

Accelerometry in Basketball. Study of External Load during Training

Adrià Sánchez Ballesta^{1,2}
Jorge Abruñedo³
Toni Caparrós^{1,4}

¹National Institute of Physical Education of Catalonia (INEFC),
Barcelona centre (Spain).

²Unió Esportiva Sant Cugat (UESC), Sant Cugat (Barcelona, Spain)

³Club Basquet Girona (Spain).

⁴SPARG Research Group, University of Vic (Spain).

Acelerometría en baloncesto. Estudio de la carga externa durante los entrenamientos

Adrià Sánchez Ballesta^{1,2}
Jorge Abruñedo³
Toni Caparrós^{1,4}

¹Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC),
Centro de Barcelona (España).

²Unió Esportiva Sant Cugat (UESC), Sant Cugat (Barcelona, España).

³Club Basquet Girona (España).

⁴SPARG Research Group, Universitat de Vic (España).

Abstract

In order to observe if there is a relationship between external load and the design of the different training exercises in relation to the levels of approach, space, opposition and type of game, a prospective, observational and descriptive study was carried out in 15 training sessions of a Copa Catalunya team during the competitive period of the 2017-2018 season. From each training session, external load was recorded by accelerometry (Polar Pro Team) and the exercises performed ($n = 18$) were analysed with the following variables: level-1 accelerations (A-1), 0.5 to 0.99 m/s²; level-2 accelerations (A-2) 1 to 1.99 m / s²; level-3 accelerations (A-3), 2 to 2.99 m/s²; level-4 accelerations (A-4), 3 to 50 m/s²; level-1 decelerations (D-1), -0.5 to -0.99 m / s²; level-2 decelerations (D-2), -1 to -1.99 m / s²; level-3 decelerations (D-3), -2 to -2.99 m / s² and level-4 decelerations (D-4), -3 to -50 m/s². Subsequently, a descriptive analysis of the central tendency was carried out and the external load variables were related to the levels of approach, space, opposition and the type of game through Spearman's Rho. Significant relationships were observed between level III of approach with Total A-D 3 ($\rho = -0.727$, $p = 0.001$) and Total A-D 3-4 ($\rho = -0.727$, $p = 0.001$). Trends were also found in the relationship between level III of approach and A-3, D-3 and for opposition with D-3, Total A-D 3 and A-D 3-4. The results could suggest, in this specific context, that levels of approach III and IV, as well as opposition, shooting exercises and small games are related to the intensity (quality) and volume (quantity) of external load during practices. Control of external load by accelerometry can be a useful tool when designing and programming the training load and its intensity.

Keywords: training workload, quality, quantity, intensity, small games, opposition

* Correspondence:
Toni Caparrós (toni.caparros@gmail.com).

Resumen

Con el objetivo de observar si existe relación entre la carga externa y el diseño de los diferentes ejercicios del entrenamiento en relación con los niveles de aproximación, el espacio, la oposición y el tipo de juego, se realiza un estudio prospectivo, observacional y descriptivo para 15 sesiones de entrenamiento de un equipo de Copa Catalunya dentro del período competitivo durante la temporada 2017-2018. De cada sesión de entrenamiento se registra la carga externa mediante acelerometría (Polar Pro Team) y se analizan de los ejercicios realizados ($n = 18$) con las siguientes variables: aceleraciones de nivel 1 (A-1), 0.5 a 0.99 m/s²; aceleraciones de nivel 2 (A-2) 1 a 1.99 m/s²; aceleraciones de nivel 3 (A-3), 2 a 2.99 m/s²; aceleraciones de nivel 4 (A-4), 3 a 50 m/s²; desaceleraciones de nivel 1 (D-1), -0.5 a -0.99 m/s²; desaceleraciones de nivel 2 (D-2), -1 a -1.99 m/s²; desaceleraciones de nivel 3 (D-3), -2 a -2.99 m/s² y desaceleraciones de nivel 4 (D-4), -3 a -50 m/s². Posteriormente se realiza un análisis descriptivo de tendencia central y se relacionan las variables de carga externa con los niveles de aproximación, el espacio, la oposición y el tipo de juego mediante la Rho de Spearman. Se observan relaciones significativas entre el nivel III de aproximación con el Total A-D 3 ($\rho = -0,727$; $p = 0,001$) y Total A-D 3-4 ($\rho = -0,727$; $p = 0,001$). También se han encontrado tendencias en la relación del nivel III de aproximación con A-3, D-3 y para la oposición con D-3, Total A-D 3 y A-D 3-4. Los resultados podrían sugerir que, en este contexto concreto, los niveles de aproximación III y IV, así como la oposición, los ejercicios de tiro y el juego reducido guardan relación con la intensidad (calidad) y volumen (cantidad) de la carga externa del entrenamiento. El control de la carga externa mediante acelerometría puede ser una herramienta útil para el diseño y la programación de la carga del entrenamiento y su intensidad.

Palabras clave: carga de entrenamiento, calidad, cantidad, intensidad, juego reducido, oposición

* Correspondencia:
Toni Caparrós (toni.caparros@gmail.com).

Introduction

Basketball is defined as a sport in which continuous changes in direction, accelerations and decelerations, sprints, sideways displacements, jumps, contacts and specific skills predominate stochastically (Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007; McInnes, Carlson, Jones & McKenna, 1995; Klusemann, Pryne, Hopkins, & Drinkwater, 2013; Oliveira-Da-Silva, Sedano-Campo, & Redondo-Castán., 2013). These actions take place intermittently during the high-intensity time, and they wane over the course of a competition (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009; Scanlan, Dascombe, Kidcaff, Peucker, & Dalbo, 2015).

Control of the training load in team sports has always been an extremely important topic for physical trainers and coaches in both amateur and professional sports. The advent and evolution of the new sport monitoring technologies, like time-motion analysis (Abdelkrim et al. 2007), global positioning systems (GPS) and accelerometers (Colby, Dawson, Heasman, Roglaski, & Gabbett, 2014; Boyd, Ball, & Aughey, 2013) have led to a qualitative leap in our ability to quantify and monitor athletes' external load (Caparrós, Casals, Solana, & Peña, 2018). We have gone from monitoring athletes' external load with formulas like load units (LU) (Solé, 2002), which considers the volume (min) and specificity of the tasks according to whether they are generic, general, directed, special or competitive (Seirul-lo, 1993), in which there was no objective data, and the assumption was that the greater the specificity of the task, the greater the load, to currently monitoring players' external load with GPS and accelerometers that provide objective data on what is truly happening on the court or pitch in both training and competition (Boyd et al. 2013). These data, obtained in the form of total distances, distances at different speed levels, number of sprints, number of accelerations and decelerations and levels of intensity have provided very interesting information which has been the subject of study. Conclusions have been reached that with these devices, it is possible to adjust the loads of each training using objective data and to individualise them according to the player's position in an attempt to lower the risk of injury (Caparrós, Alentorn-Geli, Myer, Capdevila, Samuelsson, Hamilton, & Rodas, 2016) due to players having excess and defective loads

Introducción

El baloncesto se define como un deporte en el que predominan de forma estocástica continuos cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones, esprints, desplazamientos laterales, saltos, contactos y habilidades específicas (Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007; McInnes, Carlson, Jones, & McKenna, 1995; Klusemann, Pryne, Hopkins, & Drinkwater, 2013; Oliveira-Da-Silva, Sedano-Campo, & Redondo-Castán., 2013). Estas acciones se producen de forma intermitente durante el tiempo a alta intensidad, que va disminuyendo durante el transcurso del tiempo de la competición (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009; Scanlan, Dascombe, Kidcaff, Peucker, & Dalbo, 2015).

El control de la carga de entrenamiento en los deportes de equipo siempre ha sido un tema de mucha importancia para preparadores físicos y entrenadores tanto en el ámbito *amateur* como profesional. Con la aparición y la evolución de las nuevas tecnologías de seguimiento en los deportes, como el Time-motion analysis (Abdelkrim et al. 2007), los sistemas de posicionamiento global (GPS), y los acelerómetros (Colby, Dawson, Heasman, Roglaski, & Gabbett, 2014; Boyd, Ball, & Aughey, 2013), han conllevado un salto cualitativo a la hora de poder cuantificar y controlar la carga externa de los deportistas (Caparrós, Casals, Solana, & Peña, 2018). Se ha pasado de controlar la carga externa de los deportistas con fórmulas como las Unidades de carga (UC) (Solé, 2002), donde se contempla el volumen (min) y la especificidad de las tareas en función de si son genéricas, generales, dirigidas, especiales o competitivas (Seirul-lo, 1993), casos en los que no se disponía de datos objetivos, y dándose por válido, que a mayor especificidad de la tarea, mayor era la carga, a controlar, actualmente, la carga externa de los jugadores con GPS y acelerómetros que proporcionan datos objetivos de lo que realmente sucede en la pista o en el campo tanto en entrenamientos como en competición. (Boyd et al. 2013). Estos datos que se obtienen como distancias totales, distancias a diferentes niveles de velocidad, número de esprints, número de aceleraciones, desaceleraciones y niveles de intensidad, han proporcionado una información muy interesante que ha sido objeto de estudio, y se ha llegado a conclusiones con las que se puede, mediante estos dispositivos, ajustar las cargas de cada entrenamiento con datos objetivos, e individualizar según la posición del jugador, para así intentar reducir el riesgo de lesión (Caparrós, Alentorn-Geli, Myer, Capdevila, Samuelsson, Hamilton, & Rodas, 2016) por exceso y por defecto de

(Caparrós et al., 2018; Gabbett & Domrow, 2007; Gabbett & Ullah, 2012; Colby et al., 2014; Gabbett, 2016). The data from accelerometers, external load (which is considered the dose) and internal load obtained from data like heart rate (HR) and subjective perception of effort (sRPE), which is considered the response to exercise, have even been related to more precise control of the load (Scanlan, Wen, Tucker, & Dalbo, 2014).

In basketball, just like in other team sports, high-intensity accelerations and changes in direction and the capacity to make repeated high-intensity efforts are crucial to the game (Gabbett, 2015; Casamichana, Calleja, Castellano, & Castagna, 2012). Likewise, other classifications and proposals have emerged to monitor training without these new technologies, such as the Schelling classification (Schelling & Torres, 2013), which suggests classifying basketball exercises into levels of approach which range from general (levels 0-, 0+, I), directed (levels II, III) and special (IV) to competitive (V). For the court tasks in basketball, directed level 3 corresponds to the exercises or tasks which encompass 1v0, 2v0 and 3v0; special level 4 corresponds to the exercises which encompass 1v1, 2v2, 2vX, 3×3, 3vX, 4×0 and 4vX; and competitive level 5 only encompasses exercises 5v4 and 5vX.

In order to understand what variables affect or may affect the external load in basketball, such as space and opposition, the purpose of this study is to relate the external load of the exercises or tasks performed by recording accelerations of a semi-professional amateur basketball team with levels of approach (Schelling & Torres, 2013), space according to whether they are playing half-court or full-court, opposition and type of game (shots, numerical superiority and small games). The objective of this research is to observe whether there is a relationship between the levels of approach of the exercises and external load during training, and whether the variables that define the design and complexity of the training exercises, such as space, opposition and type of game, can also define the quantity of external load to which the players are exposed.

carga en los jugadores (Caparrós et al., 2018; Gabbett & Domrow, 2007; Gabbett & Ullah, 2012; Colby et al., 2014; Gabbett, 2016). Incluso se han relacionado los datos de los acelerómetros, carga externa (lo que se considera la dosis), con la carga interna obtenida con datos como la frecuencia cardíaca (HR) y la percepción subjetiva del esfuerzo (sRPE), lo que se considera la respuesta al ejercicio, para obtener un control más preciso de la carga (Scanlan, Wen, Tucker, & Dalbo, 2014).

En el baloncesto, como en los deportes de equipo, las aceleraciones y cambios de dirección a alta intensidad y la capacidad de poder realizar esfuerzos repetidos de alta intensidad son determinantes en el juego. (Gabbett, 2015; Casamichana, Calleja, Castellano, & Castagna, 2012). Por otro lado, han surgido otras clasificaciones y propuestas para controlar y programar el entrenamiento sin estas nuevas tecnologías, como la clasificación de Schelling (Schelling & Torres, 2013), la cual propone clasificar los ejercicios en el baloncesto en niveles de aproximación que van de un carácter general (niveles 0-, 0+, I), dirigido (niveles II, III), especial (IV) al competitivo (V). Para las tareas de pista en el baloncesto, el nivel 3 dirigido corresponde a los ejercicios o tareas que abarcan el 1v0, 2v0 y 3v0. El nivel 4 especial corresponde a los ejercicios que abarcan del 1v1, 2v2, 2vX, 3×3, 3vX, 4×0 y 4vX. Y el nivel 5 competitivo que contempla solo los ejercicios de 5v4 y 5vX.

Con motivo de entender las variables que afectan o pueden afectar a la carga externa en el baloncesto, como son el espacio y la oposición, el objeto de estudio es el de relacionar la carga externa de los ejercicios o tareas realizadas mediante el registro de aceleraciones de un equipo de baloncesto *amateur* semiprofesional, con los niveles de aproximación (Schelling & Torres, 2013), el espacio en función de si se juega en media pista o toda la pista, la oposición y el tipo de juego (tiro, superioridades numéricas y juego reducido). El objetivo de esta investigación es poder observar si existe relación entre los niveles de aproximación de los ejercicios y la carga externa durante el entrenamiento. Y a su vez, si las variables que definen el diseño y complejidad de los ejercicios de entrenamiento, como el espacio, la oposición y el tipo de juego, también pueden definir la cantidad de carga externa a la que se exponen los jugadores y jugadoras.

Method

Participants

A sample of 11 semi-professional basketball players ($n=11$) from group 2 in the Copa Catalunya (age: 25.5 ± 5.7 years; height: 1.94 ± 5.9 cm; weight: 87.4 ± 8.6 kg) participated in the study, in which 15 complete training sessions were recorded. At the time of the analysis (competitive period of the season), the players were training 6.5 hours per week. All the players, coaches and assistant directors of the team were informed about the research protocol, and consent was gotten from all of them before beginning the study.

Recording the Variables

The data were recorded using the Polar Team Pro devices, these tools have a 200-Hz MEMS motion sensor (accelerometer, gyroscope, digital compass) and an integrated 10-Hz GPS. The sensors were edited in the programme to register 4 different levels of accelerations and decelerations. Each player was always assigned the same device, which was designed to measure and specifically record the sport parameters, in this case accelerations and decelerations. Only the accelerometer from the Polar Team Pro system was used (Boyd, Ball, & Aughey, 2011; Gabbett, 2013; Varley, Fairweather, & Aughey, 2012). Even though the Polar Team Pro devices come with a GPS along with the accelerometer, when recording indoor, as with basketball (Montgomery, Pyne, & Minahan, 2010), GPS is not reliable, although it is with outdoor recording (Aughey, 2011; Gonçalves, Figueira, Maças, & Sampaio, 2013; Davies, Young, Farrow, & Bahnert, 2013). In order for the GPS to properly record indoor data, an indoor positioning system (IPS) must be installed (GPS references). In this case, this technology was not available, so the work only centred on accelerations and decelerations.

Variables Studied

The variables of interest analysed in order to conduct the study were the ones listed below. At the level of accelerations and decelerations per minute: Level-1 accelerations (A-1), Level-2 accelerations (A-2), Level-3 accelerations (A-3), Level-4 accelerations (A-4); Level-1 decelerations (D-1), Level-2

Metodología

Participantes

Una muestra de 11 jugadores ($n=11$) de baloncesto semiprofesionales del grupo 2 de Copa Catalunya (edad: 25.5 ± 5.7 años; altura: 1.94 ± 5.9 cm; peso: 87.4 ± 8.6 kg) participó en el estudio, en el que se registraron 15 sesiones de entrenamiento completas. En el momento del análisis (período competitivo de la temporada), los jugadores estaban entrenando 6.5 h a la semana. Todos los jugadores, entrenadores, y directivos adjuntos al equipo fueron informados sobre el protocolo de investigación, y se obtuvo un consentimiento por parte de todos antes de que comenzara el estudio.

Registro de variables

Los datos se han registrado con los dispositivos Polar Team Pro. Dichas herramientas tienen un sensor de movimiento MEMS, 200 Hz (acelerómetro, giroscopio, brújula digital), y GPS integrado de 10Hz. Los sensores se han editado en el programa para registrar 4 niveles diferentes de aceleraciones y desaceleraciones. A cada jugador se le ha asignado siempre el mismo dispositivo, diseñado para la medición y el registro específico de parámetros deportivos, en este caso, aceleraciones y desaceleraciones. Se utiliza únicamente la acelerometría, del Sistema Polar Team Pro (Boyd, Ball, & Aughey, 2011; Gabbett, 2013; Varley, Fairweather, & Aughey, 2012). Aunque los dispositivos Polar Team Pro tienen integrado el GPS también juntamente con el acelerómetro, cuando se registra en *indoor*, como es el caso del baloncesto (Montgomery, Pyne, & Minahan, 2010), los datos del GPS no son fiables, aunque sí que lo son para registros *outdoor* (Aughey, 2011; Gonçalves, Figueira, Maças, & Sampaio, 2013; Davies, Young, Farrow, & Bahnert, 2013). Para que el GPS registre bien los datos *indoor* es necesario instalar un Sistema de Posicionamiento en Interiores (IPS) (Referencias GPS). En este caso, no se dispone de esta tecnología con lo que el trabajo se centrará solo en las aceleraciones y desaceleraciones.

Variables estudiadas

Las variables de interés analizadas para poder realizar el estudio han sido las que se comentan a continuación. A nivel de aceleraciones y desaceleraciones por minuto: Aceleraciones de nivel 1 (A-1), Aceleraciones de nivel 2 (A-2) Aceleraciones de nivel 3 (A-3), Aceleraciones de nivel 4 (A-4); Desaceleraciones de nivel 1 (D-1),

decelerations (D-2), Level-3 decelerations (D-3), Level-4 decelerations (D-4); Total accelerations (Total-A), Total decelerations (Total-D), Total accelerations and decelerations (Total A-D), Total accelerations and level-3 decelerations (Total A-D 3), Total accelerations and level-3-4 decelerations (Total A-D 3-4), Total accelerations and level-1-2 decelerations (Total A-D 1-2).

These accelerations and decelerations are classified into 4 levels according to their intensity, considering accelerations-decelerations levels 1-2 low intensity and accelerations-decelerations levels 3-4 high intensity. A-1 encompass between 0.50 m/s^2 and 0.99 m/s^2 , A-2 between 1.00 m/s^2 and 1.99 m/s^2 , A-3 between 2.00 m/s^2 and 2.99 m/s^2 , A-4 between 3.00 m/s^2 and 50.00 m/s^2 , D-1 between -0.50 m/s^2 and -0.99 m/s^2 , D-2 between -1.00 m/s^2 and -1.99 m/s^2 , D-3 between -2.00 m/s^2 and -2.99 m/s^2 , and D-4 between -3.00 m/s^2 and -50.00 m/s^2 . Total-A is the sum of A-1, A-2, A-3, A-4; Total-D is the sum of D-1, D-2, D-3, D-4; Total A-D is equivalent to the sum of all the accelerations and decelerations. Total A-D 3 encompasses only the sum of A-3 and D-3; Total A-D 3-4 is the sum of A-3, A-4, D-3, D-4; and Total A-D 1-2 is the sum of A-1, A-2, D-1, D-2.

The levels of approach of each exercise or task are considered according to the adapted classification of Schelling and Torres (2013); Level 3 directed corresponds to the exercises or tasks that encompass $1v0$, $2v0$ and $3v0$. Level 4 special corresponds to the exercises that encompass $1v1$, $2v2$, $2vX$, 3×3 , $3vX$, 4×0 , $4vX$ and $5v0$. And level 5 competitive includes only the exercises of $5v5$, unlike the level 5 of Schelling and Torres (2013), which also includes $4v4$.

The space variable considers whether the exercise or task is performed on the full-court (1/1) or the half-court (1/2). Another of the variables considered is opposition, in tasks with or without opposition. And finally, we distinguish three kinds of tasks: shot tasks, tasks with numerical superiorities, and small games tasks, which encompass all of them except $1v1$ and $5v5$.

Procedure

Fifteen training sessions were recorded within the competitive period of the 2017-2018 season. In each session, each player's accelerations and decelerations were obtained in the different tasks or exercises. Once all the data from the training sessions were recorded,

Desaceleraciones de nivel 2 (D-2), Desaceleraciones de nivel 3 (D-3), Desaceleraciones de nivel 4 (D-4), Total de aceleraciones (Total-A), Total de desaceleraciones (Total-D), Total de aceleraciones y desaceleraciones (Total A-D), Total de aceleraciones y desaceleraciones de nivel 3 (Total A-D 3), Total de aceleraciones y desaceleraciones de nivel 3 y 4 (Total A-D 3-4), Total de aceleraciones y desaceleraciones de nivel 1-2 (Total A-D 1-2).

Estas aceleraciones y desaceleraciones se clasifican en 4 niveles según su intensidad, considerando las aceleraciones-desaceleraciones de nivel 1-2 de baja intensidad y las aceleraciones-desaceleraciones de nivel 3-4 de alta intensidad. Las A-1 abarcan entre ($0,50 \text{ m/s}^2$, $0,99 \text{ m/s}^2$), las A-2 entre ($1,00 \text{ m/s}^2$, $1,99 \text{ m/s}^2$), las A-3 entre ($2,00 \text{ m/s}^2$, $2,99 \text{ m/s}^2$), las A-4 entre ($3,00 \text{ m/s}^2$, $50,00 \text{ m/s}^2$), las D-1 abarcan entre ($-0,50 \text{ m/s}^2$, $-0,99 \text{ m/s}^2$), las D-2 entre ($-1,00 \text{ m/s}^2$, $-1,99 \text{ m/s}^2$), las D-3 entre ($-2,00 \text{ m/s}^2$, $-2,99 \text{ m/s}^2$), las D-4 entre ($-3,00 \text{ m/s}^2$, $-50,00 \text{ m/s}^2$). El Total-A es el sumatorio de A-1, A-2, A-3, A-4. El Total-D es el sumatorio de D-1, D-2, D-3, D-4. El Total A-D equivale a el sumatorio de todas las aceleraciones y desaceleraciones. El Total A-D 3 contempla solo la suma de A-3 y D-3. El Total A-D 3-4 es el sumatorio de A-3,A-4,D-3,D-4; y el Total A-D 1-2 es la suma de A-1, A-2, D-1, D-2.

Se contemplan los niveles de aproximación de cada ejercicio o tarea, según la clasificación de (Schelling & Torres, 2013), adaptada; Nivel 3 dirigido corresponde a los ejercicios o tareas que abarcan el $1v0$, $2v0$ y $3v0$. El nivel 4 especial corresponde a los ejercicios que abarcan del $1v1$, $2v2$, $2vX$, 3×3 , $3vX$, 4×0 , $4vX$ y $5v0$. Y el nivel 5 competitivo que contempla solo los ejercicios de $5v5$, a diferencia del nivel 5 de Schelling y Torres (2013) que contempla el $4v4$.

La variable del espacio contempla si el ejercicio o tarea se juega a toda la pista (1/1) o a media pista (1/2). Otra de las variables contemplada es la oposición, en tareas con oposición y tareas sin oposición. Y para finalizar se distinguen las tareas en: tareas de tiro, tareas con superioridades, y tareas de juego reducido, que las abarcan todas exceptuando el $1v1$ y el $5v5$.

Procedimiento

Se han registrado 15 sesiones de entrenamiento dentro del período competitivo de la temporada 2017-2018. De cada sesión se obtienen las aceleraciones y desaceleraciones de cada jugador en las diferentes tareas o ejercicios. Una vez se registran todos los datos de las sesiones de

an average per minute of the quantity of accelerations and decelerations was calculated for each exercise.

Statistical Analysis

The statistical analysis was performed with the IBM SPSS Statistics programme for Mac. A descriptive, observational, prospective study was performed. First, a descriptive analysis of the central tendency was carried out, and the normality of the variables was determined. Given these results, the relationship of the variables was determined by checking the means for independent samples (Mann-Whitney U test). Subsequently, the relations among the variables was examined with Spearman's Rho and their possible causality through linear regressions. The level of significance in all cases was $p < .05$.

Results

Descriptive

The highest means for high-intensity accelerations and decelerations per minute were recorded in exercises like the 5×0 1/1 (5.13 ± 0.00), the $4 \times 0 + 2 \times 2$ 1/2 (3.76 ± 1.97), the $5 \times 0 + 3 \times 2$ 1/1 (3.51 ± 0.00) and the 5×5 at 1/1 ($mean = 3.48 \pm 0.75$). In contrast, shots in half-court (1.58 ± 0.23) and full-court (0.84 ± 0.06), along with the 4×0 1/1 (1.78 ± 0.00), and the 3×0 in both half-court (2.61 ± 0.00) and full-court (2.42 ± 0.00), are the exercise with the lowest total A-D 3-4 per minute. If we study the total A-D, we find that 5×0 1/1 (30.20 ± 0.00), $5 \times 0 + 5 \times 5$ 1/1 (26.29 ± 1.97), half-court shot (24.92 ± 2.09) and 5×5 1/1 (24.48 ± 2.70) are the ones with the most total accelerations and decelerations per minute, while 3×0 1/2 (17.28 ± 0.00), 3×0 1/1 (17.56 ± 0.00) and $5 \times 0 + 3 \times 2$ 1/1 (18.30 ± 0.00) are the ones with the fewest.

The exercises are classified according to: levels of approach (level III directed, level IV special and level V competitive), space (full-court 1/1 and half-court 1/2), opposition (with opposition, without opposition) and type of game (shot, numerical superiority or small games) (Table 2). The minimum and maximum values for each variable recorded and exercises were analysed; the maximum accelerations and decelerations were found in the continuous full-court 5×5 (570 Total A-D), and the minimum values were found in exercises like 2×0 1/1 (64 Total A-D), 3×0 1/1 (57 Total A-D) (Table 3).

entrenamiento, de cada ejercicio se hace un promedio por minuto de la cantidad de aceleraciones y desaceleraciones.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa IBM SPSS Statistics para Mac. Se realiza un estudio descriptivo, observacional y prospectivo. Primero se lleva a cabo un análisis descriptivo de tendencia central y se determina la normalidad de las variables. Atendiendo a los resultados, se determina la relación de las variables mediante una comprobación de medias para muestras independientes (prueba de U de Mann-Whitney). Posteriormente, se analizan las relaciones entre variables con la Rho de Spearman y su posible causalidad mediante regresiones lineales. El nivel de significación en todos los casos es de $p < .05$.

Resultados

Descriptivo

Las medias más altas para aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad por minuto se registran en ejercicios como el 5×0 1/1 ($5,13 \pm 0,00$), el $4 \times 0 + 2 \times 2$ 1/2 ($3,76 \pm 1,97$), el $5 \times 0 + 3 \times 2$ 1/1 (3.51 ± 0.00), y el 5×5 a 1/1 (media = 3.48 ± 0.75), en cambio el tiro tanto a media pista (1.58 ± 0.23) como a toda pista (0.84 ± 0.06), junto con el 4×0 1/1 ($1,78 \pm 0,00$), y el 3×0 tanto a media pista (2.61 ± 0.00) como a toda pista (2.42 ± 0.00), son el ejercicio que menos Total A-D 3-4 por minuto producen. Si se estudia el Total A-D, se observa que el 5×0 1/1 (30.20 ± 0.00), $5 \times 0 + 5 \times 5$ 1/1 (26.29 ± 1.97), Tiro 1/2 (24.92 ± 2.09) y 5×5 1/1 (24.48 ± 2.70) son los que registran más aceleraciones y desaceleraciones totales por minuto y 3×0 1/2 (17.28 ± 0.00), 3×0 1/1 (17.56 ± 0.00) y $5 \times 0 + 3 \times 2$ 1/1 (18.30 ± 0.00) son los que menos.

Los ejercicios se clasifican en función de: niveles de aproximación (nivel III dirigido, nivel IV especial y nivel V competitivo), espacio (toda la pista (1/1) y media pista (1/2), la oposición (con oposición, sin oposición) y del tipo de juego (tiro, superioridad o juego reducido) (tabla 2). Se han analizado los valores mínimos y máximos para cada variable registrada y ejercicio; los máximos de aceleraciones y desaceleraciones se han dado en el 5×5 continuado a toda pista (570 Total A-D), y los valores mínimos se han encontrado en ejercicios como 2×0 1/1 (64 Total A-D), 3×0 1/1 (57 Total A-D) (tabla 3).

Table 1
Accelerations and decelerations per minute (mean and SD),
according to intensity and training exercise

Tabla 1
Aceleraciones y desaceleraciones por minuto (media y STD),
según intensidad y ejercicio de entrenamiento

Classification Clasificación	No. of times Nº de veces	Players Jugadores	Accelerations per minute Aceleraciones por minuto													
			A-1		A-2		A-3		A-4		D-1		D-2		D-3	
Levels of approach Niveles de aproximación	N	Mean SD Media DE	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
			Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Level 3 Directed Nivel 3 Dirigido																
2x0 1/1	1	10 ± 0	3.64	± 0.00	4.31	± 0.00	1.24	± 0.00	0.00	± 0.00	4.44	± 0.00	3.42	± 0.00	1.11	± 0.00
2x0 1/2	2	10 ± 0	4.10	± 0.67	5.89	± 1.26	1.29	± 0.47	0.00	± 0.00	4.68	± 1.45	5.71	± 1.07	1.16	± 0.35
3x0 1/1	1	10 ± 0	2.56	± 0.00	4.44	± 0.00	1.31	± 0.00	0.00	± 0.00	3.03	± 0.00	5.11	± 0.00	0.97	± 0.00
3x0 1/2	1	10 ± 0	2.83	± 0.00	4.94	± 0.00	0.96	± 0.00	0.00	± 0.00	2.78	± 0.00	4.11	± 0.00	1.33	± 0.00
Shot 1/1 Tiro 1/1	2	8 ± 1	5.59	± 1.12	4.39	± 0.52	0.19	± 0.01	0.00	± 0.00	7.12	± 0.48	3.87	± 0.91	0.65	± 0.07
Shot 1/2 Tiro 1/2	3	8 ± 1	5.08	± 1.25	7.11	± 0.62	0.48	± 0.20	0.00	± 0.00	4.45	± 1.67	6.70	± 0.44	1.08	± 0.43
Level 4 Special Nivel 4 Especial																
3x3 1/1	4	11 ± 1	3.44	± 0.80	4.62	± 0.90	1.42	± 0.18	0.00	± 0.00	3.65	± 0.80	4.63	± 0.67	1.25	± 0.07
3x3 1/2	3	10 ± 2	2.86	± 0.23	4.69	± 0.13	1.62	± 0.33	0.00	± 0.00	3.32	± 0.55	4.72	± 0.87	1.32	± 0.06
4x0 1/1	1	9 ± 0	4.50	± 0.00	4.52	± 0.00	0.93	± 0.00	0.00	± 0.00	5.78	± 0.00	4.33	± 0.00	0.80	± 0.00
4x0 + 2x2 1/1	2	10 ± 1	3.45	± 2.24	4.68	± 0.82	1.93	± 0.85	0.02	± 0.02	4.53	± 0.72	4.91	± 0.89	1.47	± 0.90
4x4 1/1	2	11 ± 1	3.39	± 0.11	4.84	± 0.71	1.38	± 0.10	0.01	± 0.02	3.94	± 0.29	4.73	± 0.00	1.40	± 0.19
4x4 1/2	2	9 ± 1	3.78	± 0.69	5.94	± 1.52	1.44	± 0.42	0.00	± 0.00	3.98	± 0.96	5.34	± 1.10	1.64	± 0.63
5x0 + 3x2 1/1	1	11 ± 0	2.43	± 0.00	4.63	± 0.00	1.65	± 0.00	0.00	± 0.00	3.07	± 0.00	4.66	± 0.00	1.51	± 0.00
5x0 1/1	1	10 ± 0	5.67	± 0.00	7.00	± 0.00	2.13	± 0.00	0.00	± 0.00	6.13	± 0.00	6.27	± 0.00	2.43	± 0.00
11	3	11 ± 0	3.61	± 0.45	5.52	± 0.09	1.41	± 0.28	0.00	± 0.01	3.92	± 0.67	4.97	± 0.23	1.64	± 0.19
Level 5 Competitive Nivel 5 Competitivo																
5x0+5x5 1/1	2	10 ± 1	4.44	± 0.24	6.64	± 0.33	1.56	± 0.16	0.00	± 0.00	5.24	± 0.66	6.60	± 0.60	1.53	± 0.09
5x5 Continuous 1/1 5x5 Continuada 1/1	5	10 ± 1	5.67	± 0.67	7.00	± 0.53	2.13	± 0.24	0.00	± 0.01	6.13	± 0.58	6.27	± 0.29	2.43	± 0.41
5x5 Continuous 1/2 5x5 Continuada 1/2	3	10 ± 1	4.25	± 0.33	6.04	± 0.34	1.61	± 0.12	0.01	± 0.00	4.86	± 0.18	5.84	± 0.25	1.58	± 0.05

Table 1
(Continued)

Tabla 1
(Continuación)

Classification Clasificación	No. of times Nº de veces	Players Jugadores	Accelerations per minute Aceleraciones por minuto													
			D-4		Total A		Total D		Total A-D		Total A-D 3		Total A-D 3-4		Total A-D 1-2	
Levels of approach Niveles de aproximación	N	Mean SD Media DE	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
			Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Level 3 Directed Nivel 3 Dirigido																
2x0 1/1	1	10 ± 0	0.40 ± 0.00	9.20 ± 0.00	9.38 ± 0.00	18.58 ± 0.00	2.36 ± 0.00	2.76 ± 0.00	15.82 ± 0.00							
2x0 1/2	2	10 ± 0	0.22 ± 0.17	11.29 ± 3.04	11.77 ± 2.41	23.06 ± 5.45	2.45 ± 0.82	2.68 ± 0.99	20.38 ± 3.78							
3x0 1/1	1	10 ± 0	0.14 ± 0.00	8.31 ± 0.00	9.25 ± 0.00	17.56 ± 0.00	2.28 ± 0.00	2.42 ± 0.00	15.14 ± 0.00							
3x0 1/2	1	10 ± 0	0.31 ± 0.00	8.74 ± 0.00	8.54 ± 0.00	17.28 ± 0.00	2.30 ± 0.00	2.61 ± 0.00	14.67 ± 0.00							
Shot 1/1 Tiro 1/1	2	8 ± 1	0.00 ± 0.00	10.17 ± 0.51	11.64 ± 1.62	21.82 ± 2.13	0.84 ± 0.06	0.84 ± 0.06	20.98 ± 2.07							
Shot 1/2 Tiro 1/2	3	8 ± 1	0.01 ± 0.01	12.67 ± 1.28	11.24 ± 0.83	24.92 ± 2.09	1.56 ± 0.24	1.58 ± 0.23	23.34 ± 2.32							
Level 4 Special Nivel 4 Especial																
3x3 1/1	4	11 ± 1	0.28 ± 0.07	9.37 ± 1.39	9.81 ± 1.48	19.18 ± 2.87	2.66 ± 0.22	2.95 ± 0.29	16.23 ± 3.01							
3x3 1/2	3	10 ± 2	0.33 ± 0.09	9.17 ± 1.26	9.68 ± 0.69	18.86 ± 1.95	2.94 ± 0.27	3.27 ± 0.18	18.85 ± 1.77							
4x0 1/1	1	9 ± 0	0.06 ± 0.00	9.94 ± 0.00	10.96 ± 0.00	20.91 ± 0.00	1.72 ± 0.00	1.78 ± 0.00	20.90 ± 0.00							
4x0 + 2x2 1/1	2	10 ± 1	0.33 ± 0.19	10.08 ± 2.69	11.24 ± 3.94	21.32 ± 6.63	3.41 ± 1.75	3.76 ± 1.97	21.32 ± 4.66							
4x4 1/1	2	11 ± 1	0.21 ± 0.02	9.62 ± 0.50	10.28 ± 0.69	19.90 ± 1.19	2.78 ± 0.29	3.01 ± 0.29	19.90 ± 1.93							
4x4 1/2	2	9 ± 1	0.31 ± 0.01	11.16 ± 2.70	11.26 ± 2.63	22.42 ± 5.33	3.07 ± 1.05	3.38 ± 1.05	22.42 ± 4.28							
5x0 + 3x2 1/1	1	11 ± 0	0.35 ± 0.00	8.70 ± 0.00	9.59 ± 0.00	18.30 ± 0.00	3.16 ± 0.00	3.51 ± 0.00	18.29 ± 0.00							
5x0 1/1	1	10 ± 0	0.57 ± 0.00	14.80 ± 0.00	15.40 ± 0.00	30.20 ± 0.00	4.57 ± 0.00	5.13 ± 0.00	22.99 ± 0.00							
11	3	11 ± 0	0.37 ± 0.09	10.54 ± 0.31	10.91 ± 0.26	21.45 ± 0.52	3.05 ± 0.47	3.42 ± 0.55	18.03 ± 1.03							
Level 5 Competitive Nivel 5 Competitivo																
5x0+5x5 1/1	2	10 ± 1	0.27 ± 0.07	12.64 ± 1.24	13.64 ± 0.73	26.29 ± 1.97	3.09 ± 0.07	3.36 ± 0.14	22.93 ± 1.83							
5x5 Continuous 1/1 5x5 Continuada 1/1	5	10 ± 1	0.57 ± 0.13	11.91 ± 1.31	12.56 ± 1.40	24.48 ± 2.70	3.10 ± 0.64	3.48 ± 0.75	20.99 ± 2.20							
5x5 Continuous 1/2 5x5 Continuada 1/2	3	10 ± 1	0.29 ± 0.08	10.24 ± 0.34	10.55 ± 0.58	20.79 ± 0.91	2.59 ± 0.17	2.83 ± 0.22	17.96 ± 0.85							

Table 2

Classification of exercises by level of approach (Schelling & Torres. 2013). space. opposition and type of game

Tabla 2

Clasificación de los ejercicios por niveles de aproximación (Schelling & Torres. 2013). espacio. oposición y tipo de juego

Classification of exercises Clasificación ejercicios					
Levels of approach Niveles de aproximación			Space Espacio		
Level 3 Directed Nivel 3 dirigido	Level 4 Special Nivel 4 especial	Level 5 Competitive Nivel 5 competitivo	Full-court (1/1) Toda la pista (1/1)	Half-court (1/2) Media pista (1/2)	
2x0 1/1	3x3 1/1	5x0+5x5 1/1	2x0	2x0	
2x0 1/2	3x3 1/2	5x5 continuous 1/1 5x5 continuado 1/1	3x0	3x0	
3x0 1/1	4x0 1/1	5x5 continuous 1/2 5x5 continuado 1/2	3x3	3x3	
3x0 1/2	4x0 + 2x2 1/1		4x0	4x4	
shot 1/1 tiro 1/1	4x4 1/1		4x4	5x5 continuous 1/2 5x5 continuado 1/2	
shot 1/2 tiro 1/2	4x4 1/2		4x0+2x2	tiro	
	5x0 + 3x2 1/1		5x0+3x2		
	5x0 1/1		5x0+5x5		
	11		5x0		
			5x5 continuous 1/1 5x5 continuado 1/1		
			11		
			shot tiro		
Opposition Oposición			Type of game Tipo de juego		
With opposition Con oposición	Without opposition Sin oposición		Shot Tiro	Superiority Superioridad	Small game Juego reducido
3x3 1/1	2x0 1/1		shot 1/1 tiro 1/1	5x0+3x2	2x0 1/1
3x3 1/2	2x0 1/2		shot 1/2 tiro 1/2	11	2x0 1/2
4x0 + 2x2 1/1	3x0 1/1				3x0 1/1
4x4 1/1	3x0 1/2				3x0 1/2
4x4 1/2	4x0 1/1				3x3 1/1
5x0 + 3x2 1/1	5x0 1/1				3x3 1/2
5x0+5x5	shot 1/1 tiro 1/1				4x0 1/1
5x5 continuous 1/1 5x5 continuado 1/1	shot 1/2 tiro 1/2				4x0 + 2x2 1/1
5x5 continuous 1/2 5x5 continuado 1/2					4x4 1/1
11					4x4 1/2
					5x0 + 3x2 1/1
					5x0
					11

Table 3
Minimum and maximum values per exercise for Total A. Total D.
Total A-D. Total A-D 3-4 and Total A-D 1-2.

Tabla 3
Valores mínimos y máximos por ejercicio para Total A. Total D.
Total A-D. Total A-D 3-4 y Total A-D 1-2.

Exercises Ejercicios	Minimum-maximum accelerations and decelerations Aceleraciones y desaceleraciones mínimos-máximos									
	Total A		Total D		Total A-D		Total A-D 3-4		Total A-D 1-2	
	Min. Mín.	Max. Máx.	Min. Mín.	Max. Máx.	Min. Mín.	Max. Máx.	Min. Mín.	Max. Máx.	Min. Mín.	Max. Máx.
2X0 1/1	32	48	32	52	64	100	1	29	57	97
2X0 1/2	86	149	90	158	183	301	1	78	169	269
3X0 1/1	25	29	32	39	57	82	2	23	51	77
3X0 1/2	41	65	41	65	82	130	6	29	57	118
3X3 1/1	37	89	37	93	74	281	11	48	111	233
3X3 1/2	41	115	42	130	82	239	6	42	57	197
4X0 1/1	48	69	55	69	104	146	1	21	94	132
4X0 1/1 + 2X2 1/2	29	88	32	103	61	190	6	35	55	158
4X4 1/1	63	112	60	114	130	224	4	41	111	189
4X4 1/2	69	171	81	160	150	317	13	73	154	283
5X0 + 3X2 1/1	52	78	67	89	142	166	10	42	91	138
5X0 + 5X5 1/1	58	163	57	176	115	50	8	54	101	293
5X0 1/1	42	56	45	60	92	110	9	24	65	98
5X5 Continuous 1/1 5X5 Continuado 1/1	104	280	101	298	208	570	25	92	182	489
5X5 Continuous 1/2 5X5 Continuado 1/2	84	214	77	219	161	432	27	68	136	368
11	76	120	79	113	161	225	23	45	117	199
Shot 1/1 Tiro 1/1	35	70	47	73	65	134	1	13	85	127
Shot 1/2 Tiro 1/2	54	142	58	123	112	275	2	30	110	245

Nota: D-4: decelerations 4(> -3 m/s²); Total A: total accelerations; Total D: total decelerations; Total A-D 3-4: total accelerations and decelerations type 3 and 4 (> +/- 2 m/s²); Total A-D 1-2: total accelerations and decelerations type 1 and 2 (> +/- 0.5 m/s² y < +/-1.99 m/s²). Min.: minimum. Max.: maximum

Nota: D-4: desaceleraciones 4(> -3 m/s²); Total A: total aceleraciones; Total D: total desaceleraciones; Total A-D 3-4: total aceleraciones y desaceleraciones tipo 3 y 4 (> +/- 2 m/s²); Total A-D 1-2: total aceleraciones y desaceleraciones tipo 1 y 2 (> +/- 0.5 m/s² y < +/-1.99 m/s²). Mín.: mínimo. Máx.: máximo.

Correlations

Relations at the level of 0.05 and 0.01 were found with regard to external load and levels of approach, opposition, shot and small games (Table 4). No correlations were found for level 5 of approach, nor for space or numerical superiority. The significant correlations found are for the levels of approach from level III with total A-D 3 ($\rho = -0.727$; $p = 0.001$) and total A-D 3-4 ($\rho = -0.727$; $p = 0.001$). Tendencies were observed for level-1 of approach with A-3 ($\rho = -0.659$, $p = 0.003$), D-3 ($\rho = -0.659$;

Correlaciones

Se observan relaciones al nivel 0.05 y 0.01 con relación a la carga externa y los niveles de aproximación, a la oposición, el tiro y el juego reducido (tabla 4). No se encuentran correlaciones para el nivel 5 de aproximación, ni para el espacio ni la superioridad numérica. Las correlaciones significativas encontradas son, para los niveles de aproximación del nivel III con, Total A-D 3 ($\rho = -0.727$; $p = 0.001$) y Total A-D 3-4 ($\rho = -0.727$; $p = 0.001$). Se han observado tendencias para el nivel III de aproximación con A-3 ($\rho = -0.659$, $p = 0.003$), D-3

Table 4
Spearman's rho for the external load variables and levels of approach. space. opposition and type of game

Tabla 4
Rho de Spearman para las variables de carga externa y niveles de aproximación, espacio, oposición y tipo de juego

Spearman's rho Rho de Spearman		Correlations Correlaciones													
		A-1	A-2	A-3	A-4	D-1	D-2	D-3	D-4	Total A	Total D	Total A-D	Total A-D 3	Total A-D 3-4	Total A-D 1-2
Level III Nivel III	Rho	0.045	-0.227	-0.659**	-0.374	-0.054	-0.159	-0.659**	-0.341	-0.159	-0.204	-0.182	-0.727**	-0.727**	-0.091
	Sig.(Bilateral)	0.858	0.365	0.003	0.126	0.858	0.529	0.003	0.166	0.529	0.416	0.470	0.001	0.001	0.720
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Level IV Nivel IV	Rho	-0.246	-0.075	0.546*	0.279	-0.096	-0.161	0.396	0.396	-0.139	-0.075	-0.075	0.482*	0.546*	-0.161
	Sig.(Bilateral)	0.325	0.768	0.019	0.262	0.704	0.524	0.104	0.103	0.582	0.768	0.768	0.043	0.019	0.523
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Level V Nivel V	Rho	0.273	0.388	0.101	0.099	0.187	0.417	0.302	-0.101	0.388	0.359	0.330	0.273	0.187	0.330
	Sig.(Bilateral)	0.273	0.112	0.691	0.697	0.458	0.085	0.224	0.691	0.112	0.143	0.180	0.273	0.458	0.180
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Opposition Oposición	Rho	-0.345	0.172	0.582*	0.473*	-0.259	0.129	0.603**	0.280	0.000	0.000	0.000	0.646**	0.656**	-0.151
	Sig.(Bilateral)	0.161	0.494	0.011	0.047	0.300	0.609	0.008	0.260	1.000	1.000	1.000	0.004	0.004	0.550
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Space Espacio	Rho	0.023	-0.386	0.273	0.374	0.295	-0.204	0.091	0.125	-0.114	0.045	0.000	0.250	0.273	0.045
	Sig.(Bilateral)	0.929	0.113	0.274	0.126	0.234	0.416	0.720	0.621	0.654	0.858	1.000	0.317	0.274	0.858
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Shot Tiro	Rho	0.477*	0.034	-0.545*	-0.187	0.341	0.034	-0.477*	-0.545*	0.273	0.307	0.307	-0.545*	-0.545*	0.409
	Sig.(Bilateral)	0.045	0.893	0.019	0.457	0.166	0.893	0.045	0.019	0.274	0.216	0.216	0.019	0.019	0.092
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Small game Juego reducido.	Rho	-0.562*	-0.347	0.299	0.049	-0.394	-0.371	0.084	0.466	-0.514*	-0.514*	-0.490*	0.155	0.227	-0.562*
	Sig.(Bilateral)	0.015	0.159	0.228	0.846	0.105	0.130	0.741	0.051	0.029	0.029	0.039	0.538	0.365	0.015
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Superiority Superioridad	Rho	-0.341	-0.034	0.239	0.164	-0.307	-0.102	0.375	0.409	-0.170	-0.204	-0.170	0.273	0.375	-0.239
	Sig.(Bilateral)	0.166	0.893	0.341	0.516	0.216	0.687	0.125	0.092	0.499	0.416	0.499	0.274	0.125	0.341
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

* $p < .01$. ** $p < .005$.

$p = 0.003$) and for opposition with D-3 ($\rho = 0.603$; $p = 0.008$), Total A-D 3 ($\rho = -0.646$; $p = 0.004$) and A-D 3-4 ($\rho = -0.646$; $p = 0.004$).

No significant results were found in the linear regressions among variables.

Discussion

The main findings of this study are the relations which were found between high-intensity external load and levels of approach III and IV, opposition,

($\rho = -0.659$; $p = 0.003$) y para la oposición con D-3 ($\rho = 0.603$; $p = 0.008$), Total A-D 3 ($\rho = -0.646$; $p = 0.004$) y A-D 3-4 ($\rho = -0.646$; $p = 0.004$).

No se observaron resultados significativos en las regresiones lineales entre variables.

Discusión

Los principales hallazgos de esta investigación son las relaciones entre la carga externa de alta intensidad y los niveles de aproximación III y IV, la oposición, el

shot and small games. To the contrary, no relations were found with low-intensity external load nor with the space of the game. In this study, it was found that there may be relations between external load defined by high-intensity accelerations and decelerations made by the players.

These relations appear in all the cases from a qualitative perspective (higher intensities) of the training. The relations are established with high-intensity accelerations and decelerations (3 and 4), which on the one hand enables trainings to be defined and scheduled around qualitative variables, in line with the current practices of controlling the training load (Gabbett, 2016). It is also essential to interpret these data from a quantitative perspective: the total quantity of the load relative to the total volume of high-intensity accelerations and decelerations, and their relations with level of approach III, common to exercises without opposition, and level of approach IV, also common to exercises without opposition, such as 5×0 and small games. These results match those of previous studies in both basketball (Schelling & Torres, 2016) and Australian football (Boyd et al., 2013). Therefore, we can state that exercises without opposition – which are commonly used by teams in the majority of senior categories – like 5×0, are training options which may not have a high cognitive load but do have a high external load taken on by the player. This type of exercise is programmed in many teams in warm-up phases or phases without an intensive purpose, when in this case the accelerometry would offer a vision counter to this usual approach. Its load per minute is not high compared to other exercises, but its intensity is. This is the same as in shooting exercises, where levels of intensity are higher than what one might think, so it may be necessary to consider the time, length and orientation of the training. They are not exercises with low volume or intensity.

The proposed distribution of control of external load by levels of approach could be valid based on the significant relations with levels III and IV. The absence of relations with other levels of approach also offers an interpretation which is applicable to this proposal, such as interpreting it based on the analysis of a variable like opposition. In opposition, unlike in space, correlations were found with accelerations and level-3-4 decelerations (high intensity), so the defensive quality is what offers greater

tiro y el juego reducido. Por contra, no se han encontrado relaciones con valores de carga externa de baja intensidad ni con el espacio de juego. En el presente estudio se ha observado que pueden darse relaciones entre la carga externa, definida a partir de las aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad que realizan los jugadores.

Estas relaciones se dan en todos los casos desde una perspectiva cualitativa (mayores intensidades) del entrenamiento. Las relaciones se establecen con las aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad (3 y 4), lo que permitiría, por un lado, definir y programar los entrenamientos entorno a variables cualitativas, de acuerdo con las corrientes actuales del control de carga de entrenamiento (Gabbett, 2016). También es necesaria la interpretación de los datos desde un punto de vista cuantitativo: la cantidad de carga total, relativa al volumen total de aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad, y sus relaciones con los niveles de aproximación III, propios de ejercicios sin oposición, y el nivel de aproximación IV, como ejercicios también sin oposición, como el 5×0 o como el juego reducido. Estos resultados coinciden con los de estudios previos tanto en baloncesto (Schelling & Torres, 2016) como en fútbol australiano (Boyd et al., 2013). Cabe considerar, por tanto, como ejercicios sin oposición – muy utilizados por los equipos de la mayoría de categorías sénior– como el 5×0, son opciones del entrenamiento que a pesar de no tener una carga cognitiva elevada, sí lo serían desde el punto de vista de carga externa asumida por el jugador. Este tipo de ejercicios se programan en muchos equipos en fases de calentamiento o sin un objetivo intensivo, cuando la acelerometría, en este caso, ofrecería una visión contraria a este planteamiento habitual. Su carga por minuto no es elevada respecto a otros ejercicios, pero sí su intensidad. Es el mismo caso que los ejercicios de tiro, donde sus niveles de intensidad son más elevados de los que podría presumirse, por lo que puede ser necesario plantearse el momento, la duración y la orientación en el entrenamiento. No son ejercicios de volumen ni de baja intensidad.

La distribución propuesta de control de carga externa por niveles de aproximación podría ser válida a partir de las relaciones significativas con los niveles III y IV. La ausencia de relaciones con otros niveles de aproximación también ofrece una lectura aplicable de esta propuesta, como puede interpretarse a partir del análisis de una variable como la oposición. En la oposición, a diferencia del espacio, se han visto correlaciones con aceleraciones y desaceleraciones de nivel 3-4 (alta intensidad), por lo que es la calidad defensiva la que ofrece

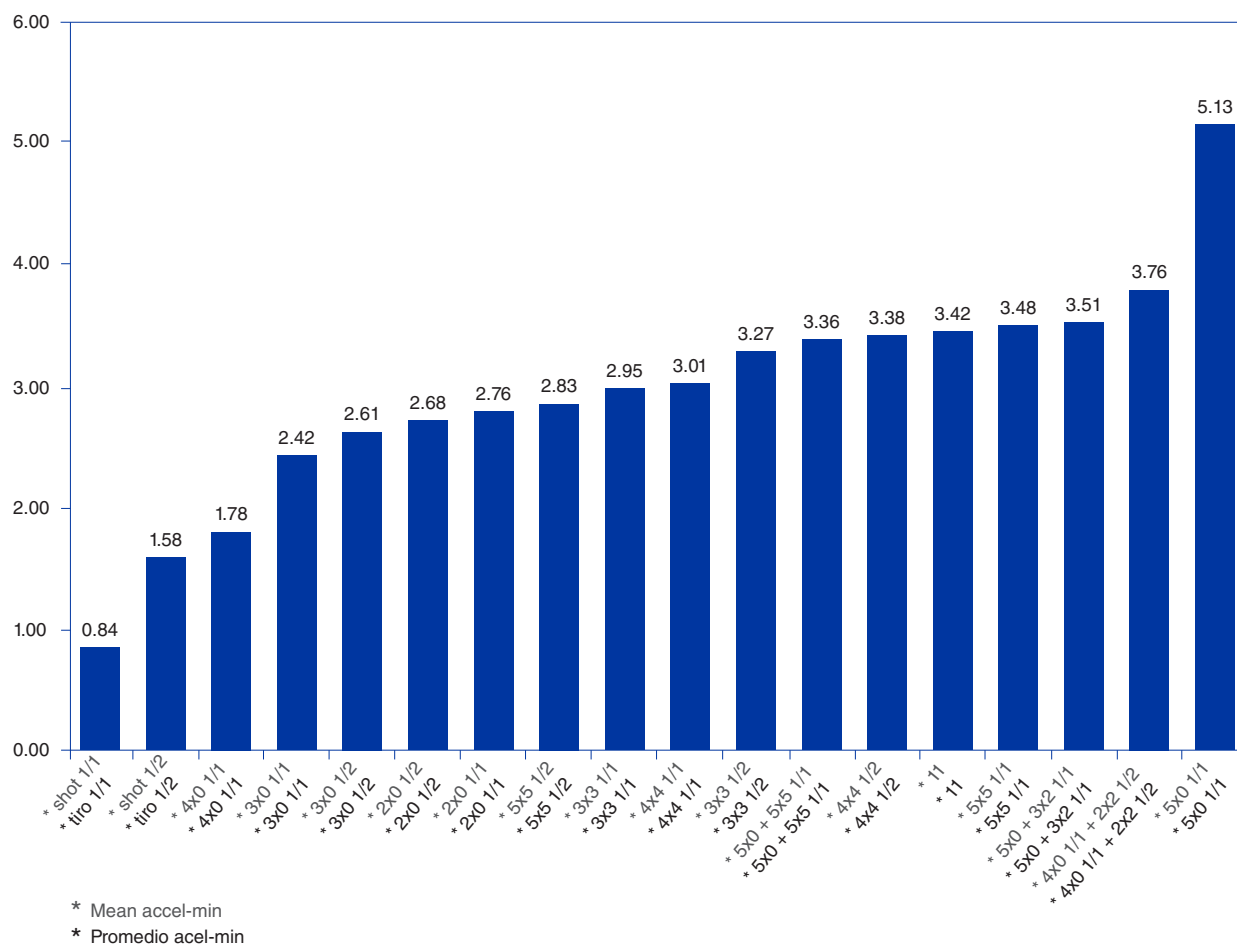


Figure 1. High-intensity accelerations and decelerations per minute (Total A-D 3-4) for all the exercises recorded.

Figura 1. Aceleraciones y desaceleraciones por minuto de alta intensidad (Total A-D 3-4) para todos los ejercicios registrados.

intensity in the training. And with regard to space, it is quite noteworthy that no relations were found between external load when playing half-court or full-court. Working half-court with opposition (5×5 half-court) may offer the same quality training as 5×5 a full-court (Figures 1 and 2) and should be considered in this way. Levels of approach may be a useful tool for programming the workload during training (Colby et al. 2014; Boyd et al. 2013), contextualising its orientation to the quality and intensity of the training.

Based on this information, and aware that external load is determined by accelerations and decelerations (Scanlan et al., 2014), the relationship of external load with levels of approach could be used to programme training, tasks and control load (Carey, Ong, Whiteley, Crossley, Crow, & Morris, 2017). Distinguishing

mayor intensidad en el entrenamiento. Y, en lo relativo al espacio, es muy destacable que no se hayan observado relaciones entre la carga externa por jugar a media pista o a toda la pista. El trabajo a media pista, con oposición (5×5 media pista) puede ofrecer la misma calidad de entrenamiento que el 5×5 a toda pista (figuras 1 y 2), y se debe considerar como tal. Los niveles de aproximación pueden ser una herramienta útil para la programación de la carga de trabajo durante el entrenamiento (Colby et al. 2014; Boyd et al. 2013), contextualizando su orientación a la calidad e intensidad de este.

A partir de esta información, y sabiendo que la carga externa viene determinada por las aceleraciones y desaceleraciones (Scanlan et al., 2014), se podría proponer utilizar la relación carga externa con niveles de aproximación para la programación del entrenamiento, las tareas y el control de la carga (Carey, Ong, Whiteley, Crossley,

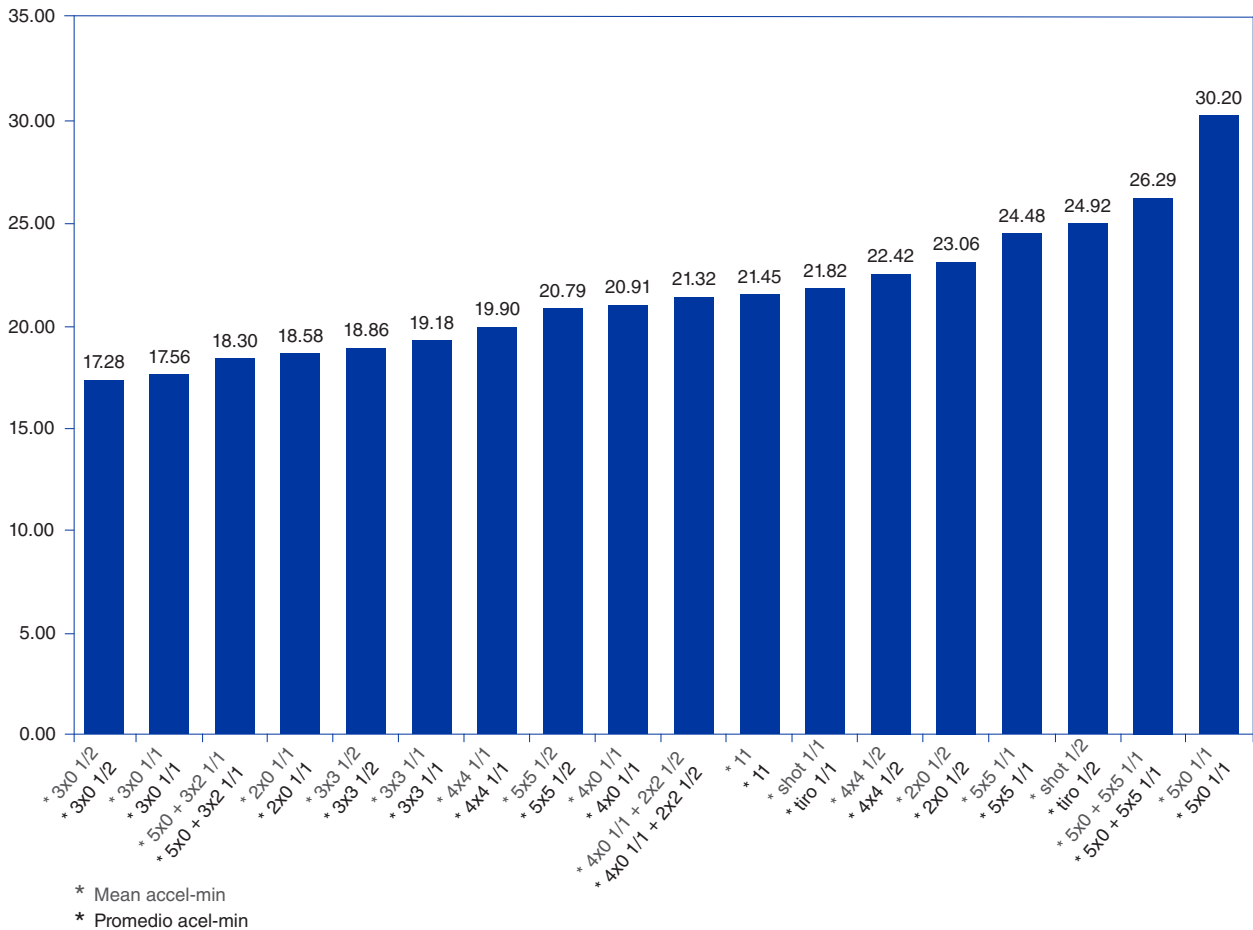


Figure 2. Accelerations and decelerations per minute (Total A-D) for all the exercises recorded.

Figura 2. Aceleraciones y desaceleraciones totales por minuto (Total A-D) para todos los ejercicios registrados.

high-intensity accelerations (3-4), which would give information on the quality or intensity of the training (Table 7) compared to low-intensity accelerations (1-2), helps define the exercises and the session (Table 6). This information can help us design the sessions and programme and plan the load according to more quantitative objectives (low-intensity accelerations) or qualitative objectives (high-intensity accelerations) (Gabbett, 2015), given that excesses in external load, either high- or low-intensity accelerations, can increase the risk of injury (Carling, Gall, & Reilly, 2010), and not reaching a minimum number of high-intensity accelerations (Blanch & Gabbett, 2016) or decelerations (Caparrós et al., 2018) can also increase the athlete's risk of injury. The capacity to maintain high intensities is associated with better physical condition and lower fatigue rates (Soligard et al., 2017), so we should

Crow, & Morris, 2017). Diferenciar aceleraciones de alta intensidad (3-4), que nos darían información de la calidad o intensidad del entrenamiento (tabla 7) respecto las de baja intensidad (1-2), nos define los ejercicios y la sesión (tabla 6). Estos datos pueden ayudar a diseñar las sesiones, programar y planificar la carga en función de objetivos más cuantitativos (aceleraciones baja intensidad) o cualitativos (aceleraciones de alta intensidad) (Gabbett, 2015). Atendiendo a que los excesos de carga externa, sean aceleraciones de baja o alta intensidad, pueden aumentar el riesgo de lesión (Carling, Gall, & Reilly, 2010) o el no llegar a un mínimo de aceleraciones (Blanch & Gabbett, 2016) o desaceleraciones (Caparrós et al., 2018) de alta intensidad también puede aumentar el riesgo de lesión del deportista. La capacidad de mantener altas intensidades se asocia con mejores estados de forma y menores índices de fatiga (Soligard et al., 2017), por lo que debemos tener en

bear these variables in mind to control and manage the training load with the goal of keeping players as far as possible from the threshold of increased risk (Gabbett, 2016) and ensuring better performance (Borresen & Lambert, 2009). Previously defining the value of external load per minute for each exercise provides information which enables the load to be distributed bearing in mind qualitative or quantitative objectives under a variable which is valid for all exercises or sessions (Casamichana et al., 2013), and to apply it according to the players' needs at all times. This recording and analysis should be individual, since the profile of accelerations per exercise can vary according to the player, position and playing style (Boyd et al., 2013; Gonçalves et al., 2013; Rossi, Pappalardo, Cintia, Iaia, Fernandez, & Medina, 2017).

The technical staff can control the external load of each session, micro-cycle and meso-cycle, allowing the load dynamic to be objectively adjusted in order to keep the athletes in optimal condition for the demands of competition and attempt to lower potential injuries due to an excess or flawed load (Gabbett, 2016). This, in fact, has been found in different studies in which the players have to make a minimum of high-intensity accelerations and decelerations and travel a minimum distance per week, given that not performing a minimum quality external load could lead the player's risk of injury to increase significantly (Gabbett & Domrow, 2007; Caparrós et al., 2018).

However, recording the external load should be yet another variable to bear in mind within a broader vision of load control. Observing more variables, as well as other variables related to internal load, will make the load control a much more objective, precise and useful tool (Hullin & Gabbett, 2018) to properly manage training and injury-prevention.

Practical Applications

Control of the volume (min) and intensity of each exercise during the training session provides an objective value of the external load, allowing trainings to be designed in relation to quantity and quality of external load, which is applicable and specific to each session, player and period in the season. The objective of this tool is to optimise the training process and facilitate decision-making during the training process.

It can be applied not only in the spheres of preventing injuries and improving performance but also

cuenta estas variables para el control y gestión de la carga de entrenamiento, con los objetivos de mantener al jugador lo más alejado posible del umbral de aumento de riesgo (Gabbett, 2016) y mejor rendimiento (Borresen & Lambert, 2009). Definir previamente el valor de carga externa por minuto de cada ejercicio ofrece una información que permite distribuir la carga atendiendo a objetivos cualitativos o cuantitativos, bajo una variable válida para todos los ejercicios y sesiones (Casamichana et al., 2013), y poder aplicarlo según las necesidades de los jugadores en cada momento. Este registro y análisis debe ser individual, ya que el perfil de las aceleraciones por ejercicio puede variar en función del jugador, posición, estilo de juego (Boyd et al., 2013; Gonçalves et al., 2013; Rossi, Pappalardo, Cintia, Iaia, Fernandez, & Medina, 2017).

El cuerpo técnico puede controlar la carga externa de cada sesión, microciclo y mesociclo, permitiendo ajustar objetivamente la dinámica de cargas para poder mantener a los deportistas en un estado de forma óptimo para las exigencias de la competición y buscar reducir posibles lesiones por exceso o defecto de carga (Gabbett, 2016), como se ha visto en diferentes estudios en el que los jugadores deben realizar un mínimo de aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad y recorrer un mínimo de distancia a la semana, puesto que no realizar un mínimo de carga externa de calidad podría provocar que el riesgo de lesión del jugador se viese aumentado significativamente (Gabbett & Domrow, 2007; Caparrós et al., 2018).

Sin embargo, el registro de la carga externa debe ser una variable más a tener en cuenta dentro de la amplia visión del control de la carga. La observación de más variables, así como otras relativas a la carga interna, hará del control de carga una herramienta mucho más objetiva, precisa y útil (Hullin & Gabbett, 2018) para la adecuada gestión del entrenamiento y la prevención de lesiones.

Aplicaciones prácticas

El control del volumen (min) e intensidad de cada ejercicio durante la sesión de entrenamiento ofrece un valor objetivo de carga externa, permitiendo el diseño de los entrenamientos en relación con la cantidad de carga externa y su calidad, aplicable y específica para cada sesión y jugador y periodo de la temporada. Esta herramienta tiene el objetivo de optimizar el proceso de entrenamiento y facilitar la toma de decisiones durante el proceso de entrenamiento.

Su aplicación no solo se da en los ámbitos de la prevención de lesiones ni el rendimiento, sino también en

in processes of re-adaptation to training after sport injuries. Accelerometry allows the workload and its progression to be designed on a daily basis, specifically matching the capacity of the injured athlete.

Limitations of the Study

Despite the fact that significant correlations were observed, no significant relations were found when applying linear regressions. These results mean that we cannot claim that there is causality between the variables studied, but they do reinforce the multifactorial nature of sport training.

On the other hand, being able to obtain data on competition (whose regulations do not allow the use of accelerometry) allows us to more specifically define the conditional exigencies of the game and therefore the needs of the training by better contextualising the results obtained. Likewise, the results are applicable to a specific team and its players. In order to extrapolate these results, this study should be expanded to other teams within the category.

Conclusions

Levels of approach III and IV show a relationship with external load and could validate the distribution of tasks and external load proposed by the levels of approach in Schelling and Torres (2013).

The space where the exercises take place (half-court or full-court) bears no relationship with external load, but opposition may have a relationship in the number of high-intensity accelerations and decelerations per minute. The quality of the training is determined by the degree of opposition, not by playing half-court or full-court. However, we should note that playing without opposition, offering lower-quality external load, can be equally or even more intense in terms of high-intensity accelerations and decelerations than 5 × 5 half-court or full-court.

Future Prospects

Control of load, either with technological or ecological means, is part of training processes today, regardless of the degree of professionalization of the teams. This creates the need for a professional profile in Physical Activity and Sport Sciences specialised in this field within technical teams and clubs, guiding

procesos de readaptación al entrenamiento después de lesiones deportivas. La acelerometría permite el diseño diario de la carga de trabajo y su progresión de manera específica y ajustada a la capacidad del deportista lesionado.

Limitaciones del estudio

A pesar de haber correlaciones significativas observadas, no se han encontrado relaciones significativas aplicando regresiones lineales. Estos resultados no pueden afirmar que haya una causalidad entre las variables estudiadas, pero sí que refuerzan el carácter multifactorial del entrenamiento deportivo.

Por otro lado, el poder obtener datos relativos a la competición (cuyo reglamento no permite el uso de acelerometría), permitiría definir de manera más específica las exigencias condicionales del juego y por tanto las necesarias del entrenamiento, contextualizando los resultados obtenidos en mayor grado. De la misma manera, los resultados obtenidos son aplicables a un equipo concreto y a sus jugadores. Para extrapolar estos resultados sería necesario ampliar el estudio a otros equipos de la categoría.

Conclusiones

Los niveles de aproximación III y IV presentan una relación con la carga externa y podría validar la distribución de las tareas y la carga externa propuesta por niveles de aproximación de Schelling y Torres (2013).

El espacio en el que se desarrollan los ejercicios (media pista o todo el campo) no guardan relación con la carga externa, pero sí que la oposición puede tener relación en las aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad realizadas por minuto. La calidad del entrenamiento viene determinada por el grado de la oposición y no por el jugar a medio o todo el campo. Cabe destacar, pero, que el juego sin oposición, ofreciendo menos cantidad de carga externa, puede ser igual o más intenso, en término de aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad, que el 5 × 5 a media o toda pista.

Perspectivas de futuro

El control de carga, sea con medios tecnológicos o ecológicos, se integra en el proceso de entrenamiento actual, independientemente del grado de profesionalidad de los equipos. Se abre la necesidad de un perfil profesional de CAFDE especializado en este ámbito dentro de los equipos técnicos y clubes, orientando sus objetivos a

their objectives towards preventing injuries, optimising performance and re-adapting from sport injuries.

Conflict of Interests

No conflict of interest was reported by the authors.

la prevención de lesiones, optimización del rendimiento o a la readaptación de lesiones deportivas.

Conflicto de intereses

Los autores no han comunicado ningún conflicto de intereses.

References

- Abdelkrim, N. Ben, 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.
- Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295-310.
- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: Chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine* 50(8), 471-475.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sport Physiology and Performance*, 6, 311-321.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2013). Quantifying external load in Australian football matches and training using accelerometers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 44-51.
- Calleja-González, J., & Terrados, N. (2009). Indicadores para evaluar el impacto de carga en baloncesto, 1(3), 2008.
- Caparrós, T., Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Capdevila, L., Samuelsen, K., Hamilton, B., & Rodas, G. (2016). The relationship of practice exposure and injury rate on game performance and season success in professional male basketball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(3), 397-402.
- Caparrós, T., Casals, M., Solana, Á., Peña, J., & Vic, U. De. (2018). Low external workloads are related to higher injury risk in professional male basketball games. *Journal of Sports Science & Medicine*, (May 2017), 289-297.
- Carey, D. L., Ong, K. L., Whiteley, R., Crossley, K. M., Crow, J., & Morris, M.E. (2017.) *Predictive modelling of training loads and injury in Australian football*. arXiv preprint arXiv:1706.04336
- Carling, C., Gall, F. L., & Reilly, T.P. (2010). Effects of Physical Efforts on Injury in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 180-185
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., RomaN, J. S., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 369-374.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Abdelkrim, N. Ben, ..., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
- Colby, M. J., Dawson, B., Heasman, J., Roglaski, B., & Gabbett, T. J. (2014). Accelerometer and GPS-Derived running loads and injury risk in elite Australian footballers, 2244-2252.

Referencias

- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025-1042.
- Davies, M. J., Young, W., Farrow, D., & Bahnert, A. (2013). Comparison of small-sided games on agility demands in elite Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 139-147.
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & Koning, J. J. De. (2017). Monitoring training loads: The past, the present, and the future. *International Journals of Sports Physiology and Performance*, 12(12), S2-S8.
- Gabbett, T. J. (2013). Quantifying the physical demands of collision sports: Does microsensor technology measure what it claims to measure? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2319-2322.
- Gabbett, T. J. (2015). Relationship between accelerometer load, collisions, and repeated highintensity effort activity in rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3424-3431.
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 1-9.
- Gabbett, T. J., & Domrow, N. (2007). Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25(13), 1507-1519.
- Gabbett, T. J., & Ullah, S. (2012). Relationship between running loads and soft-tissue injury in elite team sports athletes. *Strength and Conditioning*, 21(4), 1155-1159.
- Gonçalves, B. V., Figueira, B. E., Maças, V., & Sampaio, J. (2013). Effect of player position on movement behaviour, physical and physiological performances during an 11-a-side football game. *Journal of Sports Sciences*, 32(2), 191-199.
- Hulin, B. T., & Gabbett, T. J. (2018). Indeed association does not equal prediction: The never-ending search for the perfect acute: chronic workload ratio. *British Journal of Sports Medicine*. Epub ahead of print: [23, May, 2018] doi:10.1136/bjsports-2018-099448.
- Klusemann, M. J., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Drinkwater, E. J. (2013). Activity profiles and demands of seasonal and tournament basketball competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 623-629.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387-397.
- 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, 75-86.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(3), 425-432.
- Oliveira-Da-Silva, L., Sedano-Campo, S., & Redondo Castán, J. C. (2011). Características del esfuerzo en competición en jugadoras de baloncesto de élite durante las fases finales de la Euroliga y el

- Campeonato del Mundo. *International Journal of Sport Science*, 216–229.
- Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, M., Fernandez, J., & Medina, D (2017). Effective injury prediction in professional soccer with GPS data and machine learning. Cornwell University Library, 23 May 2017, arXiv:1705.08079v1 [stat.ML]
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Kidcaff, A. P., Peucker, J. L., & Dalbo, V. J. (2015). Genderspecific activity demands experienced during semiprofessional basketball game play. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 618–625.
- Scanlan, A. T., Wen, N., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). The relationship between internal and external training load models during basketball training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2397–2405.
- Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2013). Conditioning for basketball: Quality and quantity of training. *Strength and Conditioning Journal*, 35(6), 89–94.
- Schelling, X., & Torres, L. (2016). Accelerometer load profiles for basketball-specific drills in elite players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(4), 585–591.
- Soligard T., Schweltnus M., Alonso J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, ... Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50:1030–1041. doi:10.1136/bjsports-2016-096581
- Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 121–127