

## Ratios de carga de trabajo aguda:crónica. Exploración de su aplicabilidad en baloncesto profesional.

### Chronic workload as a planning method. Pilot study as a management tool for professional basketball.

Beltran, X.,<sup>1</sup> & Caparrós, T.<sup>2,3</sup>

1. F.C. Barcelona; 2. Departamento de Salud y Ciencias Aplicadas. Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Barcelona, España); 3. SPARG Research Group, Universitat de Vic, Vic, España.

**Resumen:** El objetivo de este estudio es explorar la posible aplicabilidad de la carga de trabajo aguda: crónica (ACWR) en equipos de baloncesto profesional masculinos. Para ello se consideró su posible utilidad para la valoración del rendimiento y la lesionabilidad en los jugadores titulares. Se realizó un estudio observacional con la participación de dos quintetos titulares (n= 10) de dos equipos de la liga de baloncesto profesional americana (NBA). Los datos se obtuvieron durante los 82 partidos de temporada regular, cada jugador disputó  $67.5 \pm 12.99$  partidos, y no disputaron  $14.5 \pm 12.99$  por lesión. Las variables analizadas fueron: minutos jugados, aceleraciones, desaceleraciones, distancia recorrida, usage percentatge (USG) y sus respectivos ACWR, así como las lesiones time loss sufridas. No se observan relaciones entre rendimiento y lesiones, pero sí diferencias entre jugadores ( $p < .05$ ) con más rendimiento. Los valores de ACWR de carga externa podrían estar relacionados con el rendimiento ( $\chi^2 = 154.15$ ;  $p < .01$ ).

**Palabras clave:** Rendimiento, lesiones, carga externa, baloncesto, usage percentatge.

**Abstract:** The primary purpose of this study was to perform a first exploration about the applicability of the acute:chronic workload (ACWR) as a method for performance and injury management in starting five players of basketball teams. An observational retrospective cohort study involving two starting five (n= 10) of male professional basketball, using game tracking data. The data were obtained during the 82 regular season games, each player played a mean of  $67.5 \pm 12.99$  games, and did not play  $14.5 \pm 12.99$  per injury. The variables analyzed were: minutes played, accelerations, decelerations, distance covered, usage percentatge, their respective ACWR and injuries suffered (TLI). In the relationship between performance and injury rate no positive correlations have been found, but injuries behave differently ( $p < .05$ ) with players with higher performance. External load ACWR values may be related to the performance of the incumbent players ( $\chi^2 = 154.15$ ;  $p < .01$ ).

**Key Words:** Performance, injuries, external workload, basketball, usage percentage.

## Introducción

El baloncesto consiste en encestar en la canasta del rival realizando una serie de esfuerzos intermitentes, una alternancia de sprints cortos, de saltos y descansos activos o pasivos (Sánchez, 2007). En un partido de baloncesto profesional (NBA & baloncesto FIBA) se producen un gran número de sustituciones entre los 5 jugadores en pista y los del banquillo, por ese motivo es muy difícil predecir los minutos de juego de cada jugador (García-Manso, 2015; Schelling, 2012). Uno de los motivos de que se realicen tantas sustituciones es la importancia de conseguir que siempre se reproduzcan las acciones de juego con la mayor velocidad posible, sin que la explosividad decaiga durante el transcurso del partido (Sánchez, 2007). Para poder conseguir estos aspectos es importante integrar el control de la carga de trabajo. Esta carga que soportan los deportistas ya sea en un entrenamiento o durante una competición, es el conjunto de exigencias psicológicas y biológicas (carga interna) provocadas por las actividades de entrenamiento o competición (carga externa) (González-Badillo & Ribas, 2002).

En el baloncesto el método más usado para registrar las variables de carga de trabajo es el seguimiento de jugadores. Esta tecnología nos proporciona datos que pueden ayudar a dictaminar la carga externa (CE), usando los registros de variables como la aceleración, desaceleración, tiempo de juego, la distancia total recorrida, etc. (Caparrós et al., 2018; Cervone et al., 2016). En estos últimos años se han realizado varios estudios donde se ha usado la relación de la carga de trabajo aguda: crónica (ACWR) de Gabbett (Hulin et al., 2013) para controlar el riesgo de lesiones en los deportes de equipo (Buchheit, 2017; Caparrós et al., 2018; Hulin et al., 2013). Estas ratios se determinan dividiendo el promedio de la carga de trabajo aguda, generalmente los 7 últimos días de carga, con el promedio de la carga de trabajo crónica, los 28 últimos días de acumulación de carga. Esta carga de trabajo aguda representaría un marcador de fatiga y la carga de trabajo crónica un marcador de la acumulación de entrenamiento. Este hecho conlleva, que una mayor acumulación repentina en las cargas de trabajo crónica deriva a un mayor riesgo de lesión. Sin embargo, aumentos progresivos en la carga crónica de trabajo pueden desarrollar en los jugadores una tolerancia física a cargas aguadas más altas y, a la vez, mayor resistencia (Bowen et al., 2016; Bowen et al., 2019; Hulin et al., 2013; Hulin et al., 2016; Hulin et al., 2015; Murray et al., 2016).

Por lo tanto, el control de la CE mediante las ratios de ACWR permiten predecir el riesgo de lesión en los jugadores. La prevención de lesiones no puede limitarse al registro de una sola variable (ACWR); ya que es importante conocer las necesidades de los jugadores y los perfiles individuales de estos. Este control de diversas variables facilita mantener a los jugadores en su estado óptimo y, a la vez, saludables (Buchheit, 2017). Varios estudios, que usan las ratios de ACWR para su control de carga, definen los valores para poder predecir el riesgo de lesión en los jugadores. El valor del ACWR es dividido en diferentes rangos (1) muy bajo, ( $\leq 0.49$ ), (2) bajo, (0.50–0.99), (3) moderado, (1.0–1.49), (4) alto, (1.50–1.99) y (5) muy alto, ( $\geq 2.0$ ) (Murray et al., 2016). Las cargas de trabajo más altas pueden tener resultados positivos o influencias negativas en el riesgo de lesiones. En comparación con los jugadores que tienen una baja carga de trabajo crónica, los jugadores con una alta carga crónica son más resistentes a las lesiones con rango moderado-bajo a rango moderado-alto (0,85-1,35) agudo: crónico. A la vez, las relaciones de ACWR menos resistentes a las lesiones se producen cuando los jugadores son sometidos a "picos" en la carga de trabajo aguda, es decir, los rangos son altos o muy altos en el valor agudo: crónico (1.5– $\geq 2.0$ ) (Bowen et al., 2019; Hulin et al., 2015).

A pesar de que hay numerosos estudios que usan el ACWR para predecir las lesiones de sus jugadores, se han encontrado estudios que hacen referencia a las limitaciones de este método (Impellizzeri et al., 2020; Kalhoven et al., 2020). Es de vital importancia, entender estas limitaciones para poder hacer uso de este. Las limitaciones son (1) no siempre el valor 1.5 implica la predicción de la lesión ya que la carga influye de forma diferente a los jugadores debido a su

historial en la vida deportiva (Gabbett, 2018) o su perfil locomotor (Buchheit, 2017), (2) el uso de diferentes sistemas de monitorización en entrenamientos, partidos y selecciones en una misma temporada, ya que este hecho deriva a que el registro y el uso de estos datos no sea efectivo (Buchheit, 2017), (3) el ACWR no explica todas las lesiones, ya que hay lesiones que no vienen dadas por la carga de trabajo, horas de descanso, estrés, depresiones, etc. (Gabbett, 2018), (4) la regla del 10% de incremento en la carga de trabajo nos sirve como guía, y no como una forma segura de que no hay riesgo de lesión (Gabbett, 2018), (5) el control del ACWR dice que los incrementos o disminuciones de las cargas aumentan el riesgo de lesiones, pero es importante que en ciertos períodos de la temporada se produzcan estas variaciones en las cargas porque consiguen mayores adaptaciones fisiológicas (Gabbett, 2018), (6) limitar las sesiones a los jugadores que tengan riesgo de lesión, si los jugadores no entrenan, no se produce nunca tolerancia a la carga ni mejora de las cualidades físicas (Gabbett, 2018) y (7) los cálculos del ACWR no tienen en cuenta las variaciones en los horarios de práctica, los cuales pueden confundir en los registros y, a la vez, al método del control de carga (Bornn et al., 2019).

Por otro lado, estudios previos donde se buscan indicadores de rendimiento, que ayuden a predecir los resultados de los partidos en los deportes colectivos (Fox et al., 2018; Young et al., 2018) o para ver cuáles son las variables que permiten perfilar a los equipos ganadores y perdedores (García et al., 2013; Sampaio et al., 2010; Sampaio & Janeira, 2003). Los indicadores de rendimiento en el baloncesto pueden variar en función del momento de la temporada, es decir, en la temporada regular inciden más algunas variables y en los playoffs interfieren otras. Hay dos aspectos que resultan claves en el rendimiento del juego: (1), en la parte ofensiva, el porcentaje de los tiros de campo y (2), en la defensiva, en el control del rebote defensivo (García et al., 2013; Sampaio et al., 2010; Sampaio & Janeira, 2003). Los rebotes defensivos no solo son una variable defensiva, ya que el dominio de esta faceta conlleva a tener un mayor ritmo de partido, provocará más tiros abiertos y liberados (Sampaio et al., 2010). Este hecho provoca que aumente la carga de trabajo de los jugadores, porque aumentar el ritmo de juego implica una mayor distancia recorrida, mayor número de aceleraciones, desaceleraciones, etc. Por lo tanto, controlar con equilibrio el volumen de carga, recuperación de la fatiga y la prevención de la carga repercute de forma óptima en el rendimiento del equipo (Caparrós et al., 2016).

En el baloncesto europeo profesional, cuando más exitosa es la temporada se realizan más partidos y horas de entrenamiento. Como consecuencia, se produce un incremento de las lesiones en los equipos. Pero a la vez, este mayor número de lesiones no influyen en el rendimiento del equipo. No obstante, en la NBA, el número de lesiones sí que afecta al rendimiento, ya que los roles de los jugadores (titulares-suplentes) están muy definidos y la importancia de los titulares es mucho más significativa que en el baloncesto europeo (Caparrós et al., 2016). Se ha demostrado como en deportistas con valores en ACWR muy bajo (baja carga de trabajo crónica), como es el caso del baloncesto jugadores suplentes o con pocos minutos de juego, se pudo controlar el trabajo y modular las cargas sin que pudieran estar asociados a un mayor riesgo de lesión (Caparrós et al., 2018; Gabbett, 2016). En cambio, en deportistas cuyos valores de ACWR son muy altos (alta carga de trabajo crónica), como es el caso de jugadores titulares y que juegan muchos minutos, no se ha encontrado, de momento, la forma de modular sus cargas sin que interfieran a la asociación de lesionabilidad (Gabbett, 2018) en baloncesto profesional, como es el caso de otros deportes (Bowen et al., 2019; Hulin et al., 2016) A su vez, es precisamente con estos jugadores donde es necesaria una mejor gestión de la carga por su repercusión en el juego e inversión económica por parte de los clubes. En este contexto, el objetivo de esta investigación es el de realizar una primera exploración a cerca de la posible aplicabilidad del ACWR como herramienta para la valoración del rendimiento y la lesionabilidad en los jugadores titulares de un equipo de baloncesto profesional.

## Material y Método

### Procedimiento

Estudio observacional retrospectivo realizado entre los meses de octubre y abril de la temporada regular 2016-2017 de la National Basketball Association (NBA, Estados Unidos). En esta primera exploración se han obtenido datos relativos a CE, lesionabilidad y rendimiento de los 5 jugadores titulares (edad:  $28,12 \pm 4.01$  años; altura:  $200.4 \pm 9.99$  cm; peso:  $98.8 \pm 15.69$  kg) de dos equipos de la Conferencia Oeste de dicha competición (n= 10) durante 82 partidos. Los datos se han obtenido de fuentes públicas y webs de libre acceso. Los datos relativos a carga externa de STATS (<http://stats.com>) (SportsVU, Northbrook, IL, EUA), de lesiones en [www.rotoworld.com](http://www.rotoworld.com) y de rendimiento en <http://www.basketball-reference.com>. El uso de estos datos, atiende a los estándares de la Declaración de Helsinki, revisado en Fortaleza (Asociación Médica Mundial, 2013). Para el uso de estos valores se ha asignado un código de identificación a cada uno de los sujetos y equipos para mantener su identidad oculta y asegurar su anonimato. La clasificación de los datos relativos a lesionabilidad se ha basado en el consenso de la UEFA en la metodología para estudios epidemiológicos (Hägglund et al., 2005). Únicamente se han registrado las lesiones que causan baja (time loss), definida como cualquier lesión (de contacto y no contacto) que ocurre durante una sesión de entrenamiento o competición, y que provoca una ausencia en la próxima sesión de entrenamiento o partido, como mínimo.

Las variables de carga externa comprenden el tiempo de juego durante la competición (MIN), distancia recorrida durante la competición (DIS), y el total de aceleraciones (ACC) y deceleraciones (DEC) durante esta. La variable de rendimiento corresponde al estadístico utilizado en la NBA conocido como Usage Percentage (USG), que pondera las acciones del juego con relación a su participación en el partido (Martinez, 2010) (Tabla 1). Paralelamente se han valorado las variables de carga externa ACC, DEC, DIS y MIN y la de rendimiento USG con los ACWR (Hulin et al., 2013). Los valores obtenidos serán la carga de trabajo aguda: crónica de minutos (ACWRMin), la carga de trabajo aguda: crónica de aceleraciones (ACWRAcc), la carga de trabajo aguda: crónica de desaceleraciones (ACWRDec), la carga de trabajo aguda: crónica de distancia (ACWRDis) y la carga de trabajo aguda: crónica de Usage Percentatges (ACWRUsg). La relación de trabajo empleada ha sido a partir de la relación 4:16, ya que durante esa temporada los equipos disputaron 3.4 partidos por semana y este ratio podría ajustarse a su unidad de planificación y calendario.

**Tabla 1. Descripción de las variables de CE y rendimiento**

<b>Factores de seguimiento</b>	
<b>Variables fisiológicas</b>	Minutos (MIN). Minutos de juego jugados por cada jugador
<b>Variables de distancia</b>	Distancia (DIS). Distancia total recorrida (MI).
<b>Variables de carga mecánica</b>	Aceleración (ACC). Aumentó de la intensidad que se mantiene durante al menos en un segundo; Desaceleración (DEC). Disminución de la intensidad que se mantiene durante al menos en un segundo.
<b>Factores de no seguimiento</b>	
<b>Variables de rendimiento</b>	Usage percentatge (USG). Estimación del porcentaje de jugadas de un equipo utilizadas por un jugador mientras está en la pista = $100(CCI+0,44CII+BP) \cdot (MIN_{eq}/5) / (MIN \cdot (CCI_{eq}+0,44CII_{eq}+BP_{eq}))$
<b>Leyenda:</b> Eq: equipo; MIN: Minuto jugado; CCI: número de tiros de campo intentados; CII: número de tiros libres intentados, BP: número de pérdidas de balón	

## Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software JASP (Versión 0.9.2, Jasp Team. Amsterdam). Después de un análisis descriptivo de tendencia central, y atendiendo a la normalidad de la muestra., se determinó el grado de independencia entre los equipos con el Test de Mann-Whitney y entre jugadores con el Test de Kruskal- Wallis. Posteriormente, se determinaron con el Test de Mann-Whitney las posibles diferencias entre la lesionabilidad de los jugadores atendiendo a las variables de carga externa y así como de sus respectivas ACWR. Atendiendo al contexto específico del rendimiento deportivo, para este análisis se excluyeron los valores de los ACWR superiores a 3 (>3) así como los que eran igual a 0 (0) (Gabbett, 2018; Hulin et al., 2013; Lolli et al., 2017). Mediante el Test de correlación Rho de Spearman se analizaron las posibles relaciones entre las variables. Su valor oscila entre -1 y +1. Posteriormente, se realizó una regresión lineal múltiple para determinar la posible causalidad de las variables con el rendimiento y la lesionabilidad. Las magnitudes de las correlaciones fueron definidas atendiendo al criterio de Hopkins trivial: 0-0.09; baja: 0.10-0.29; moderada: 0.30-0.49; fuerte: 0.50-0.69; muy fuerte: 0.70-0.89; casi perfecta: 0.90-0.99; 1 perfecta. Atendiendo a los resultados, y la naturaleza de la muestra, finalmente se realizó un Análisis Factorial Exploratorio, con rotación ortogonal de factores (equamax), con el objetivo de poder determinar posibles relaciones entre las multivariadas de los ACWR de carga externa con el rendimiento (USG) de los jugadores. Para todos los casos, el grado de significación es de  $p < 0,01$ .

## Resultados

### Análisis Descriptivo

Los 10 jugadores titulares disputaron (promedio  $\pm$  DE)  $67.5 \pm 12.99$  partidos de los 82 de la temporada regular, y no disputaron  $14.5 \pm 12.99$  partidos por lesión. Sus valores de CE obtenidos para el equipo 1 fueron  $31.35 \pm 6.40$  MIN y para el equipo 2  $30.29 \pm 5.58$  MIN. En cuanto a ACC para el equipo 1  $458.9 \pm 103.7$  y para el equipo 2  $393.0 \pm 72.90$ ; DEC para el equipo 1  $358.0 \pm 79.44$  y para el equipo 2  $304.6 \pm 54.77$ ; DIS para el equipo 1  $2.16 \pm 0.44$  y el equipo 2  $2.00 \pm 0.35$ ; y en USG para el equipo 1  $21.87 \pm 6.39$  y para el equipo 2  $18.45 \pm 9.96$  (ver tabla 2). Los valores totales de partidos jugados por cada jugador titular, el máximo es 82 y el mínimo es 49. En los valores totales de partidos no disputados en los jugadores, el máximo es 33 y el mínimo es 0. Lesiones totales sufridas en el máximo es 8 y el mínimo es 0. El equipo 1 sufrió 18 y en el equipo 2, 8. En cuanto a USG en jugadores, el máximo es  $28.2 \pm 4.66$  (jugador 6) y el mínimo  $15.59 \pm 4.41$  (jugador 8); y por equipos, el equipo 1  $22.49 \pm 5.02$  y equipo 2  $22.65 \pm 4.90$  (ver tabla 3).

Los valores promedios ( $\pm$ DE) ACWR por equipos de las variables de CE y rendimiento son para el equipo  $11.30 \pm 0.50$  ACWRMIN y equipo 2  $1.16 \pm 0.33$  ACWRMIN. En cuanto a ACWRACC para el equipo 1  $1.30 \pm 0.50$  y para el equipo 2  $1.16 \pm 0.33$ ; ACWRDEC para el equipo 1  $1.30 \pm 0.50$  y para equipo 2  $1.16 \pm 0.33$ ; ACWRDIS para equipo 1  $1.30 \pm 0.5$  y para equipo 2  $1.16 \pm 0.33$ ; y ACWRUSG para el equipo 1  $1.27 \pm 0.46$  y equipo 2  $1.13 \pm 0.36$ . La relación empleada para el cálculo de estas ratios ha sido 4:16 (ver tabla 2). En base a estos datos, se puede comprobar como el equipo 1 muestra unos valores de CE más elevados que el equipo 2 (ver tabla 4).

**Tabla 2. Valores promedios ( $\pm DE$ ) por equipo de las variables de carga externa (CE) y rendimiento de los jugadores titulares (n= 10) de 2 equipos de la NBA durante 82 partidos de una temporada regular**

Variables de CE y Rendimiento	MIN		ACC		DEC		DIS		USG	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
Equipo	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Media	31.35	30.29	458.9	393.0	358.0	304.6	2.16	2.00	21.87	18.45
Desviación est.	$\pm 6.40$	$\pm 5.58$	$\pm 103.7$	$\pm 72.90$	$\pm 79.44$	$\pm 54.77$	$\pm 0.44$	$\pm 0.35$	$\pm 6.39$	$\pm 9.96$
Rango	7.96	15.82	111.0	185.0	83.00	156.0	0.54	0.97	5.9	0.00
Mínimo-Máximo	43.31	44.91	723.0	656.0	523.0	516.0	3.04	2.99	44.70	39.30

**Leyenda:** MIM: minutos de juego; ACC: aceleraciones; DEC: desaceleraciones; DIS: distancia; USG: Usage percentatge

**Tabla 3. Valores totales de partidos disputados, no disputados y lesiones sufridas en la temporada y promedio ( $\pm DE$ ) de la variable rendimiento (USG) de los jugadores titulares (n= 10) de 2 equipos de la NBA durante 82 partidos de una temporada regular.**

	JUGADORES										EQUIPOS		
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	E1	E2	
Partidos jugados	50	49	73	59	81	61	61	81	78	82	-	-	
Partidos no disputados	32	33	9	23	1	21	21	1	4	0	-	-	
Número lesiones en temporada	3	4	2	8	1	3	3	0	2	0	18	8	
Media	21.12	23.4	27.81	23.29	16.81	28.2	24.72	15.59	22.22	22.63	22.49	22.65	
Desviación est.	$\pm 5.90$	$\pm 4.21$	$\pm 4.81$	$\pm 5.69$	$\pm 4.5$	$\pm 4.66$	$\pm 4.68$	$\pm 4.41$	$\pm 4.53$	$\pm 6.25$	$\pm 5.02$	$\pm 4.90$	

Leyenda: J1: jugador 1, J2: jugador 2, J3: jugador 3, J4: jugador 4, J5: jugador 5, J6: jugador 6, J7: jugador 7, J8: jugador 8, J9: jugador 9, J10: jugador 10, E1: Equipo 1, E2: Equipo 2, TL1: Total lesiones que causa baja; USG: Usage Percentatge, Leyenda: ACWRMIN: carga de trabajo aguda:crónica de minutos; ACWRACC : carga de trabajo aguda:crónica de aceleraciones; ACWRDEC: carga de trabajo aguda:crónica de desaceleraciones; ACWRDIS: carga de trabajo aguda:crónica de distancia; ACWRUSG: carga de trabajo aguda:crónica de Usage Percentatges.

**Tabla 4. Valores promedios ( $\pm DE$ ) por equipo de las ACWR de carga externa (CE) y rendimiento de los jugadores titulares (n= 10) de 2 equipos de la NBA durante 82 partidos de una temporada regular.**

Ratios A/C	ACWRMIN	ACWRACC	ACWRDEC	ACWRDIS	ACWRUSG	
<b>Equipo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Media</b>	<b>1.30</b>	<b>1.16</b>	<b>1.30</b>	<b>1.16</b>	<b>1.16</b>	<b>1.27</b>
<b>Desviación est.</b>	<b><math>\pm 0.50</math></b>	<b><math>\pm 0.33</math></b>	<b><math>\pm 0.50</math></b>	<b><math>\pm 0.33</math></b>	<b><math>\pm 0.33</math></b>	<b><math>\pm 0.46</math></b>
<b>Rango</b>	0.30	0.42	0.35	0.42	0.43	0.32
<b>Mínimo</b>	2.95	2.29	2.30	2.26	2.30	2.81
<b>Máximo</b>		2.94	2.32	2.26	2.30	2.81

## Análisis Descriptivo

Atendiendo a los resultados obtenidos con el Test de Mann-Whitney, los ACWR se comportaron de manera independiente en cada equipo para cada una de las variables de carga externa y rendimiento: ACWRMIN ( $W= 32770$ ;  $SE= 0.13$ ;  $p<.01$ ); ACWRACC ( $W= 32756$ ;  $SE= 0.13$ ;  $p<.01$ ); ACWRDEC ( $W= 32723$ ;  $SE=0.13$ ;  $p<.01$ ); ACWRDIS ( $W= 38204$ ;  $SE= 0.14$ ;  $p<.01$ ) y ACWRUSG ( $W= 33561$ ;  $SE= 0.18$ ;  $p<.01$ ). A su vez, atendiendo a los resultados del Test de Kruskal-Wallis, todas las variables también mostraron una posible independencia para cada uno de los 10 jugadores de la muestra: ACWRMIN ( $H= 25.54$ ;  $p<.01$ ), ACWRACC ( $H= 26.14$ ;  $p<.01$ ), ACWRDEC ( $H= 24.06$ ;  $p<.01$ ), ACWRDIS ( $H= 25.63$ ;  $p<.01$ ) y ACWRUSG ( $H= 24.79$  y  $p<.01$ ). Posteriormente, se valoraron las posibles diferencias significativas entre ambos equipos. Atendiendo al Test de Mann-Whitney, se observa que para los ACWR de las variables de carga externa y rendimiento en relación a cuando un jugador se lesiona ninguno de estos ACWR se comporta de manera diferente ( $p<.05$ ). Con el mismo test y en relación a la lesionabilidad, se observan diferencias significativas entre el equipo 1 y el 2 ( $W= 34750$ ;  $SE= 0.03$ ;  $p= 0.03$ ). Con el mismo test se analizan las variables de los partidos de CE y rendimiento de cada jugador y sus posibles diferencias entre la variable lesión o no lesión. En este caso sí se observan posibles diferencias significativas para una variable de CE, MIN ( $W= 6603$ ;  $SE= 0.26$   $p<.05$ ) y la variable de rendimiento USG ( $W= 3606$ ;  $SE= -0.29$ ;  $p< .05$ ). Para las variables DIS, ACC y DEC no se observan diferencias ( $p<.05$ ).

Mediante el Test Rho de Spearman se valoraron las posibles relaciones entre las variables de CE, rendimiento, lesionabilidad y los ACWR (ver tabla 5). A pesar de darse relaciones muy fuertes o casi perfectas y significativas ( $p<.05$ ) entre las propias variables de carga externa y entre los propios ratios (lo que es metodológicamente poco relevante), las relaciones entre los valores absolutos y sus respectivos ratios existentes son bajas para ACC y ACWRACC ( $\rho= 0.13$ ;  $p<.01$ ); DEC y ACWRDEC ( $\rho= 0.14$ ;  $p<.01$ ); DIS y ACWRDIS ( $\rho= 0.14$ ;  $p<.01$ ) y USG y ACWRUSG ( $\rho= 0.24$ ;  $p<.01$ ). No se observa ninguna relación entre variables de carga o ratios con lesionabilidad (TLI) ni rendimiento (USG). Finalmente, se realizó un análisis Factorial Exploratorio, para explorar las posibles relaciones multivariantes de los ACWR de CE con el USG como factor de rendimiento. Los ACWR, ACWRACC, ACWRDEC, ACWRDIS y ACWRMIN, podrían estar relacionados en conjunto con el rendimiento de los jugadores titulares de los equipos analizados:  $X^2= 154.15$ ;  $p<.01$  (ver tabla 6).



Tabla 5. Correlación de Rho de Spearman entre ratios A/C (ACWRACC, ACWRDEC, ACWRDIS y ACWRUSG), valores absolutos (USG, MIN, ACC, DEC, DIS) de carga externa y rendimiento y lesionabilidad.

TLI	rh	o	N														
			TLI	USG	ACWRMI	ACWRACC	ACWRDEC	ACWRDIS	ACWRUSG	MIN	ACC	DEC	DIS				
USG	p-	—															
	rh	0.10															
ACWRMIN	p	.02															
	rh	-0.01															
ACWRACC	p	.50															
	rh	-0.02															
ACWRDEC	p	.40															
	rh	-0.01															
ACWRDIS	p	.45															
	rh	-0.01															
ACWRUSG	p	.49															
	rh	0.03															
MINUTES	p	.45															
	rh	0.09															
ACCELS	p	.15															
	rh	0.06															
DECCELS	p	.18															
	rh	0.06															
DISTANCE	p	.19															
	rh	0.06															

Leyenda: ACWRMIN: carga de trabajo aguda:crónica de minutos; ACWRACC : carga de trabajo aguda:crónica de aceleraciones; ACWRDEC: carga de trabajo aguda:crónica de desaceleraciones; ACWRDIS: carga de trabajo aguda:crónica de distancia; ACWRUSG: carga de trabajo aguda : crónica de Usage Percentatge; MIN: minutos de juego; ACC: aceleraciones; DEC: desaceleraciones; DIS: distancia; USG: Usage percentatge; TLI: total lesiones que causa baja; \*cuando p<.05; \*\* cuando p<.01

**Tabla 6. Análisis Factorial Exploratorio cuyo modelo multivariable muestra la correlación ACWRMIN, ACWRACC, ACWRDEC y ACWRDIS con el USG**

Matriz de correlación factorial		
	Factor 1	Verosimilitud
USG	.	1.00
ACWRACC	0.99	0.004
ACWRDEC	0.99	0.004
ACWRDIS	0.99	0.002
ACWRMIN	0.99	0.005

**Nota: Método de rotación aplicado: equamax.**

**Leyenda: ACWRMIN: carga de trabajo aguda:crónica de minutos; ACWRACC : carga de trabajo aguda:crónica de aceleraciones; ACWRDEC: carga de trabajo aguda:crónica de desaceleraciones; ACWRDIS: carga de trabajo aguda:crónica de distancia; USG: Usage percentatge.**

Correlación factorial

Factor 1	
Factor 1	1.00

#### Test Chi-cuadrado

	Valor	df	p
Modelo	154.15	5	< .001

**Leyenda: Valor: valor del Test de chi-cuadrado; df: grado de libertad; p: significatividad de la prueba.**

## Discusión

Esta es una primera aproximación para valorar la posible aplicabilidad de los ACWR en el baloncesto profesional, realizada en el contexto específico de dos equipos durante una temporada. El hallazgo más relevante de esta propuesta es que los valores de ACWR para CE podrían estar relacionados con el rendimiento de los jugadores titulares de los equipos analizados. Una vez analizados los valores de los ACWR de cada quinteto titular se podría valorar su independencia tanto para cada equipo como jugador, confirmando la especificidad de los ACWR a cada atleta y contexto (Rossi et al., 2018). Esta posible independencia entre los jugadores conllevaría que cada jugador debe tener unas características en función de su equipo, posición de juego y rol, que deben ser valoradas individualmente para obtener el máximo rendimiento del equipo (Sampaio et al., 2009). Este perfil individual no solo viene determinado por el equipo en el que se encuentra en ese momento, sino que, atendiendo a la multifactorialidad del fenómeno deportivo (Impellizzeri et al., 2019; Soligard et al., 2016), también a otros factores como la edad, historial del jugador, etc. (Blanch & Gabbett, 2016).

A partir de los resultados descriptivos obtenidos se observa como el equipo 1 tiene valores medios de CE y ACWR superiores respecto al equipo 2, (ver tabla 3) y estadísticamente diferentes en todas sus variables ( $p < .01$ ). No obstante, los dos equipos han conseguido el mismo registro de victorias/derrotas (51-31) y un valor parecido de la media de USG, en el equipo 1, USG:  $22.49 \pm 5.02$ , respecto al equipo 2, USG:  $22.65 \pm 4.09$  (tabla 3). Este hecho muestra que el

rendimiento puede ser el mismo independientemente de la CE asumida por equipo e integrantes de los quintetos, comportandose de forma individualizada (Fox et al., 2018; Impellizzeri et al., 2019; Soligard et al., 2016). Bajo estas premisas, sería posible determinar y modular aquellos valores de CE en los que cada jugador pueda obtener mejor rendimiento, acotado a unos límites dado que valores CE baja o muy alta influyen de forma negativa tanto al rendimiento (Fox et al., 2018). En este sentido, también se ha observado una relación de la CE con el riesgo de lesión en diferentes deportes (Bowen et al., 2019; Caparrós et al., 2018; Gabbett, 2016; Gabbett et al., 2012; Hulin et al., 2013). En esta exploración, el equipo 1, con valores de CE y ratios superiores, también podrían tener relación respecto a sus diferencias en las TLI (ver tabla 3) con 18 lesiones, por 8 del equipo 2 de su quinteto titular ( $p=0.03$ ). Los datos coinciden con estudios anteriores afirman que un mayor volumen de CE puede implicar un mayor rendimiento (Caparrós et al., 2016). A pesar de no encontrarse una correlación positiva entre las tasas de lesiones y el rendimiento, sí que las lesiones se comportan de manera diferente ( $p=0.02$ ) con los jugadores con más rendimiento que los que no (USG de  $24.49 \pm 5.78$  respecto  $19.87 \pm 8.69$ ). Las lesiones del jugador son más probables que ocurran en los mejores jugadores. Jugadores, de otros deportes colectivos, que tienen registros más elevados en el ACWR tienen una mayor incidencia en las lesiones sufridas que los jugadores con bajos ACWR (Bowen et al., 2019; Gabbett, 2018; Hulin et al., 2016).

Ahora bien, únicamente se podrían valorar algunas relaciones significativas de baja o muy baja magnitud (Hopkins, 2002) de los valores de absolutos CE con la lesionabilidad o el rendimiento TLI y USG ( $\rho=0.10$ ;  $p<0.02$ ), TLI y Minutes ( $\rho=-0.09$ ;  $p<0.05$ ). En este caso, tampoco los ACWR de CE y rendimiento se comportan diferente cuando un jugador se lesiona o no se lesiona. Sin embargo, estudios previos han encontrado una relación directa entre el aumento de CE y lesiones sufridas (Belk et al., 2018), el 65.4% de los jugadores que sufren lesiones es porque han disputado 3 partidos en los 5 días previos a la lesión; relaciones entre el ACWR alto (Bowen et al., 2019; Gabbett, 2018; Hulin et al., 2016) y ACWR bajo (Gabbett, 2018) con lesiones y una relación negativa entre el rendimiento del equipo y las tasas de lesión (Fox et al., 2018), si los roles están muy definidos como es el caso de la NBA.

En el caso del rendimiento, el Análisis Factorial exploratorio nos indicaría una posible relación entre el rendimiento (USG) y las ratios de carga externa (ACWRMIN, ACWRACC, ACWRDEC y ACWRDIS). Anteriormente se han relacionado datos cuantitativos (aceleraciones) con datos cualitativos, (indicadores de rendimiento) encontrando ciertas relaciones significativas entre ambos datos (Fox et al., 2018; Maymin, 2018). A su vez, otra variable de CE, distancia, ha sido estudiada y se han encontrado ciertas correlaciones con rendimiento (Fox et al., 2018). En el caso del fútbol australiano encontrar indicadores de rendimiento que están asociados al resultado final, ganar un partido, y forma de juego, metros ganados con posesión de balón son claves para poder predecir el rendimiento (Young et al., 2018). Esta relación entre el USG y el ACWR, permitiría considerar el uso de los ratios como una herramienta aplicable para la gestión de la carga (Gabbett, 2018). Un control de la carga orientado a que el equipo obtenga un rendimiento óptimo, dirigido a acotar valores de CE bajo las premisas de que una baja CE implica que los equipo no obtienen las adaptaciones positivas necesarias para la competición (Fox et al., 2018) o una alta CE puede causar una mala adaptación que ven afectado el rendimiento (Fox et al., 2018). En un contexto concreto, su aplicabilidad podría determinarse con la comparación de equipos del mismo perfil de juego (Rossi et al., 2018) o categoría (Young et al., 2018).

Este estudio es una primera exploración, y tiene ciertas limitaciones. Se refiere a una muestra reducida y en un contexto específico. Para valorar su posible aplicabilidad requeriría una muestra mayor y el registro de más de una temporada. Los datos se obtuvieron de recursos públicos de acceso abierto, por lo tanto, se limita la validez externa de los resultados. Sería interesante de cara a poder validar los datos, que estos fueran provenientes de equipos profesionales. A su vez, los datos obtenidos solo representan a los datos recogidos en los partidos y para poder ajustar, adecuadamente, la carga de trabajo es necesario los datos de los entrenamientos que se han realizado durante la temporada (Caparrós et al., 2018). Otra limitación de este estudio es que no había ningún estudio previo realizado sobre la relación de la CE con el rendimiento y

lesionabilidad que usará el ACWR como método de gestión, ha sido imposible comparar resultados de diferentes estudios con los obtenidos en este. Por otro lado, de todos los estudios donde se ha usado el método de ACWR de Gabbett, ninguno de ellos hace referencia al procesamiento de excluir los datos con valores superiores a  $>3$ , aunque haya alguno que haga un procesamiento de los datos parecido (Hulin et al., 2013). Otra limitación es el tamaño de la muestra ( $n=10$ ), una muestra de esta magnitud puede ser insuficiente para detectar con precisión la significación estadística (Fox et al., 2018) y el no usar una gran cantidad de indicadores de rendimiento, puede interferir en la precisión de la estadística para predecir los resultados en deportes de equipo (Young et al., 2018). El usar una gran cantidad de indicadores de rendimiento puede mejorar la precisión de la estadística para predecir los resultados en deportes de equipo (Young et al., 2018).

No se ha encontrado ningún estudio previo que se determinara la carga externa de los jugadores y/o equipos para gestionar el rendimiento y la lesionabilidad, tal y como se ha analizado en este estudio. El uso de ACWR solo se han visto reflejados en relación con la posible incidencia de las cargas externas sobre el riesgo de lesión en jugadores de baloncesto (Caparrós et al., 2018) y en otros deportes colectivos (Bowen et al., 2019; Buchheit, 2016; Hulin et al., 2016), pero no del rendimiento deportivo. A pesar de no haber encontrado ninguna relación significativa en la metodología usada respecto a lesionabilidad, sí que se estos ofrecerían la posibilidad de seguir explorando su posible relación con el rendimiento deportivo de los jugadores. El uso de los ratios de ACWR para gestionar la carga de trabajo, (Bornn et al., 2019; Bowen et al., 2019) permitiría modular la planificación de la CE en relación con el calendario competitivo. descansos de los jugadores al inicio de temporada (Hulin et al., 2013; Williams et al., 2016) no tiene repercusión en los momentos decisivos de temporada donde es necesario el mejor rendimiento de los jugadores. Mejorar la recuperación de fatiga en los momentos previos a los tramos decisivos sí que ayudan a mejorar ambos aspectos, salud y rendimiento (Belk et al., 2018).

## Conclusión

Se observan posibles diferencias significativas entre los valores de CE y rendimiento con la lesionabilidad de los jugadores titulares de dos equipos de la NBA durante una temporada, sin que esto ocurra con sus ACWR 4:16 respectivos. No se determinaron relaciones significativas destacables respecto a los valores de carga y las lesiones, ni con los ratios ACWR 4:16 de dichas variables, pero sí se establece una posible relación entre los ratios ACWR de CE y el rendimiento (USG) para este grupo concreto de jugadores.

## Aplicaciones Prácticas

La creación de perfiles específicos para cada equipo y jugador nos podría aproximar a los valores de CE que permitieran ser relacionados con un rendimiento y disponibilidad óptimos. En este sentido, el uso de indicadores de rendimiento más específicos (Young et al., 2018) y la exploración de variables del juego como tipos de lanzamiento, posesiones por partido, % de rebote ofensivo, ritmo de juego, etc, podrían aportar información relevante para el staff técnico y entrenadores.

## Bibliografía

- Belk, J., Marshall, H., Mccarty, E., & Kraeutler, M. (2017). The effect of regular-season rest on playoff performance among players in the National Basketball Association. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5.
- 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.
- Bornn, L., Ward, P., & Norman, D. (2019). Training schedule confounds the relationship between acute:chronic workload ratio and injury: a causal analysis in professional soccer and american football. MIT Sloan Sports Analytics Conference, 1-2 March 2019, Boston MA.

- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., & Li, F. X. (2016). Accumulated workloads and the acute:chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 452–459.
- Bowen, L., Gross, A.S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F.X. (2019). Spikes in acute: chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. *British Journal of Sports Medicine*, 54, 731-738.
- Buchheit, M. (2017). Applying the acute:chronic workload ratio in elite football: worth the effort? *British Journal of Sports Medicine*, 51, 1325-1327.
- Caparrós, T., Alentorn-Geli, E., Myer, G., Ortís, L., Samuelsson, 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 & Medicine*, 15, 397-402.
- Caparrós, T., Casals, M., Solana, A., & Peña, J. (2018). Low external workloads are related to higher injury risk in professional male basketball games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17, 289-297.
- Cervone, D., D'Amour, A., Bornn, L., & Goldsberry, K. (2016). A multiresolution stochastic process model for predicting basketball possession outcomes. *Journal Of The American Statistical Association*, Vol. 111, Iss. 514.
- Fox, J., Stanton, R., Sargent, C., Wintour, S., & Scanlan, A. (2018). The association between training load and performance in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 48.
- Gabbett, T.J. (2018). Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*, 54, 58-66.
- 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.
- Gabbett, T.J., Stein, J.G., Kemp, J.G., & Lorenzen C. (2012). Relationships between tests of physical qualities and physical match performance in elite rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1539-1545.
- García, J., Ibáñez, S.J., De Santos, R.M., Leite, N., & Sampaio, J. (2013). Identifying basketball performance indicators in regular season and playoff games. *Journal of Human Kinetics*, 36, 161-168.
- García-Manso, J.M., Martín-González, J. M., Guerra, Y., Valverde, T., & Jiménez, S. L. (2015). Last minute in NBA games. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 32-35.
- González –Badillo, J.J., & Ribas, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza. Barcelona: *INDE*, 2002.
- Häggglund, M., Waldén, M., Bahr, R., & Ekstrand, J. (2005). Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 340-346.
- Hopkins, W.G. (2002). A scale of magnitudes for effect statistics. *Sportscience*, 5, 1-7.

- Hulin, B.T., Gabbett, T.J., Blanch, P., Chapman, P., Bailey D., & Orchard, J.W. (2013). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 708-712.
- Hulin, B., Gabbett, T.J., Caputi, P.; Lawson, D., & Sampson, J. (2016). Low chronic workload and the acute:chronic workload ratio are more predictive of injury than between-match recovery time: A two-season prospective cohort study in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 50.
- Hulin, B., Gabbett, T.J., Lawson, D., Caputi, P., & Sampson, J. (2015). The acute: Chronic workload ratio predicts injury: High chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 1-7.
- Kalkhoven, J., Coutts, A. J., & Impellizzeri, F. M. (2020). Training load error is not a more accurate term than 'overuse' injury. *British Journal of Sports Medicine*, 54(15), 934-935.
- Impellizzeri, F., Marcora, S., & Coutts, A. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14, 1-4.
- Impellizzeri, F., Woodcock, S., Coutts, A. J., Fanchini, M., McCall, A., & Vigotsky, A. (2020). Acute to random workload ratio is 'as' associated with injury as acute to actual chronic workload ratio: time to dismiss ACWR and its components. SportRxiv.
- Lolli, L., Batterham, A.M., Hawkins, R., Kelly, D.M., Strudwick, A. J., Thorpe, R., Gregson, W., & Atkinson, G. (2017). Mathematical coupling causes spurious correlation within the conventional acute-to-chronic workload ratio calculations. *British Journal of Sports Medicine*, 53, 921-922.
- Martínez, J. A. (2010). Una revisión de los sistemas de valoración de jugadores de baloncesto (I). Descripción de los métodos existentes. *Revista Internacional de Derecho y Gestión del Deporte*, 10.
- Maymin, P. (2013). Acceleration in the NBA: Towards an algorithmic taxonomy of basketball plays. 7º Anual MIT SLOAN. Sports Analytics Conference. March 1-2. 2013. Boston convention and exhibition center.
- Murray, N.B., Gabbett, T.J., Townshend, A.D., & Blanch, P. (2016). Calculating acute:chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 749-754.
- Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, F.M., Fernández, J., & Medina, D. (2018). Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. *PLoS ONE*, 13(7), e0201264.
- Sampaio, J., Drinkwater, E., & Leite, N. (2010). Effects of season period, team quality, and playing time on basketball players game-related statistics. *European Journal of Sport Science*, 10, 141-149.
- Sampaio, J., & Janeira, M. (2003). Statistical analyses of basketball team performance: Understanding teams' wins and losses according to a different index of ball possessions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 3, 40-49.

Sampaio, J., Lorenzo, A., Gómez, M.A., Matalarranha, J., Ibáñez, S., & Ortega del Toro, E. (2009). Análisis de las estadísticas discriminantes en jugadores de baloncesto según su puesto específico, en las finales de las competiciones europeas (1988-2006). Diferencias entre jugadores titulares y suplentes. *Apunts. Educación física y deportes*, 96(2), 53-58.

Sánchez, M. (2007). El acondicionamiento físico en el baloncesto. *Apunts medicina de l'esport*, 154, 99-107.

Schelling, X. (2012). Exigencia en baloncesto: Carga Externa e Interna. *Deporte, Salud y Entrenamiento*, 11, 6-23.

Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J.M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, P., Gabbett T., Gleeson, M., Hägglund, M., Hutchinson, M.R., Janse van Rensburg, C., Khan, K.M., Meeusen, R., Orchard, J.W., Pluim, B.M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2017). 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.

Williams, S., West, S., Cross, M., & Stokes, K. (2016). Better way to determine the acute:chronic workload ratio? *British Journal of Sports Medicine*, 51.

Young, C., Luo, W., Gatin, P., Tran, J., & Dwyer, D. (2018). The relationship between match performance indicators and outcome in australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(4), 467-471.