



RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte
ISSN: 1885-3137
rcanto@cafyd.com
Editorial Ramón Cantó Alcaraz
España

Reina, María; Mancha-Triguero, David; García-Santos, David; García-Rubio, Javier; Ibáñez, Sergio J.
Comparación de tres métodos de cuantificación de la carga de entrenamiento en baloncesto
RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte, vol. XV, núm. 58, 2019, pp. 368-382
Editorial Ramón Cantó Alcaraz
España

DOI: <https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05805>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71065391005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

<https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05805>

Comparación de tres métodos de cuantificación de la carga de entrenamiento en baloncesto **Comparison of three methods of quantifying the training load in basketball**

María Reina, David Mancha-Triguero, David García-Santos, Javier García-Rubio, Sergio J. Ibáñez

Universidad de Extremadura. España

Resumen

Para una correcta planificación del entrenamiento, es necesario saber cómo se distribuyen los esfuerzos a lo largo de la semana y, por consiguiente, evaluar la carga soportada por los jugadores. Con este cometido, el uso de dispositivos inteligentes para el control de la carga del entrenamiento se encuentra en auge. Al ser un método costoso, es importante prestarle atención a medidas que supongan un menor coste. El objetivo de este estudio fue, en primer lugar, cuantificar la carga de entrenamiento a través de tres tipos de instrumentos. Las tareas fueron analizadas por dispositivos inerciales, bandas de frecuencia cardíaca y una hoja de registro de entrenamiento. En segundo lugar, establecer si existe una relación directa entre las mediciones utilizadas. Por tanto, el diseño del presente estudio se encuadra dentro de la investigación correlacional. Se analizó el entrenamiento de un equipo de baloncesto femenino de forma ecológica, sin intervenir en las sesiones, recogiendo un total de 120 tareas. Los resultados obtenidos afirman que existe una correlación estadísticamente significativa entre los tres tipos de medición de carga durante las mismas tareas de entrenamiento, principalmente entre la carga establecida por los dispositivos inerciales y la hoja de registro empleada ($r = ,897$; $r^2 = ,804$). La evaluación de la carga de entrenamiento no discrepa según la medida de recogida de información empleada. Usando una hoja de registro, la cual no implica ningún coste, se informa acerca de la carga real soportada por los jugadores durante el entrenamiento.

Palabras clave: Entrenamiento; Carga; Monitorización; Tareas.

Abstract

For proper training planning, it is necessary to know how the efforts are distributed throughout the week and, therefore, to evaluate the load support by the athletes. With this mission, the use of intelligent devices to control the training load is booming. As it is a costly method, it is important to pay attention to measures that involve a lower cost. The objective of this study was, first, to quantify the training load through the types of instruments, in order to establish relationships between them. The tasks were analyzed by inertial devices, heart rate bands and a training record sheet. Second, establish whether there is a direct relationship between the measurements used. Thus, the design of the present study fits into correlational research. The training of a women's basketball team was analyzed ecologically, without intervening in the sessions, collecting a total of 120 tasks. The obtained results affirm that there is a statistically significant correlation between the three types of load measurement during the same training tasks, mainly between the load established by the inertial devices and the record sheet used ($r = ,897$; $r^2 = ,804$). The evaluation of the training load did not differ according to the measure of collection of information used. Using a record sheet, which does not imply any cost, it is informed about the real load supported by the athletes during the training.

Key words: Training; Load; Monitoring; Tasks.

Correspondencia/correspondence: María Reina
Universidad de Extremadura. España
Email: mreinarom@unex.es

Introducción

La cuantificación de la carga de entrenamiento es una herramienta muy utilizada por preparadores físicos y entrenadores para la optimización del rendimiento deportivo, pues permite definir objetivos y controlar la evolución de los jugadores (Hernández, Casamichana, y Sánchez-Sánchez, 2017). Pese a que la monitorización del entrenamiento está cada vez más extendida (Halsón, 2014), existe un escaso conocimiento del efecto provocado por las tareas técnico-tácticas programadas durante la semana de entrenamiento (Vargas, Urkiza, y Gil, 2015).

Un adecuado control de las cargas de entrenamiento permite trabajar con referencias objetivas y, por consiguiente, modular la carga y mejorar el rendimiento en función de las diferentes tareas que se apliquen (Halsón, 2014). Por lo tanto, un buen ajuste de la carga de trabajo debería garantizar la consecución de los objetivos planteados por el equipo técnico (Salado, Bazaco, Ortega-Toro, y Gómez-Ruano, 2011). Para ello, es necesario una evaluación diaria de las sesiones técnico-tácticas de entrenamiento.

La cuantificación de la carga se realiza teniendo en cuenta dos indicadores principales: la carga interna (respuesta fisiológica del jugador) y la carga externa (el trabajo que realiza el jugador). Investigaciones previas han informado sobre el análisis de la carga principalmente a través de carga interna en deportes de equipo, por medio de la Frecuencia Cardíaca (FC) (Matthew, y Delextrat, 2009). Actualmente, la cuantificación de la carga externa a través de acelerómetros y dispositivos inerciales integrados con múltiples sensores, como GPS está ganando interés en los deportes colectivos siendo además una medida con mayor aplicación práctica y transferencia al entrenamiento (McLaren, y col., 2018).

Por un lado, el uso de la FC ha sido cuestionado con el tiempo, debido a las fluctuaciones del ritmo circadiano y al efecto retardado de la medida en esfuerzos intermitentes, que limita el control inmediato de la carga (Schneider, y col., 2018). Por otro lado, la aplicación de una misma carga externa en dos jugadores puede producir notables diferencias en cuanto a carga interna, pudiendo ser un estímulo apropiado para uno e inapropiado para el otro (Gabbett, 2016). Por ello, extraer la relación entre carga externa e interna de forma individualizada facilita dicho proceso (Scott, Lockie, Knight, Clark, y Janse de Jonge, 2013).

La carga interna cuantifica las exigencias provocadas por el entrenamiento en el jugador, siendo individual y específica para cada uno de ellos. El uso de la FC como medida de control de carga para determinar la intensidad del ejercicio está bastante definida y arraigada en el mundo del entrenamiento (Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Bordon, y Manzi, 2011). Esta técnica, se encuentra muy desarrollada, con numerosos estudios de validación y universalmente aceptada, siendo utilizada habitualmente para establecer la carga del entrenamiento. Su utilidad se basa, por una parte, en su sencilla utilización al no ser un procedimiento invasivo y, por otra, en el hecho de que presenta una estrecha relación con la intensidad del esfuerzo.

Como medida alternativa a la utilización de la FC, uno de los métodos más empleados en el deporte, por su gran fiabilidad son las escalas de Percepción Subjetiva del Esfuerzo (PSE), cuestionarios retrospectivos, diarios u observación directa (Mujika, 2006). La más usada en el ámbito deportivo es la Ratings of Perceived Exertion (RPE) o PSE propuesta por Borg (1975). Es de vital importancia educar al jugador en el uso de este tipo de escalas pudiendo evaluar el esfuerzo incluso de forma más fiable que la FC.

La carga externa cuantifica la carga soportada por los jugadores, aquella que provoca una tarea de entrenamiento para todos los jugadores por igual. Para su análisis, ha sido comúnmente utilizado el *Time-Motion Analysis*, principalmente en competición (Bishop y Wright, 2006; Hulka, Cuberek, y Svoboda, 2014; Scanlan, Dascombe, Reaburn, y Dalbo, 2012), aunque ha dado lugar a resultados no concluyentes en el estudio del baloncesto pues los resultados han variado según las investigaciones (Abdelkrim, El Fazaa, y El Ati, 2007; Scanlan, Dascombe, y Reaburn, 2011). Por ello, son cada vez más utilizados los sistemas de posicionamiento global (GPS) en deportes outdoor, sobre todo en fútbol, para evaluar la carga a la que se someten los jugadores durante el entrenamiento (Delextrat, y col., 2015).

En el caso de deportes indoor, como es el caso del baloncesto, el seguimiento de las medidas de carga externa derivadas de los acelerómetros triaxiales se considera una herramienta viable (Arruda y col., 2015; Boyd, Ball, y Aughey, 2011; Montgomery, Pyne, y Minahan, 2010). Montgomery, y col. (2010) utilizan la tecnología de acelerometría triaxial para determinar la carga externa en jugadores de baloncesto durante el entrenamiento y la competición deportiva. Entre las medidas derivadas del acelerómetro, la más utilizada es la denominada PlayerLoad (*PL*), es la suma vectorial de las aceleraciones en sus 3 ejes (vertical, anteroposterior y lateral) que proporciona un dispositivo inercial y es usada para evaluar la carga neuromuscular en atletas (Barreira, y col., 2017).

Desde un punto de vista práctico, el uso de esta tecnología en las competiciones oficiales puede permitir un control más preciso del jugador en vista a la carga que implica un partido, sirviendo de referencia para la prescripción de entrenamiento además de permitir a entrenadores y científicos a identificar la fatiga (Barrett, y col., 2016).

Gracias al desarrollo de estos dispositivos portátiles con sensores inteligentes se han proporcionado nuevas vías de investigación en las ciencias del deporte, incluyendo la investigación de las demandas en deportes de equipo durante el entrenamiento mediante el análisis de la carga externa e interna de manera objetiva y fiable (Reina, García-Rubio, Feu, y Ibáñez, 2019). Sin embargo, estos sistemas no están al alcance de todos, debido principalmente, a su alto coste económico. La falta de medios económicos y humanos de muchos equipos no profesionales o de formación dificulta este trabajo y, por ese mismo motivo, abarcar esta problemática desde la perspectiva de un equipo sin medios económicos resulta interesante (López, 2017). Para solventar dicha limitación y poder cuantificar sesiones de entrenamiento completas o diferentes situaciones dentro del mismo se utilizan diversos métodos subjetivos para analizar la carga a la que se someten los jugadores.

Ibáñez, Feu, y Cañadas (2016), proponen cuantificar el entrenamiento mediante la observación directa llevada a cabo por el entrenador durante la propia sesión de entrenamiento, planteando un sistema metodológico para registrar y posteriormente analizar diferentes factores que inciden en el proceso de entrenamiento deportivo y así, conocer como ha sido. Para ello, elaboran una hoja de observación conocida como *Sistema Integral de Análisis de Tareas de Entrenamiento (SIATE)*, dónde categorizan las tareas de entrenamiento en función de variables pedagógicas, de carga externa y organizativas como por ejemplo la situación de juego, fase de juego, contenido, espacio de juego, grado de oposición, participación, número de ejecutantes simultáneos, etc.

Analizada la literatura y el instrumental del que disponen los entrenadores para poder controlar y monitorizar el entrenamiento, el principal objetivo de esta investigación fue cuantificar la carga de entrenamiento mediante tres métodos de medición con el fin de establecer correlaciones entre ellos. Estos métodos fueron: dispositivos inerciales (WIMU™) para el análisis de la carga externa; bandas de FC (GARMIN™) para el análisis de la carga interna; una hoja de registro de entrenamiento (*SIATE*) para el análisis de la carga subjetiva de la tarea (Figura 1). Se abarca de esta forma la problemática provocada por los medios económicos disponibles.



Figura 1. Métodos de medición tareas de entrenamiento.

Se hipotetiza que, un sistema de análisis y cuantificación de la carga externa de tareas de bajo coste como el *SIATE* correctamente diseñado, podría tener una relación directa con los valores de carga externa e interna disponibles a través de sistemas inerciales de monitorización de la actividad deportiva y bandas de FC. Por tanto, estos valores de carga a priori subjetiva provenientes de una herramienta como el *SIATE* podrían ser utilizados de forma fiable en el entrenamiento.

Método

El diseño del presente estudio se encuadra dentro de la investigación correlacional, dónde se estudian las relaciones entre variables con el objetivo de predecir una variable categórica (Thomas y Nelson, 2018). No existe manipulación de variables ni administración de tratamiento experimental. Se propuso la recogida de diferentes variables de control de carga en las mismas tareas de entrenamiento con el fin de determinar la existencia de algún tipo de relación entre ellas.

Participantes

Para el análisis del entrenamiento se estableció un período de tres meses y medio de toma de datos, coincidiendo con el segundo mesociclo competitivo de un equipo español senior femenino (>18 años). Durante este periodo se llevaron a cabo 22 sesiones de entrenamiento, dónde se realizaron 120 tareas. Todas las jugadoras y entrenadores fueron informados sobre el protocolo de investigación, requisitos, beneficios y riesgos, y se obtuvo su consentimiento por escrito antes del inicio del estudio, que fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Extremadura (nº 67/2017).

Variables

Las variables de carga son aquellas que permiten al entrenador disponer de una cuantificación de las demandas que el entrenamiento provoca a través de las tareas en los jugadores y, por extensión, en la sesión de entrenamiento.

Carga subjetiva Externa (CSE). Se registran seis variables primarias definidas por Ibáñez, y col. (2016) en el *SIATE*: Grado de Oposición, Densidad de la Tarea, Porcentaje de Ejecutantes Simultáneos, Carga Competitiva, Espacio de Juego e Implicación Cognitiva. Todas las variables se categorizan en cinco niveles, ordenados de menor a mayor carga. Los valores van desde 1 (carga mínima) a 5 (carga máxima). Con la suma de las categorías de las seis variables primarias se calcula la carga total de la tarea, que va de 6 (carga mínima) a 30 (carga máxima).

- **Grado de Oposición:** Refleja la carga que supone la tarea para los jugadores en función del número de oponentes. Las cinco categorías en orden progresivo, de menor a mayor carga, son: (1) Trabajo sin oposición (1x0, 2x0,... 5x0); (2) Trabajo con superioridad numérica de 3 o más jugadores (4x1, 5x2, 6x3...); (3) Trabajo de superioridad numérica de 2 jugadores (3x1, 4x2, 5x3, 6x4...); (4) Trabajo en situaciones de juego con superioridad de 1 jugadores a (2x1, 3x2, 4x3, 5x4, 6x5...); (5) Situaciones de juego de igualdad numérica (1x1, 2x2, 3x3, 4x4, 5x5, 6x6...).
- **Densidad de la Tarea:** Indica la intensidad con la que se desarrolla la tarea mediante una escala categórica. Las cinco categorías en orden progresivo, de menor a mayor carga, son (1) Actividad que se realiza andando o trote suave; (2) Actividad que se realiza a ritmo suave, continuo; (3) Actividad que se realiza con Intensidad, pero con periodos de Descanso. Relación entre trabajo/recuperación de 1/2 y 1/4; (4) Actividad que se realiza con intensidad, pero sin periodos de Descanso. Relación entre trabajo/recuperación de 1/1; (5) Actividad que se realiza a Alta Intensidad, sin periodos de Descanso. Relación entre trabajo/recuperación de 1/0, 2/1.
- **Porcentaje de Ejecutantes Simultáneos:** Indica el nivel de participación de los jugadores durante la tarea. Las categorías de esta variable son (1) Inferior al 20%; (2) 21-40%; (3) 41-60%; (4) 61-80%; (5) Superior al 81%.
- **Carga Competitiva:** Hace referencia a la carga emotiva, psicológica, que soporta un jugador cuando realiza una actividad con la presión por la consecución de un resultado. Los rangos definidos para esta variable, de forma progresiva son (1) Actividad en la que no se compite; (2) Actividades o Concursos con valoración de gestos de Técnica; (3) Actividades con oposición sin contabilizar; (4) Actividades de oposición reducida contabilizando el resultado; (5) Partidos en todas sus variantes siempre que haya resultado y con el equipo completo.
- **Espacio de Juego:** Es el lugar que los jugadores utilizan para realizar las tareas propuestas. Su amplitud determinará la carga de la tarea al demandar que el jugador se desplace por un mayor o menor espacio. Las categorías definidas para esta variable son (1) Tiros Libre, actividades estáticas; (2) Actividades en las que se emplea un cuarto de campo; (3) Actividades en las que se emplea medio campo; (4) Actividades en las que se emplea todo el terreno de juego; (5) Actividades en las que se emplea todo el terreno de juego con continuidad.
- **Implicación Cognitiva:** Hace referencia a la carga táctica. Los cinco rangos de esta categoría son los siguientes (1) Actividades sin relación con compañeros, con intervención individual; (2) Actividades con relación con un compañero y/o adversario. Con

intervención de 2 jugadores de la misma fase de juego (1x1, 2x0, 2x1, 2x2); (3) Actividades con relación con 2 compañeros y/o adversarios. Con intervención de 3 jugadores de la misma fase de juego (3x0, 3x1, 3x2, 3x3); (4) Actividades con relación con 3 o más compañeros y/o adversarios. Con intervención de 4 o más jugadores de la misma fase de juego (4x0, 4x1, 4x2, 4x3, 4x4); (5) Actividades con relación con todo el equipo de compañero y/o adversarios. Con intervención de todos los jugadores de la misma fase de juego (5x0, 5x1...).

A partir de la relación entre las categorías se calcula:

- Carga de total de la tarea: se obtiene sumando el valor asignado a cada una de las seis variables anteriores (1 a 5 puntos). Su valor es una escala de razón, que tiene un rango desde 6 a 30 Unidades de Carga.
- Carga ponderada por el tiempo de la tarea: se calcula multiplicando la Carga total de la tarea por el tiempo útil de la tarea en minutos, mostrando con mayor precisión la carga real de la tarea. Este valor es el que se utilizará en el análisis de datos.

Carga Externa Objetiva, *PlayerLoad* (PL). Se calcula a partir de la suma vectorial de las aceleraciones realizadas en sus 3 ejes (vertical, anteroposterior y lateral) que proporciona el dispositivo inercial obteniendo un valor numérico de carga neuromuscular para cada jugador (Cormack y col., 2013).

Carga Interna Objetiva, % *Frecuencia Cardíaca Máxima* (%FCM). Es el porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima a la que está trabajando cada jugador. Los porcentajes se dividen en diferentes zonas de trabajo (Z1: 50-60%, Z2: 60-70%, Z3: 70-80%, Z4: 80-90%, Z5: 90-95%, Z6: >95%) (Vaquera, y col., 2017) sabiendo que trabajar a un 50%FCM es una labor de recuperación mientras que a un 90%FCM es un trabajo de alta intensidad.

Para finalizar, se utilizó como covariable la situación de juego de las tareas de entrenamiento. Por lo que las tareas de entrenamiento se agruparon en: tareas sin oposición (SO), con desigualdad numérica (DN), *Small Sided Games* (SSG) y *Full Game* (FG).

Instrumentos

Para el trabajo de campo y la recogida de información de las tareas de entrenamiento se registran en el Sistema Integral para el Análisis de las Tareas de Entrenamiento, *SIATE* (Ibáñez, y col., 2016) aquellas categorías pertenecientes a la carga del entrenamiento. Se utilizó el programa informático Microsoft Excel. Para la recogida de las variables objetivas de carga interna (%FCM) y externa (PL) cada jugadora fue equipada con una banda de Frecuencia Cardíaca GarminTM y con un sistema de registro y monitorización de la actividad física y el movimiento en tiempo real (WimuTM). El software que se empleó para estos análisis fue SProTM. Tanto el dispositivo inercial como los softwares informáticos proceden del mismo paquete de RealTrack Systems (Almería, España). El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa informático SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY:IBM Corp.)

Procedimiento

El análisis se realizó sobre las distintas tareas de entrenamiento. Todas las sesiones se iniciaron con 15 minutos estandarizados de calentamiento basados en ejercicios de estiramiento dinámico, reactividad y carrera, los cuales fueron excluidos del análisis. Las jugadoras tenían permitido consumir agua durante los períodos de recuperación, que solían ser 2 por cada sesión de entrenamiento. Todas sesiones de entrenamiento fueron diseñadas, dirigidas y supervisadas por el cuerpo técnico del equipo. Las sesiones de entrenamiento se basaron principalmente en ejercicios de tiro en competición, *Small Sided Games* (SSG)

(Situaciones de 2x2, 3x3 y 4x4), tareas en superioridad o inferioridad numérica y Full Game (FG) (Situaciones de 5x5).

Análisis de datos

En primer lugar, se ha llevado a cabo un análisis exploratorio mediante las pruebas de asunción de criterios. Se han realizado las pruebas de contraste del supuesto de Normalidad (*Prueba de Kolmogorov-Smirnov*), de contraste del supuesto de Aleatorización (*Prueba de Rachas*) y de contraste del supuesto de Homocedasticidad (*Prueba de Levene*) para establecer el modelo de contrastación de la hipótesis adecuado (Field, 2009). En este caso el valor de nivel crítico es mayor que el nivel de significación establecido ($p < .05$) (Pardo & Ruiz, 2002) para rechazar la H_0 de normalidad de la muestra. Los niveles de significación obtenidos en cada una de las pruebas del análisis exploratorio realizado indican que las variables estudiadas cumplen de forma conjunta los supuestos por lo que el modelo de contraste de la hipótesis fue paramétrico.

En segundo lugar, se ha realizado un análisis descriptivo con medias y desviación típica sobre las tareas de entrenamiento para observar la carga según las diferentes medidas. Finalmente, el análisis estadístico utilizado para establecer el grado de acuerdo entre ambos indicadores de carga, *CSE* y *PL*, se construyó a partir de análisis de correlación (*r de Pearson*), regresión (r^2) y Bland Almand Plot. La *r de Pearson*, indica que la relación existente entre las variables es directa mientras que la r^2 establece en que porcentaje una variable puede explicar a otra.

Bland y Altman (2010) introdujeron el gráfico de Bland-Altman (B & A) para describir la concordancia entre dos mediciones cuantitativas. Establecieron un método para cuantificar el acuerdo entre dos mediciones cuantitativas mediante la construcción de límites de acuerdo. El gráfico resultante es un diagrama de dispersión XY, en el que el eje Y muestra la diferencia entre las dos medidas emparejadas (A-B) y el eje X representa el promedio de estas medidas $((A + B) / 2)$. En otras palabras, la diferencia de las dos medidas emparejadas se traza frente a la media de las dos mediciones. Se recomienda que el 95% de los puntos de datos estén dentro de $\pm 2sd$ de la diferencia de medias.

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los resultados referidos al análisis descriptivo medio de las variables durante las sesiones de entrenamiento analizadas.

Del mismo modo, en la Tabla 2, se encuentra el análisis descriptivo de las tres variables de carga analizadas según el tipo de tarea utilizada. Se observa así qué tipo de tarea genera más carga y, con los valores mínimos y máximos de cada variable de carga se puede generar un intervalo para conocer si la carga es alta, media o baja.

Tabla 1. Resultados Descriptivos de la carga Tareas de Entrenamiento

	N	Mínimo	Máximo	Media	SD
%FCM	120	55,67	85,60	70,78	5,48
PL	120	0,61	46,75	12,88	7,91
CSE	120	12,00	1.460,66	277,36	263,67

Tabla 2. Resultados Descriptivos de la carga según el tipo de tarea de entrenamiento

Variables		N	Mínimo	Máximo	Media	SD
%FCM	SO	41	55,67	78,20	67,32	5,73
	SSG	27	65,55	80,80	72,48	4,31
	FG	45	63,08	85,60	73,01	4,33
	DN	7	64,37	77,50	70,14	5,08
PL	SO	41	0,61	19,19	8,21	4,65
	SSG	27	6,57	21,85	13,06	3,99
	FG	45	1,27	46,75	17,01	10,03
	DN	7	9,42	18,75	13,01	3,76
CSE	SO	41	12	184,26	84,20	37,98
	SSG	27	113,75	509,25	257,57	97,64
	FG	45	94,00	1.460,66	474,31	323,45
	DN	7	118,33	345,66	218,89	95,14

Se puede observar como en las tres variables de carga, tanto objetiva como subjetivamente, las tareas de entrenamiento que implican la situación más real de juego (*FG*) obtienen el mayor valor de carga. A su vez, las situaciones sin oposición obtienen los valores más bajos. Por tanto, a priori, se encuentran relaciones entre las medidas de las variables de carga, clasificando la carga de tareas de la misma manera.

Se establece, para el mismo periodo de entrenamiento de baloncesto femenino unos valores medios de 70,78% FCM_{máx}, 277,36 puntos de carga subjetiva y 12,88 unidades de carga *PlayerLoad*. Con estos tres métodos de medición se está valorando la misma carga de entrenamiento, pero los valores que proporciona cada medida son diferentes. No obstante, de forma descriptiva (Figura 2) su variabilidad en la práctica es similar, por lo que se considera de gran importancia establecer correlación entre los métodos.

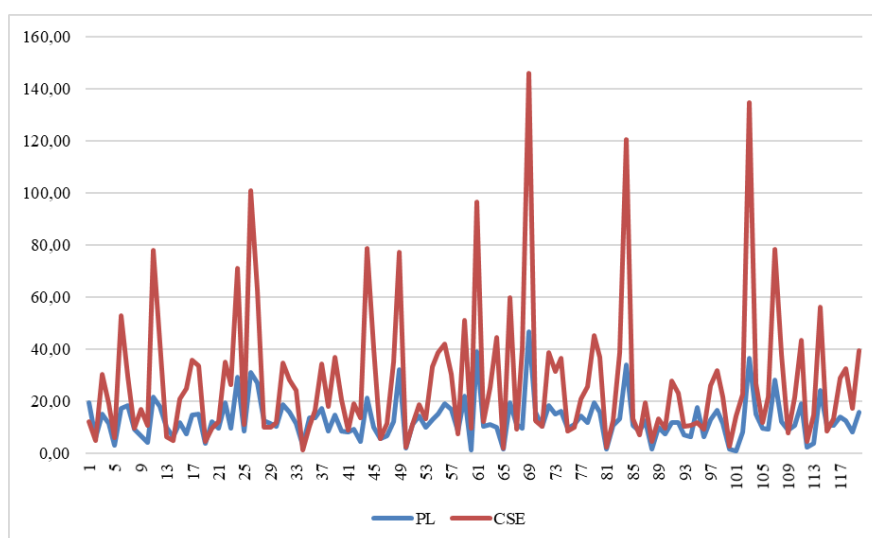


Figura 2. Valores de *PL* y *CSE* por tarea de entrenamiento.

Se empleó un análisis correlacional para comprobar si la medida obtenida con la carga subjetiva de la tarea es equivalente a las medidas obtenidas a través de instrumentos objetivos, tales como la variable *PlayerLoad* y el % FCMáx. Los resultados se encuentran recogidos en una matriz triangular de correlaciones (Tabla 3).

Tabla 3. Correlaciones entre las variables de Carga

	<i>PL</i>		%FCM					
			95% IC				95% IC	
	<i>r Pearson</i>	<i>p</i>	I	S	<i>r Pearson</i>	<i>p</i>	I	S
<i>CSE</i>	,897	,000*	,830	,936	,466	,000*	,350	,582
<i>PL</i>					,407	,000*	,315	,514

p<.05*

Como se observa en la Tabla 3, la variable de medición de carga subjetiva *CSE* mantiene una correlación estadísticamente significativa con las variables de carga objetiva *PL* Y %FCM (*p*<.05). El coeficiente de correlación mostró una asociación casi perfecta entre instrumentos. Por último, se encuentra que todos los valores de *r* de Pearson están entre los intervalos de confianza al 95%.

En la regresión (Figura 2), la r^2 confirma que la variable de carga externa, es explicada al 80% por la variable de carga subjetiva, además de que el valor de D-W es cercano a 2, validando la fiabilidad de los datos y su colinealidad (Field, 2009).

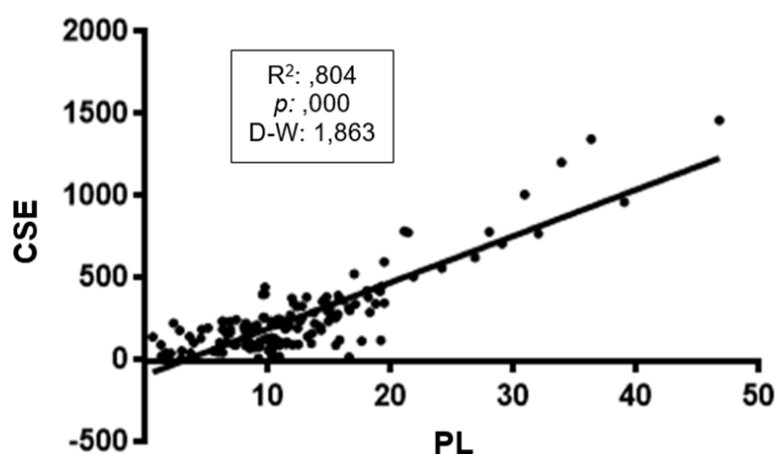


Figura 3. Explicación de la variable *CSE* y *PL*

Con el análisis de Bland Almand (Figura 4) se midió el sesgo sistemático (error aleatorio) lo que confiere una fiabilidad absoluta. Los datos presentados en la gráfica de Bland Almand muestra que la mayoría de los valores (>95%) están cerca de la media de las diferencias entre instrumentos, respetando así un alto nivel de acuerdo. El gráfico de Bland Almand revela un sesgo sistemático promedio de -264,5 entre los datos de carga objetiva y subjetiva. El sesgo sistemático varió entre -764,4 y 238,4 lo que implica un alto grado de acuerdo entre las mediciones.

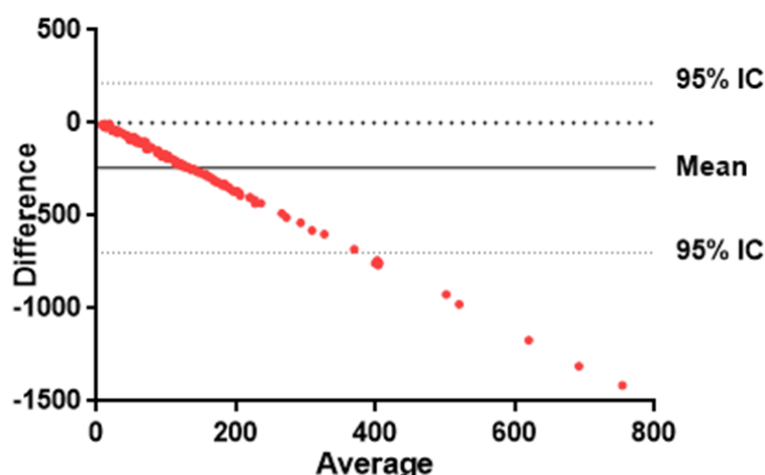


Figura 4. Bland Almand Plot. Las líneas discontinuas cortas representan los límites superior e inferior del 95% del acuerdo, mientras que la línea continua representa el sesgo. La línea discontinua larga representa la correlación entre las diferencias y valores promedio.

Discusión

El objetivo general de la investigación fue cuantificar la carga de tareas de entrenamiento en baloncesto a partir de diferentes sistemas de medición con el fin de establecer relaciones entre ellas. Considerando, la necesidad de objetivar la carga procedente de medidas subjetivas debido a que no todos los equipos pueden permitirse el uso de la tecnología más actualizada. Los resultados obtenidos afirman que existe acuerdo entre los distintos tipos de medición de carga durante las sesiones de entrenamiento y, por consiguiente, ofrece la posibilidad del control de la carga de entrenamiento independientemente de los medios económicos.

El análisis de la carga del movimiento y del ritmo cardíaco son métodos tradicionales utilizados para evaluar y entender las demandas físicas y fisiológicas en deportes de equipo. Se ha demostrado, que su combinación se puede utilizar para diferenciar las exigencias físicas y fisiológicas durante el entrenamiento y la competición en baloncesto (Montgomery y col., 2010). Aun así, la diversidad de técnicas de recogida de datos empleadas da lugar a que no exista homogeneidad en los registros, por lo que es difícil de comparar (Paulis y Gómez, 2014). Debido a esto, se propone en esta investigación el estudio de correlación, regresión y Bland Almand Plot de diferentes medidas de cargas, con el objetivo de homogeneizar los datos.

En el caso de la utilización de escalas subjetivas como la PSE, multitud de investigaciones han establecido una correlación alta con medidas de FC, proponiendo el uso de la PSE como medio para controlar la intensidad del entrenamiento en ausencia de otro tipo de recursos (Borresen y Lambert, 2008, 2009; Fanchini, Azzalin, Castagna, Schena, y Impellizzeri, 2011; Seiler y Kjerland, 2006). Seiler y Kjerland (2006) realizaron un estudio en atletas jóvenes con una alta correlación en el que la PSE explicaba un 92% de la respuesta obtenida por la FC en sus diferentes zonas de intensidad. Por su parte, Alexiou, y Coutts, 2008, estudiaron la correlación existente entre la PSE y la FC obteniendo una correlación positiva en las tres zonas. Estos autores usaron además otros medios de control de intensidad como el impulso de entrenamiento o training impulse (TRIMP), la distribución de cargas y la cuantificación por medio de los valores de lactato. En este caso, se habla de un método observacional y un método objetivo para la evaluación de la carga como ha sido en el caso de este estudio. En esta investigación, como herramienta subjetiva para el análisis de la carga en el entrenamiento deportivo se utiliza el *SIATE* (Ibáñez y col., 2016) dónde también se encuentra correlación

con el %FCM. Esta medida de control de carga, ya ha sido utilizada por otros autores para entender como ha sido el entrenamiento y desarrollar planificaciones futuras (García-Ceberino, Gamero-Portillo, González-Espinosa, García-Rubio, y Feu, 2018; Mancha, García-Ceberino, y Antunez, 2018). Por el contrario, Williams, y Owen (2007), en las tareas diseñadas en sus entrenamientos con futbolistas, no encontraron esa correlación, lo que restaba valor a la PSE, sobre todo en situaciones de entrenamiento donde el número de jugadores se iba reduciendo.

En este sentido aparecen los dispositivos inerciales como medidores de carga externa objetiva de manera objetiva e individualizada para cada jugador. Estos métodos dependen de los recursos económicos y materiales con los que cuente el cuerpo técnico, pero está demostrado su alto grado de fiabilidad para establecer cargas de entrenamiento y competición, permitiendo a entrenadores identificar la fatiga (Barrett y col., 2016). La variable utilizada en este estudio, PlayerLoad ya se ha utilizado para evaluar la carga neuromuscular en diferentes atletas para lograr una imagen más integrada y ecológica de las cargas de entrenamiento (Barreira y col., 2017), pues se trata de una de las variables más predictivas del rendimiento (Schelling y Torres, 2016). Conseguir correlacionar esta variable con la variable de carga subjetiva externa demuestra fiabilidad en la recogida de datos con la hoja de observación.

Las diferentes herramientas de observación como la muy estudiada PSE o el sistema de registro de tareas que se emplea en esta investigación, SIATE, pueden ser utilizados como medidores de carga externa subjetiva (Calahorra, Torres-Luque, y Lara-Sánchez, 2014) pero, aún, no se había demostrado su concordancia con mediciones de carga externa obtenidos a partir de dispositivos inerciales. El presente estudio confirma la utilidad del método de análisis de tareas, SIATE, como un medidor para conocer la carga externa de los jugadores. Se obtuvo una CSE media en entrenamiento de 277,36 puntos y, en el caso del análisis objetivo con dispositivos inerciales se encuentra que el valor de carga PlayerLoad con una media de 12,88 unidades de carga. Los valores de referencia son diferentes, pero se encontraron fluctuaciones similares a lo largo de las sesiones en dichos valores (Figura 1), lo que indica que los valores aumentan o disminuyen a lo largo de la sesión de igual forma.

Como resultado de los análisis estadísticos realizados, se identifica que los tres tipos de medición de carga durante las sesiones de entrenamiento se correlacionan de forma estadísticamente significativa entre ellos y, sobre la base de los coeficientes analizados y los intervalos de confianza se establece una correlación alta. Se confirma, por tanto, la hipótesis inicial elaborada antes del análisis. Los resultados indican que la evaluación de la carga de entrenamiento no discrepa según la medida de recogida de información empleada. Sobre la base a los datos obtenidos en esta investigación, se entiende necesaria la monitorización de la carga en cada ejercicio ya sea de forma objetiva o subjetiva. Conseguimos así, tener un feedback parcial durante las sesiones. De esta forma se consigue que los jugadores cumplan con los objetivos establecidos para cada tarea.

Conclusiones

Se ha caracterizado la carga a través de tres métodos diferenciados, a través del método observacional (*SIATE*), análisis de la Frecuencia Cardíaca y, por último, mediante el análisis de la acelerometría triaxial (*PlayerLoad*). En este estudio, se ha encontrado una correlación directa entre la carga obtenida mediante observación subjetiva de las tareas de entrenamiento con los datos objetivos que proporcionan los sistemas objetivos de cuantificación de carga interna y externa. Además, existe relación entre los sistemas objetivos. Interno y externo, de cuantificación de carga. El uso del sistema de registro de tareas (*SIATE*), el cual no implica ningún coste, nos informa acerca de la carga que soportan los jugadores en la tarea de entrenamiento del mismo modo que un costoso instrumental de medición. Se confirma la validez y la confiabilidad de los métodos empleados, pudiendo utilizarse como métodos íntegros para la monitorización de la carga de entrenamiento.

Referencias

- Abdelkrim, N.; El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69–75; discussion 75.
<https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.032318>
- Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320–330.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.3.3.320>
- Arruda, A.; Carling, C.; Zanetti, V.; Aoki, M. S.; Coutts, A. J., & Moreira, A. (2015). Effects of a Very Congested Match Schedule on Body-Load Impacts, Accelerations, and Running Measures in Youth Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 248–252.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0148>
- Barreira, P.; Robinson, M. A.; Drust, B.; Nedergaard, N.; Raja Azidin, R. M. F., & Vanrenterghem, J. (2017). Mechanical Player LoadTM using trunk-mounted accelerometry in football: Is it a reliable, task- and player-specific observation? *Journal of Sports Sciences*, 35(17), 1674–1681.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1229015>
- Barrett, S.; Midgley, A. W.; Towson, C.; Garrett, A.; Portas, M., & Lovell, R. (2016). Within-Match PlayerLoadTM Patterns during a Simulated Soccer Match: Potential Implications for Unit Positioning and Fatigue Management. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 135–140.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0582>
- Bishop, D. C., & Wright, C. (2006). A time-motion analysis of professional basketball to determine the relationship between three activity profiles: high, medium and low intensity and the length of the time spent on court. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 130–139.
- Bland, J., & Altman, D. (2010). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *International Journal of Nursing Studies*, 47(8), 931–936.
- Borg, G. (1975). Simple rating for estimation of perceived exertion. *Physical Work and Effort*, 39–76.
- Borresen, J., & Ian Lambert, M. (2009). The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
<https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>

- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 16–30.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.3.1.16>
- Boyd, L. J.; Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The Reliability of MinimaxX Accelerometers for Measuring Physical Activity in Australian Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 311–321.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.6.3.311>
- Calahorra, F.; Torres-Luque, G., & Lara-Sánchez, A. (2014). La percepción subjetiva de esfuerzo como herramienta válida para la monitorización de la intensidad del esfuerzo en competición de jóvenes futbolistas. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 14(1), 75–82.
- Castagna, C.; Impellizzeri, F. M.; Chaouachi, A.; Bordon, C., & Manzi, V. (2011). Effect of Training Intensity Distribution on Aerobic Fitness Variables in Elite Soccer Players: A Case Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 66–71.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fef3d3>
- Cormack, S. J.; Mooney, M. G.; Morgan, W., & McGuigan, M. R. (2013). Influence of Neuromuscular Fatigue on Accelerometer Load in Elite Australian Football Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(4), 373–378.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.8.4.373>
- Delextrat, A.; Badiella, A.; Saavedra, V.; Matthew, D.; Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2015). Match activity demands of elite Spanish female basketball players by playing position. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 687–703.
- Fanchini, M.; Azzalin, A.; Castagna, C.; Schena, F., & Impellizzeri, F. (2011). Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 453–458.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using Spss* (Vol. 3). SAGE Publications Ltd 1 Oliver's Yard 55 City Road London EC1Y 1SP.
- 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.
<https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-095788>
- García-Ceberino, J.; Gamero-Portillo, M.; González-Espinosa, S.; García-Rubio, J., & Feu, S. (2018). Estudio de la carga externa de las tareas para la enseñanza del balonmano en función del género de los profesores en formación. *E-Balonmano.com; Revista de Ciencias Del Deporte*.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139–147.
- Hernández, D.; Casamichana, D., & Sánchez-Sánchez, J. (2017). La cuantificación de la carga de entrenamiento como estrategia básica de prevención de lesiones. *Revista de Preparación Física En El Fútbol*, 24(2), 33–39.
- Hulka, K.; Cuberek, R., & Svoboda, Z. (2014). Time–motion analysis of basketball players: a reliability assessment of Video Manual Motion Tracker 1.0 software. *Journal of Sports Sciences*, 32(1), 53–59.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2013.805237>
- Ibáñez, S. J.; Feu, S., & Cañadas, M. (2016). Sistema integral para el análisis de las tareas de entrenamiento, SIATE, en deportes de invasión. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias Del Deporte*, 12(1), 3–30.

- López, A. T. (2017). Propuesta de control de la carga de entrenamiento y la fatiga en equipos sin medios económicos. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (417), 55-69.
- Mancha, D.; García-Ceberino, J., & Antunez, A. (2018). ¿ Afecta la fase de juego al diseño de las tareas de un equipo de baloncesto de formación? *Sport TK: Revista Euroamericana de Ciencias Del Deporte*, 7(2), 27-36.
- Matthew, D., & Delestrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 27(8), 813-821.
<https://doi.org/10.1080/02640410902926420>
- McLaren, S. J.; Macpherson, T. W.; Coutts, A. J.; Hurst, C.; Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641-658.
<https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>
- Montgomery, P.; Pyne, D., & Minahan, C. (2010). The Physical and Physiological Demands of Basketball Training and Competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75-86.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.5.1.75>
- Mujika, I. (2006). Métodos de cuantificación de las cargas de entrenamiento y competición. *La Revista de La Actividad Física y El Deporte*, 10, 2-10.
- Pardo, A., & Ruiz, M. Á. (2002). *SPSS 11: Guía para el análisis de datos*. Mc Graw Hill.
- Paulis, J., & Gómez, D. (2014). Alternativas en la monitorización de las demandas físicas en fútbol: pasado, presente y futuro. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 404, 41-58.
- Reina, M., García-Rubio, J., Feu, S., & Ibáñez, S. J. (2018). Training and Competition Load Monitoring and Analysis of Women's Amateur Basketball by Playing Position: Approach Study. *Frontiers in Psychology*, 9.
<http://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02689>
- Salado, J.; Bazaco, M. J.; Ortega-Toro, E., & Gómez-Ruano, M. Á. (2011). Opinión de los entrenadores sobre distribución de contenidos técnico-tácticos y pedagógicos en distintas categorías de baloncesto de formación. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 11(2), 51-62.
- Scanlan, A.; Dascombe, B., & Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1153-1160.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2011.582509>
- Scanlan, A. T.; Dascombe, B. J.; Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 341-347.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.12.008>
- Schelling, X., & Torres, L. (2016). Accelerometer load profiles for basketball-specific drills in elite players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(4), 585.
- Schneider, C.; Hanakam, F.; Wiewelhove, T.; Döweling, A.; Kellmann, M.; Meyer, T., & Ferrauti, A. (2018). Heart Rate Monitoring in Team Sports—A Conceptual Framework for Contextualizing Heart Rate Measures for Training and Recovery Prescription. *Frontiers in Physiology*, 9.

- Scott, B. R.; Lockie, R. G.; Knight, T. J.; Clark, A. C., & Janse de Jonge, X. A. K. (2013). A Comparison of Methods to Quantify the In-Season Training Load of Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 195–202.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.8.2.195>
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. O. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 49–56.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2018). Research methods in physical activity. *Human kinetics*.
- Vaquera A.; Mielgo-Ayuso J.; Calleja J., & Leicht, A. S. (2017). Cardiovascular and perceptual stress of female basketball referees during women’s International matches. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(4), 476.
- Vargas Fuentes, A.; Urkiza Ibaibarriaga, I., & Gil Orozko, S. (2015). Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 27, 45-51.
- Williams, K., & Owen, A. (2007). The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(Suppl 10), 100.