligatoriedad de posición de partida para que el colocador comience a desplazarse (según orden de rotación) y se busca la comodidad del mismo para que realice los pases de una forma más cómoda, situación que no se puede realizar en los partidos (por las faltas de rotación). El continuo contacto con el balón y la continua distribución del juego, como cerebro del equipo, pueden hacer que este sea sometido a una mayor carga psicológica que lleve a igualar la carga global obtenida con la RPE de la sesión en comparación con sus compañeros que tienen, en cuanto a la elaboración del juego, “solo” la labor de recibir para que el balón vaya al colocador y situarse adecuadamente para el posible pase del mismo mientras que su tarea física (la más exigente es la batida) es mayor. En cuanto a los partidos hay mucha diferencia entre posiciones y el TRIMP medido únicamente por la escala subjetiva RPE. Estas diferencias podemos decir que se deben a los sistemas de juego empleados, que varían mucho, ya que esto hace depender hacia quién se dirige normalmente el ataque, qué jugadores se emplean en tareas defensivas y ofensivas, las sustituciones, etc. Estas características hacen que determinados jugadores y sus posiciones tengan unas exigencias físicas y psíquicas diferentes a otros.

Estas metodologías no pueden compararse ya que se mide en unidades arbitrarias y los coeficientes por los que se multiplica la intensidad son muy diferentes (un máximo de 10 en el RPE y de 5 en las de FC). Pese a esto si se puede determinar si existe correlación entre estas metodologías y validar ambas para la cuantificación del TRIMP. En cambio, a diferencia de otros deportes individuales (9, 22, 24, 25, 27, 32), de equipo (2, 3, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 23) y otros estudios del voleibol (26), las metodologías subjetiva y objetiva no han tenido correlación ($r=0.34$). Muchas pueden ser las causas de que en este estudio no se haya dado el resultado como la baja familiarización con la escala RPE (17, 24), las limitaciones de la FC, y la necesidad de experiencia (13, 18, 22, 24, 25, 32). Destacamos que uno de los factores que puede influenciar es el carácter intrusivo de los pulsómetros ya que los deportistas en determinados ejercicios que implicasen realizar planchas al suelo (gesto técnico defensivo acrobático en el que el jugador se tira al suelo para que el balón bote en su mano y no en el suelo y poder continuar la jugada) se lo quitaban por el daño al golpearse en el pecho. Estos ejercicios, que eran bastantes, no han sido monitoreados y además son de los más exigentes físicamente por ser muy explosivos y se realizaban muchas veces en la parte final de la sesión

lo que puede hacer que el TRIMP se quede bajo según la FC y sea aumentado según la RPE respectivamente, lo que sea muy desfavorable para la correlación.

En términos generales de rendimiento ha sido una temporada media ya que no se han conseguido todos los objetivos que se pretendían. El monitorizar la temporada y cuantificar las cargas y partidos nos puede ser muy útil para verificar como ha sido la misma y modificarla para así, el año siguiente, poder realizar una planificación más acorde al equipo y que la probabilidad de obtener los resultados buscados sea mayor (22, 23). Esta monitorización de la evolución de la temporada al completo, según el TRIMP mediante el RPE, la podemos observar en la Figura 2. Aquí se observa una relación importante en la que en los momentos de mayor rendimiento se han obtenido resultados buenos con los equipos similares o importantes de la liga. En cambio la mayoría de resultados negativos en partidos, así como las lesiones, han surgido en aquellos mesociclos en que el rendimiento es menor y, por el contrario la fatiga aumentaba, además se ser un bajón en el fitness. Estos datos, sumados a las numerosas lesiones, podría significar que la temporada no ha sido planificada de la mejor manera posible ya que, además de los resultados, el fitness y el rendimiento no se han mantenido a lo largo de la temporada y han tenido bajones y sobresaltos en momentos inadecuados que han afectado mucho al rendimiento de los jugadores en la temporada.

CONCLUSIONES

La cuantificación del entrenamiento en base a la FC y la RPE fue posible en el grupo de jugadores estudiados. Ambas metodologías facilitaron el control del entrenamiento y determinar la evolución semanal de la carga de trabajo de los jugadores. Sin embargo, el uso de la RPE parece ser más sensible a la hora de determinar las diferencias entre los entrenamientos realizados. El uso de la FC no permitió establecer diferencias entre los diferentes tipos de sesiones analizadas. En base a la FC la posición que menores cargas de trabajo desarrollaron en los entrenamientos fueron los colocadores, posiblemente debido a las características de los entrenamientos específicos realizados.

Únicamente, la altura de salto media de los 5 primeros saltos del test de saltos repetidos se mostró sensible a los cambios producidos por el entrenamiento. Posiblemente la baja frecuencia de entrenamientos semanales (i.e., tres entrenamientos semanales) conllevará una baja carga de trabajo semanal, lo que impidió mejoras en la cualidad aeróbica de los sujetos.

El test específico de valoración de la cualidad aeróbica de los jugadores de voleibol se mostró válido para estimar la capacidad aeróbica de los jugadores y pudiera servir para determinar la FC en el umbral anaeróbico de los jugadores de una manera válida y sencilla. Futuros estudios, con un mayor número de jugadores, deberían realizarse para contrastar esta conclusión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Akubat, I, Patel, E, Barrett, S & Abt, G. (2012) Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. *Journal of Sports Sciences* 30: 1473-1480.
2. Alexiou, H & Coutts, AJ. (2008) A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3: 320-330.
3. Anderson, L, Triplett-McBride, T, Foster, C, Doberstein, S & Brice, G. (2003) Impact of training patterns on incidence of illness and injury during a women's collegiate basketball season. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17: 734-738.
4. Borrensen, J & Lambert, JI. (2008) Quantifying Training Load: A comparison of subjective and objective methods. *International journal of sports physiology and performance* 3: 13-30.
5. Bosco, C, Luhtanen, P & Komi, PV. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 50: 273-282
6. Callejón, D. (2003) *Apuntes Deportes de Alto Rendimiento. Voleibol 2*. FCAFD Universidad Politécnica de Madrid.
7. Callejón, D. (2006). *Estudio y análisis de la participación técnico-táctica del jugador líbero en el voleibol masculino de alto rendimiento*. [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid.
8. Davis, JA. Anaerobic threshold: a review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 17: 6–18, 1985.
9. Day, ML, McGuigan, MR, Brice, G & Foster, C. (2004) Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18: 353-358.
10. Egan, AD, Winchester, JB, Foster, C & McGuigan, MR. (2006) Using session RPE to monitor different methods of resistance training. *Journal of Sports Science and Medicine* 5: 289-295.
11. Elloumi, M, Makni, E, Moalla, W, Bouaziz, T, Tabka, Z, Lac, G & Chamari, K. (2012) Monitoring training load and fatigue in rugby seven players. *Asian Journal of Sports Medicine* 3: 175-184.
12. Foster, C & de Koning, JJ. (1999) Physiological perspectives in speed skating. *En: Gemser, H, de Koning, JJ & van Ingen Schenau, GJ. Handbook of competitive speed skating. Leeuwarden, the Netherlands: Eisma Publishers: 117-137.*

13. Foster, C, Florhaug, JA, Franklin, J, Gottschall, L, Hrovatin, LA, Parker, S, Doleshal, P & Dodge, C. (2001) A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15: 109-115.
14. Gabbett, TJ & Domrow, N. (2007) Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. *Journal of Sports Sciences* 25: 1507-1519.
15. Gabbett, TJ & Jenkins, DG. (2011) Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 14: 204-209.
16. García-Tormo, JV. (2014). *Apuntes Ampliación deportiva en Voleibol*. FCAFD Universidad de León.
17. Impellizzeri, FM, Rampinini, E, Coutts, AJ, Sassi, A & Marcora, SM. (2004) Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 36:1042-1047.
18. Lambert, MI & Borresen, J. (2010) Measuring Training Load in Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 5: 406-411.
19. Lucía, A, Díaz, B, Hoyos, J, Carvajal, A & Chicharro, JL. (1999) Heart rate response to professional road cycling: The tour de France. *International Journal of Sports Medicine* 20:167-172.
20. Lucía, A, Hoyos, J, Santalla, A, Earnest, C & Chicharro, JL. (2003) Tour de France versus Vuelta a España: Which is harder? *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33: 872-878.
21. Manzi, V, D'Ottavio, S, Impellizzeri, FM, Chaouachi, A, Chamari, K & Castagna, C. (2010) Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24: 1399-1406.
22. Minganti, C, Capranica, L, Meeusen, R, Amici, S & Piacentini MF. (2010) The validity of session-rating of perceived exertion method for quantifying training load in team gym. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24: 3063-3068.
23. Moreira, A, McGuigan, MR, Arruda, AFS, Freitas, CG & Aoki, MS. (2012) Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26: 861-866.
24. Rodríguez-Marroyo, JA, Villa, G, García-López, J & Foster, C. (2012) Comparison of heart rate and session rating of perceived exertion methods of defining exercise load in cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26: 2249-2257.
25. Rodríguez-Marroyo, JA, Villa, JG, Fernández, G & Foster, C. (2013) Effect of cycling competition type on effort based on heart rate and session rating of perceived exertion. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 53: 154-161.
26. Rodríguez-Marroyo, JA, Medina, J, García-López, J, García-Tormo, JV & Foster, C. (2014) Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research* 28: 1588-1594.

27. Serrano, M, Salvador, A, Bono, E, Sanchís, C &Suay, F. (2001) Relationships between recall of perceived exertion and blood lactate concentration in a judo competition. *Percept. Motor skills* 92: 1139-1148.
28. Stagno, KM, Thatcher, R & Van Someren, KA. (2007) A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences* 25: 629-634.
29. Suzuki, S, Sato, T, Maeda, A & Takahashi, Y. (2006) Program desing based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite japanese sprinter: a case study. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20: 36-42.
30. Sweet, TW, Foster, C, McGuigan, MR & Brice, G. (2004) Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18: 796-802.
31. Twist, C &Highton, J. (2013) Monitoring fatigue and recovery in rugby league players. *International Journal of sports physiology and performance* 8: 467-474.
32. Wallace, LK, Slattery, KM &Coutis, AJ. (2009) The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23: 33-38.