

Article

Control de la Carga Interna en Deportes Colectivos. Relación con el Rendimiento, la Fatiga y la Prevención de Lesiones

Mg. Mauricio Moyano, D. Guillermo Peña García-Orea y D. Juan Ramón Heredia Elvar

¹Master en Prevención de Lesiones y Readaptación Físico Deportiva, y Entrenamiento Personalizado. Master en Actividad Física: Entrenamiento y Gestión Deportiva. Licenciado en Educación Física. Profesor en Educación Física. Docente de Universidad Provincia

²Secretario General del IICEFS. Responsable académico área Entrenamiento, salud y rendimiento. Doctorando en ciencias de la actividad física y del deporte Licenciado Ciencias Actividad Física y Deporte Maestro especialista en educación física Master Alto

³Director General Instituto Internacional Ciencias del Ejercicio Físico y Salud (IICEFS) Licenciado Ciencias Actividad Física y Deporte Máster Investigación Medicina Clínica Máster Prevención y Readaptación Lesiones Máster Alto Rendimiento Deportivo Posgra

Índice

- Entrenamiento y sus objetivos.
- Demandas físicas generales de los deportes colectivos.
- Deportes colectivos y fatiga.
- Carga de entrenamiento.
- Monitoreo de la carga de entrenamiento.
 - Monitoreo de carga externa.
 - Monitoreo de carga interna.
- Cuantificación de la carga de trabajo en deportes colectivos (ejemplo en baloncesto).
- Microtecnología.
- Calificación del esfuerzo percibido en la sesión (sRPE).
- Herramientas para el monitoreo de fatiga del deportista.
- La carga de entrenamiento/competencia y su relación con lesiones.

1. Entrenamiento y sus objetivos

Teniendo en cuenta el concepto propuesto por García Manso (1999), se puede entender el entrenamiento como un proceso en el que el deportista es sometido a estímulos conocidos y planificados (denominados “carga de entrenamiento”) que provocan en él/ella una fatiga controlada que, tras los suficientes y adecuados procesos de recuperación, conllevan una mejora del rendimiento deportivo específico para cada disciplina deportiva.

Según lo publicado por Lancome, Simpson, y Buchheit (2018), la evaluación de varios aspectos de entrenamiento debe ayudar a obtener una visión más integral de la relación dosis/carga-respuesta/efecto de los deportistas en el proceso de entrenamiento. Las razones de este interés están dadas en la necesidad de individualizar los entrenamientos para mejorar los rendimientos y disminuir los riesgos de lesión. Así es que, siguiendo los altos costos causados por las lesiones en el deporte profesional (12,5 millones de dólares de promedio por año por equipo de fútbol en las cuatro mejores ligas del mundo), y su fuerte relación con el rendimiento del equipo, debe ser de gran interés en cualquier grupo de trabajo en los

deportes colectivos (como el baloncesto), intentar cumplir con los dos objetivos generales: mejorar el rendimiento y disminuir lesiones en los deportistas. Por lo que el conocimiento y adecuado manejo de la carga en los entrenamientos y las competencias es un elemento fundamental a día de hoy.

2. Demandas físicas generales de los deportes colectivos

Actualmente los deportes colectivos demuestran un aumento en las demandas físicas de la competencia debido a los cambios en las reglas y la evolución de estrategias (Ben Abdelkrim, El Fazaa, y El Ati, 2007; Cormery, Marcil, y Bouvard, 2008). Así es el caso del baloncesto, donde los jugadores requieren una adecuada aptitud física para poder jugar con éxito, incrementar las posibilidades de ganar, y paralelamente disminuir riesgos de lesión (Schelling y Torres Ronda, 2016).

Las principales características que poseen los jugadores de los deportes colectivos en donde se comparte el terreno de juego con los oponentes (como el fútbol, baloncesto, balonmano, rugby, hockey sobre césped, y otros) son: acelerar, desacelerar, cambiar de dirección más rápido que el oponente, y mantener la suficiente estabilidad dinámica soportando los contactos y los empujes o tracciones de los oponentes en el juego, saltar más alto y rápido que los adversarios, y ser capaz de hacer los tres puntos anteriormente marcados más cantidad de veces que sus adversarios en el transcurso de la competencia con menos fatiga (Schelling y Torres Ronda, 2016). Además, estas acciones deben llevarse a cabo con compañeros de equipo, contra los oponentes y en relación a un balón y a un campo de juego, lo que significa de manera óptima en relación a un contexto específico (Martín Acero y Lago Pena, 2002). Una acción "óptima" no necesariamente requiere el máximo potencial del jugador, pero tiene sentido pensar que un mayor potencial permitirá una mayor disponibilidad de recursos (Schelling y Torres Ronda, 2016).

Aunque existe variabilidad del sistema de energía predominante en los diferentes deportes colectivos, distintos autores coinciden en que en estos se manifiesta una actividad física intermitente de alta intensidad que requiere una aptitud aeróbica y anaeróbica bien desarrollada (McInnes, Carlson, Jones, y McKenna, 1995).

Si se toma como ejemplo el baloncesto, Castagna, Manzi, D'Ottavio, Annino, Padua y Bishop (2007), resumen muy bien el estado de conocimiento actual sobre el tema con la siguiente apreciación: "Aunque el rendimiento depende principalmente de la capacidad anaeróbica de los jugadores (Apostolidis, Nassis, Bolatoglou, y Geladas, 2004), la aptitud aeróbica de alta intensidad también resulta importante para mejorar el rendimiento, específicamente la potencia aeróbica máxima (VO₂ máx.), que resulta útil para acelerar la recuperación entre los esfuerzos anaeróbicos durante el juego (Tomlin y Wenger, 2001). "Además, es crucial tener en cuenta que las demandas físicas dependen de la edad (Castagna, Manzi, D'Ottavio, Annino, Padua y Bishop, 2007), sexo (Delextrat y Cohen, 2009), posición de juego (Ben Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, y Castagna, 2010) y tiempo que debe soportarse o repetirse un determinado grado de esfuerzo (Caterisano, Patrick, Edenfield y Baston, 1997).

La capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad (habilidad de repetir sprints -RSA-) es un importante componente de aptitud física específica en los deportes de equipo (Girard, Mendez-Villanueva y Bishop, 2011; Spencer, Bishop, Dawson y Goodman, 2005). De esta manera, las acciones características de estos deportes son aceleraciones y desaceleraciones de diversa intensidad y de corta duración, saltos a dos pies y a un pie, giros, acciones con y sin balón, lanzamientos y pases con miembros superiores (baloncesto, balonmano), remates y pases con miembros inferiores (fútbol), acciones de empujes y soporte de la carga del adversario, entre otras. Dichas acciones, se presentan de manera aleatoria, combinándose momentos de acciones de alta o muy alta intensidad y de muy corta o corta duración, alternados con momentos de baja intensidad o situaciones de reposo.

Los deportistas deben estar preparados para ejecutar acciones de alta o muy alta intensidad en cuanto a la velocidad y aceleración de movimientos globales en los cuales se traslada el cuerpo de un sitio a otro, como también en acciones localizadas en miembros superiores (pases, lanzamientos, robos), o miembros inferiores (pases, remates, control del balón). Y estas acciones deportivas, que se ejecutan con una técnica específica de cada deporte, deben responder a los requerimientos tácticos (de ataque y/o defensa), ya que deben constituir acciones motoras óptimas. Esto es, cumplir con el objetivo que se pretende en cada acción motriz, a alta o muy alta intensidad, con el menor gasto energético posible, y así ser acciones eficaces y eficientes para poder ser repetidas de manera sostenida las veces que sea necesarias dentro de una competencia.

Lo anterior hace que se deba tener en cuenta, en deportes con un requerimiento cognitivo muy alto (por la complejidad y la velocidad en la lectura de situaciones y el tiempo de respuesta motora), la necesidad de desarrollar adecuadamente:

- Por un lado, las habilidades motoras específicas como ser las posiciones de pre-acción, los diversos desplazamientos multidireccionales, los saltos, los giros y las acciones que combinan varios de estos movimientos (Schelling y Torres Ronda, 2016).
- Y, por otro lado, desarrollar las capacidades motoras condicionales de base de manera adecuada según los requerimientos de los distintos deportes colectivos, como ser la fuerza muscular (fuerza explosiva), la velocidad

(lineal y con cambio de dirección), y la resistencia específica (Schelling y Torres Ronda, 2016). No se debería descuidar el desarrollo adecuado de la flexibilidad (estática y dinámica especialmente) en cuanto a su relación con la amplitud de movimiento necesaria del deportista.

Para esto, los jugadores de los deportes colectivos requieren desarrollar su fuerza muscular y ser capaces de aplicar fuerza a alta velocidad (en tensiones concéntricas y excéntricas) con miembros inferiores para generar desplazamientos a alta velocidad y sobre todo generar importantes aceleraciones y desaceleraciones, cambios de dirección, saltos y giros, según los requerimientos de resolución de situaciones que plantea la competencia.

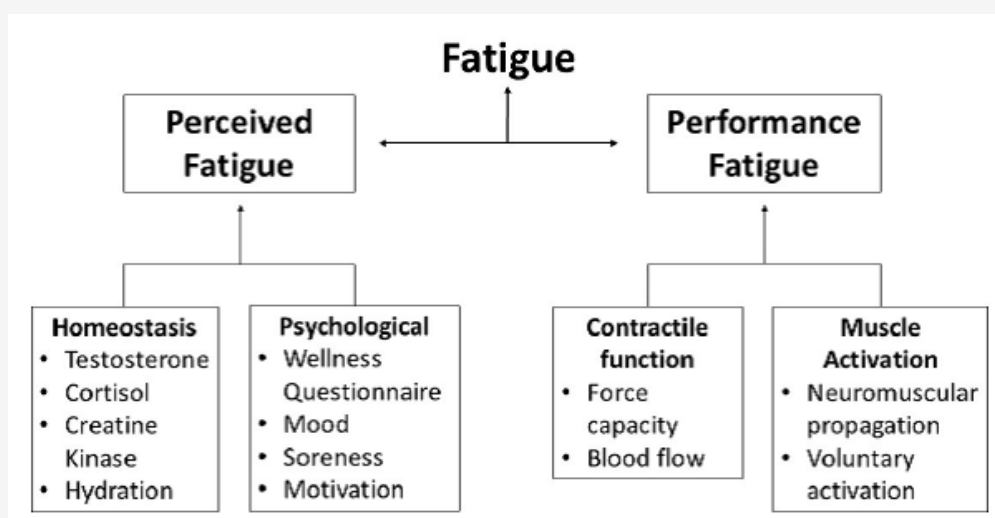
Resulta importante también considerar la necesidad de un alto nivel de desarrollo de la estabilidad dinámica del deportista, ya que las acciones motrices anteriormente nombradas deben manifestarse en un marco con altas demandas de estabilidad provenientes de las acciones motrices complejas y combinadas, y los requerimientos externos a partir de la oposición de los rivales en situaciones de ataque y defensa siempre variables (Wheeler y Sayers, 2011).

En el caso del correcto desarrollo de habilidades motoras específicas, las mismas posibilitarían la adecuada aplicación de fuerza por parte del deportista (González Badillo y Ribas, 2002), lo cual permitiría una mejora de su rendimiento en acciones motoras y una disminución del riesgo de lesiones.

3. Deportes colectivos y fatiga

Las demandas de alta intensidad del entrenamiento y competición, y el estrés fisiológico de los deportistas puede acumularse a lo largo del período preparatorio y competitivo, y se presenta con signos y síntomas de fatiga que pueden conducir a una disminución del rendimiento y/o lesión (Taylor, Chapman, Cronin, Newton, Gill, 2012). Combinando medidas objetivas y subjetivas de carga de trabajo y fatiga, los entrenadores pueden generar información de una imagen global de cómo el deportista está respondiendo a la dosis de entrenamiento, a las exigencias de la competición y a estresores no ligados a la competencia. Así, la identificación temprana y el manejo posterior de la fatiga puede prevenir adaptaciones físicas y fisiológicas perjudiciales asociadas con lesiones y con la mejora del rendimiento atlético y la capacidad del deportista (Edwards, Spiteri, Piggott, Bonhotal, Haff, Joyce, 2018).

Se sabe que la fatiga puede inhibir el rendimiento físico (Taylor, Chapman, Cronin, Newton, Gill, 2012; Govus, Coutts, Duffield, Murray, Fullagar, 2017; McGuigan, 2017; Thorpe, Atkinson, Drust, Gregson, 2017; Thorpe, Strudwick, Buchheit, Atkinson, Drust, Gregson, 2016), sin embargo, las definiciones de fatiga hacen que el monitoreo y la medición de los mecanismos subyacentes de ésta sean problemáticos. Los dos atributos de fatiga que deben ser reconocidos son: fatigabilidad percibida, mantenimiento de homeostasis y estado psicológico subjetivo del deportista; y fatigabilidad de rendimiento, la disminución de las medidas objetivas de rendimiento derivadas de la capacidad del sistema nervioso, y propiedades contráctiles de los músculos a lo largo del tiempo de entrenamiento/competencia (Figura 1) (Edwards, Spiteri, Piggott, Bonhotal, Haff, Joyce, 2018).



En línea con lo planteado por Enoka y Duchateau (2016), se definirá la fatiga como un síntoma donde la función cognitiva y física está limitada por la interacción entre la fatigabilidad percibida y la fatigabilidad de rendimiento. Estas dos medidas son capaces de normalizar la fatiga observada durante las exigencias del deporte. Así es que los deportistas que se fatigan menos son capaces de soportar una mayor cantidad de carga de trabajo antes de alcanzar un nivel dado de fatiga (Enoka y Duchateau, 2016).

Mientras que los múltiples métodos para monitorear y manejar la fatiga percibida y el rendimiento en varios deportes se han investigado, como la velocidad del esprint (Coutts, Reaburn, Piva, Rowsell, 2007; Kraemer, French, Paxton, Volek, Sebastianelli, Putukian, Newton, Rubin, Gomez, Vescovi, 2004), los cuestionarios de bienestar (Buchheit, Racinais, Bilsborough, Bourdon, Voss, Hocking, Cordy, 2013; Gallo, Cormack, Gabbett, Lorenzen, 2016; Gastin, Meyer, Robinson, Mendez-Villanueva, Coutts, 2013), marcadores bioquímicos (Haff, Jackson, Kawamori, Carlock, Hartman, Kilgore, Morris, Ramsey, Sands, Stone, 2008), y pruebas neuromusculares (Cormack, Newton, McGuigan, Cormie, 2008), se hace necesario mayor desarrollo de conocimiento derivado de la investigación científica que examine estos métodos de manera longitudinal en diversos deportes colectivos (fútbol, baloncesto, balonmano, hockey sobre césped, rugby, y otros), en distintos niveles competitivos (profesionales, semi-profesionales, amateurs), como también en edades diferentes (juveniles, mayores), y en distintos sexos (varones, mujeres), para poder tener una visión más certera sobre su utilización y aplicabilidad.

Una posible solución en este punto, podrían ser los procedimientos utilizados y publicados por González Badillo, Sánchez Medina, Pareja Blanco, Rodríguez Rosell (2017), en los cuales se cuantifica la fatiga en deportistas a través de la pérdida de velocidad en acciones motrices determinadas; como lo son el salto vertical bipodal con contramovimiento (CMJ), el salto vertical bipodal con contramovimiento con la carga capaz de desplazar a 1 m/s (CMJ 1m/s), y el esprint de 20m. La aplicación de estas pruebas constituye procedimientos inmediatos (en tiempo real y no muy costosos); y por otro lado, han sido validados con marcadores fisiológicos de fatiga (hormonales, metabólicos, enzimáticos y electromiográficos). Así es que básicamente, el grado de fatiga post-esfuerzo se puede estimar por la medición de la pérdida de rendimiento/velocidad en el CMJ, en la velocidad con la carga de 1m/s, y en el esprint de 20 metros.

4. Carga de entrenamiento

La carga de entrenamiento se explica como la cantidad de efectos que tiene el esfuerzo realizado sobre el estado funcional del deportista (Zintl, 1991). Estas cargas, o más bien sus efectos, desde lo biológico provocan cambios a nivel celular que están relacionados con la síntesis de proteínas estructurales y con el aumento de las enzimas que catalizan las vías metabólicas más importantes (Virus & Virus, 2003).

Desde una visión más amplia, según González-Badillo y Ribas Serna (2002), la carga que soportan los deportistas, ya sea en un entrenamiento o durante una competición, es el “conjunto de exigencias psicológicas y biológicas (carga interna o real) provocadas por las actividades de entrenamiento o competición (carga externa o propuesta)”.

Teniendo en cuenta lo aportado por Gazzano y Gabbett (2017), la carga es la combinación de factores estresantes deportivos y no deportivos (Soligard, 2016). La carga es más que la carga de trabajo o la carga de entrenamiento solo y también incluye competencia, trabajo, actividades recreativas, familia, tareas cotidianas y otras. Así es que en la actualidad se considera que la gestión de la carga de entrenamiento resulta ser uno de los factores claves para mejorar el rendimiento y reducir el riesgo de padecer lesiones en el deporte.

Las medidas de carga de entrenamiento se pueden diferenciar entre carga interna y carga externa.

Para Bourdon, Cardinale, Murray, Gastin, Kellmann, Varley, Gabbett, Coutts, Burgess, Gregson, y Cable (2017), la carga de entrenamiento interna ha sido definida como todos factores estresantes biológicos relativos (tanto fisiológicos como psicológicos) que son impuestos al deportista durante el entrenamiento o la competencia, y que representan la respuesta, efecto producido o impacto fisiológico (grado de fatiga, alteración homeostática) provocado en el organismo por la aplicación de la carga externa o estímulo de entrenamiento. Medidas como la frecuencia cardíaca (FC), el lactato sanguíneo (LA), el consumo de oxígeno (VO₂), y las calificaciones de esfuerzo percibido (RPE) son comúnmente utilizadas para evaluar la carga interna. Para Soligard (2016), la carga interna es la respuesta fisiológica y psicológica individual a las cargas externas, combinada con los factores estresantes de la vida diaria y otros factores ambientales y biológicos.

Algunos de los indicadores que son utilizados para cuantificar y registrar la carga interna son (Bourdon, Cardinale, Murray, Gastin, Kellmann, Varley, Gabbett, Coutts, Burgess, Gregson, y Cable, 2017):

- Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).

- Percepción subjetiva del esfuerzo de la sesión (RPEs).
- TRIMP (método basado en el incremento de la frecuencia cardiaca teniendo en cuenta la duración del entrenamiento multiplicado por un factor de intensidad diferente para cada sexo).
- Cuestionarios de Wellness (Bienestar global del sujeto).
- Intervenciones fisiológicas (por ejemplo, POMS, Rest-Q-Sport).
- Índices de frecuencia cardíaca.
- Consumo de oxígeno (VO₂).
- Lactato sanguíneo (LA).
- Evaluaciones bioquímicas/hematológicas.

Por otro lado, la carga externa son mediciones objetivas del trabajo realizado por el deportista durante el entrenamiento o la competencia, y son evaluados independientemente de la carga de trabajo interna. Las mediciones más comunes de carga externa incluyen potencia de salida, velocidad, aceleración, análisis de movimiento en relación al tiempo (time-motion analysis), parámetros derivados de los sistemas de posicionamiento global (GPS), y parámetros derivados de acelerometría.

Algunos de los indicadores que son utilizados para cuantificar y registrar la carga externa en los deportes de equipo son (Bourdon, Cardinale, Murray, Gastin, Kellmann, Varley, Gabbett, Coutts, Burgess, Gregson, y Cable, 2017):

- Tiempo.
- Frecuencia de entrenamiento.
- Distancia recorrida.
- Velocidad.
- Aceleración.
- Distancia recorrida a diferentes velocidades (rangos de velocidad).
- Distancia recorrida a diferentes aceleraciones y desaceleraciones (rangos de aceleración-desaceleración).
- Potencia metabólica (Metabolic Power).
- Carga del jugador (Player Load).
- Carga del jugador por minuto (Player Load/Minuto).
- Cantidad de repeticiones de movimientos (saltos, cambios de dirección).
- Pruebas neuromusculares funcionales.
- Ratio o relación carga aguda/carga crónica (AC/WR).
- Otros.

Establecer la relación entre la carga externa (dosis, causa) e interna (respuesta, efecto) es una tarea fundamental del entrenador. Unos mismos valores absolutos de carga externa (distancia recorrida, velocidad de desplazamiento, potencia, número de repeticiones, kg, etc.) pueden significar valores diferentes de carga interna (RPE, FC, lactato, etc.) en momentos distintos para un mismo sujeto en función de su estado psicofísico. La tarea fundamental del entrenador será ajustar la carga externa en cada momento para producir la carga interna (grado de fatiga) prevista o programada. Además, este “ajuste” puede ayudar a reconocer el grado de recuperación y/o adaptación en cada sesión.

5. Monitoreo de la carga de entrenamiento

El monitoreo de la carga de entrenamiento hace referencia al proceso de recabar y registrar datos de los elementos constituyentes de la carga externa e interna de entrenamiento, de manera sistemática y continua, con el objeto de obtener información relevante para el proceso continuo de toma de decisiones en el deporte.

Para el monitoreo de la carga de entrenamiento/competencia se han desarrollado distintos indicadores que se utilizan según se trate de variables de rendimiento motor en entrenamiento o en competencia, manifestación de habilidades motrices o capacidades motoras de manera aislada, variables de respuesta fisiológica/bioquímica al esfuerzo, percepción de esfuerzo, indicadores de estado de ánimo, sueño, dolor muscular, motivación, recuperación, y otros.

Este monitoreo va a requerir un trabajo previo de todos los actores deportivos involucrados, ya que por parte del cuerpo técnico o staff técnico es necesario el conocimiento del manejo de las distintas herramientas que servirán para la medición y la recolección de datos, quienes llevarán a cabo las distintas funciones en dicha recolección, la forma de procesamiento de los datos, la obtención de información y generación de informes periódicos (diarios, semanales, quincenales, mensuales), para que el jefe del cuerpo o staff técnico tome las decisiones lo más acertadas posibles en términos de orientación de trabajo, intensidad, volumen, frecuencia, densidad y tipo de acciones motrices elegidas.

Así mismo, el monitoreo de carga deberá ser individual, por lo que la información obtenida debe comprenderse en el marco de estímulos muchas veces globales o generales para todos los deportistas (en este caso jugadores de baloncesto), pero en los cuales las respuestas son individuales, y se ven afectadas no solo por lo realizado en la sesión de entrenamiento, sino también por todo lo que afecta al sujeto como persona en otros ámbitos.

En la actualidad, el control y monitoreo de carga y las respuestas fisiológicas y psicológicas que los deportistas manifiestan, se considera de sumo interés para continuar mejorando la respuesta a la carga o dosis del esfuerzo, y prevenir los problemas generados por la aparición de lesiones o enfermedades (Gabbett, 2016; Gabbett, Jenkins, 2014).

5.1 Monitoreo de carga externa

La carga de entrenamiento en deportes colectivos es medida de manera rutinaria utilizando sistemas de posicionamiento global (GPS). Los dispositivos GPS miden distancia calculada por la diferencia posicional. Estos dispositivos también posibilitan el cálculo de la velocidad y la aceleración (positiva y negativa). Es importante tener en cuenta que la validez y la confiabilidad de las mediciones realizadas por los dispositivos GPS ha sido ampliamente revisada en la literatura, y en este sentido parece que la validez y la confiabilidad se mejoran aumentando la frecuencia de muestreo. Sin embargo, la habilidad de los GPS para medir con precisión se reduce cuando la tasa de cambio de velocidad es muy grande. Por lo que las velocidades, aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección deben ser interpretados con precaución. En general, las mediciones de carga externa derivadas de la utilización de GPS pueden incluir la distancia o número de esfuerzos que un deportista desarrolla en varios umbrales de velocidad o aceleración (Bourdon, Cardinale, Murray, Gastin, Kellmann, Varley, Gabbett, Coutts, Burgess, Gregson, y Cable, 2017).

En el caso de los deportes colectivos con competencia bajo techo, como el baloncesto, balonmano o fútbol entre otros, el uso de dispositivos GPS y las variables de carga externa derivadas de su uso, al desarrollarse los entrenamientos y las competencias bajo techo en gimnasios cubiertos (indoor) no pueden ser consideradas por el error que genera la presencia de la estructura de material con la que está construido el recinto deportivo sobre las ondas satelitales que el GPS recibe. Por lo que para poder obtener datos de carga externa se utilizan dispositivos que poseen otro tipo de tecnología para la obtención de datos de carga externa (acelerómetro, giroscopio y magnetómetro), los cuales pueden medir o estimar número de aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección y saltos según rangos que deben ser predeterminados; más otras variables indirectas (por ejemplo, la carga del jugador -player load-, u otras).

5.2 Monitoreo de carga interna

Las diferencias intraindividuales e interindividuales en la potencial recuperación, capacidad de ejercicio/entrenamiento, estresores no relacionados al entrenamiento, y tolerancia al estrés podrían explicar los diferentes grados de vulnerabilidad experimentados por los deportistas bajo condiciones similares de entrenamiento. La clave es evaluar a los deportistas individualmente, monitorearlos regularmente, y comparar los datos obtenidos longitudinalmente (Bourdon, Cardinale, Murray, Gastin, Kellmann, Varley, Gabbett, Coutts, Burgess, Gregson, y Cable, 2017).

Mientras que la cuantificación de la carga externa proporciona información sobre el trabajo realizado y las capacidades de rendimiento del deportista (Soligard et al., 2016), la carga interna es el gatillo de las adaptaciones inducidas por el entrenamiento (Coggan, 2008). El monitoreo constante de la carga interna puede ayudar a identificar las necesidades de recuperación, predecir la disminución del rendimiento, anticipar problemas de salud y ajustar la capacitación y los programas de competencia. Es una piedra angular de un efectivo programa de gestión de carga de trabajo (Gazzano, 2017; Gazzano y Gabbett, 2017).

Meeusen, Duclos, Foster (2013), manifestaron que estudios de sobreentrenamiento han demostrado que los indicadores psicológicos de carga interna son más sensibles y consistentes que los indicadores fisiológicos. Además, las mediciones psicológicas pueden ser aplicadas e informadas más rápidamente (minutos) que mediciones fisiológicas, o marcadores sanguíneos, los cuales pueden tardar días o semanas para evaluarse.

6. Cuantificación de la carga de trabajo en deportes colectivos (ejemplo en baloncesto)

Antes de controlar la fatiga, es importante cuantificar y comprender el entrenamiento y carga de trabajo de competición que el deportista ha completado. La combinación de la carga de trabajo de los atletas y la medición de fatiga permitirá a los profesionales determinar la relación dosis-respuesta y ayudar a informar si el deportista está preparado para la competición. Las respuestas adaptativas a partir de un estímulo de entrenamiento varían entre los individuos en función de factores modificables (capacidades motoras y habilidades motrices) y factores no modificables (edad, género, anatomía, genética), por lo que es necesario monitorear la relación dosis-respuesta individual de los deportistas. Por ejemplo, Manzi, D'ottavio, Impellizzeri, Chaouachi, Chamari, Castagna (2010), detectaron una correlación fuerte en jugadores profesionales de baloncesto entre la distancia recorrida en el Yo-Yo Recovery Test Level 1 (YYRTL1), y la calificación del esfuerzo percibido en la sesión (s-RPE) ($r=0.68$). Esto sugiere que asumiendo que los deportistas alcanzaron la misma cantidad de carga de trabajo, los que tenían mayor potencia aeróbica percibían la sesión de entrenamiento más fácil que los deportistas que poseían menor potencia aeróbica. Actualmente, el control de s-RPE es uno de los métodos más comunes para cuantificar la carga de trabajo en baloncesto (Fox, Scanlan, Stanton, 2017). Sin embargo, los recientes avances en tecnología han permitido la microtecnología en dispositivos para cuantificar objetivamente la carga externa de deportistas en entrenamiento y competición.

6.1 Microtecnología

La microtecnología (uso de sistemas de posicionamiento global -GPS-, acelerómetros triaxiales, giroscopio y magnetómetro) se ha convertido en una herramienta popular para profesionales e investigadores para monitorear y cuantificar las demandas físicas de los deportistas durante el entrenamiento y la competencia en deportes de campo al aire libre, tales como fútbol, rugby league, rugby union y fútbol australiano (Cummins, Orr, O'Connor, West, 2013; Malone, Lovell, Varley, Coutts, 2016). Sin embargo, la cuantificación de las demandas de carga de trabajo en el baloncesto con microtecnología representa un desafío debido a varias limitaciones. Incluyendo que el deporte se juega en estadios cubiertos, la posibilidad de adquirir suficientes unidades, y la confiabilidad y validez de la microtecnología para detectar movimientos específicos de baloncesto. En la actualidad, los avances en tecnología han integrado una serie de sensores microinerciales, incluyendo acelerómetros triaxiales, giroscopios y magnetómetros en unidades individuales comúnmente denominadas unidades de medida inercial (IMU) (Malone, Lovell, Varley, Coutts, 2016). Según estos investigadores, estos dispositivos han ayudado a superar algunos de las anteriores limitaciones que rodean la cuantificación de las demandas de movimiento en el entrenamiento y competencia de baloncesto. Las IMU proporcionan una variedad de información que puede ayudar a las decisiones de los profesionales sobre el rendimiento de los jugadores de baloncesto en el entrenamiento y la competición, incluyendo la posición, la dirección, la velocidad, las aceleraciones y desaceleraciones (Malone, Lovell, Varley, Coutts, 2016). Otros investigadores han utilizado acelerómetros triaxiales para la cuantificación de la carga de trabajo en distintos ejercicios de entrenamiento en baloncesto, y para esto han determinado la carga de acelerómetro (AL) como indicador (Schelling, Torres-Ronda, 2016).

La combinación de estos hallazgos, y la aplicación de las IMU y/o AL, o bien otros indicadores dados por los dispositivos en el baloncesto, pueden ayudar a los profesionales a mejorar el proceso de adaptación de los deportistas al desarrollar para su posición ejercicios específicos, mejorar la periodización de entrenamiento y proporcionar una clarificación más precisa del ejercicio y su descripción. Sin embargo, el monitoreo sistemático de las demandas externas que utilizan las IMU o AL, no está totalmente garantizado en términos de proporcionar la mayor información precisa debido a que estos dispositivos todavía presentan inconvenientes en la cuantificación de algunas acciones como los saltos y las situaciones de desplazamientos con arrastre de pies, por lo que deben seguir desarrollándose (Edwards, Spiteri, Piggott, Bonhotal, Haff, Joyce, 2018).

6.2 Calificación del esfuerzo percibido en la sesión (sRPE)

Un método simple, efectivo y validado para medir la carga interna es usar la escala de clasificación de la percepción subjetiva del esfuerzo o esfuerzo percibido (RPE) desarrollada por el científico deportivo estadounidense Foster (1996, 1998). Esta técnica requiere que el atleta califique la dificultad general (grado de esfuerzo o fatiga percibida) de cada sesión (s-RPE) en una escala de 10 puntos (Tabla 1).

Tabla 1. Modificación de la escala del índice de esfuerzo percibido (RPE). Luego de 30 minutos de finalizada la sesión de entrenamiento se le muestra la escala al atleta y se le pregunta cómo fue la sesión de entrenamiento?

Índice	Descriptor
0	Reposo
1	Muy Muy Fácil
2	Muy Fácil
3	Moderado
4	Algo Duro
5	Duro
6	Duro
7	Muy Duro
8	Muy Duro
9	Muy Duro
10	Máximo

El método simple de s-RPE puede ser utilizado en varias modalidades de entrenamiento para monitorear el esfuerzo percibido de un atleta desde una sesión de entrenamiento particular (Foster, 1998; Foster, Florhaug, Franklin, Gottschall,

Hrovatin, Parker, Doleshal, Dodge, 2001), o bien longitudinalmente a lo largo de una temporada completa (Alexiou, Coutts, 2008; Coutts, Reaburn, 2008).

La multiplicación de la dificultad de la sesión por la duración de la sesión (en minutos) proporciona la "carga" para esa sesión en unidades arbitrarias (Carga = RPE x Duración en minutos). Este dato se conoce en la actualidad como Unidades Arbitrarias (AU), y el mismo es útil para el monitoreo de la carga interna de los deportistas (Impellizzeri, 2004). Este método no requiere equipo y ha sido validado para el monitoreo las cargas internas en la mayoría de los deportes, entrenamientos y actividades de competición (Gazzano, 2017; Gazzano y Gabbett, 2017; Foster y McGuigan, 2004).

A diferencia de la microtecnología, el uso de s-RPE viene estudiándose ampliamente en la literatura sobre baloncesto en donde se han investigado respuestas internas al entrenamiento y competición (Scanlan, Dascombe, Reaburn, 2011; Manzi, D'ottavio, Impellizzeri, Chaouachi, Chamari, Castagna, 2010; Klusemann, Pyne, Hopkins, Drinkwater, 2013; Moreira, McGuigan, Arruda, Freitas, Aoki, 2012; Montgomery, Pyne, Minahan, 2010; Scanlan, Wen, Tucker, Dalbo, 2014). En baloncesto europeo de élite, el registro semanal de s-RPE de la carga de entrenamiento difería significativamente entre la semana de control (sin juego) y las acumuladas durante semanas con 1 o 2 partidos (3334 +-256 vs. 2928 +-303 vs. 2791 +-239 unidades arbitrarias -AU-, respectivamente) (Manzi, D'ottavio, Impellizzeri, Chaouachi, Chamari, Castagna, 2010). Además, los autores informaron una fuerte correlación entre el s-RPE y la frecuencia cardíaca basada en el modelo de carga de entrenamiento (TRIMP, de Edwards) en la misma población ($r = 0,68$) (Manzi, D'ottavio, Impellizzeri, Chaouachi, Chamari, Castagna, 2010). Sin embargo, la s-RPE exhibió una relación moderada/baja ($r = 0,49$) con carga de entrenamiento derivada de acelerómetro (AL) en jugadores de baloncesto australianos semiprofesionales (Scanlan, Wen, Tucker, Dalbo, 2014). Esto sugiere que s-RPE mide diferentes constructos de entrenamiento que el AL externo.

Por lo tanto, se recomienda a los profesionales relacionados a la preparación física de baloncesto recopilar medidas de carga de entrenamiento externa e interna, como s-RPE y carga de entrenamiento con acelerómetro (AL) o IMU ya que las demandas intermitentes y los movimientos laterales requeridos en el baloncesto pueden aumentar el s-RPE de un deportista en un 13-25% cuando se controla la carga externa (Dellal, Keller, Carling, Chaouachi, Wong, Chamari, 2010). El registro de s-RPE no es invasivo, es fácil de calcular y cuantificar a lo largo de una temporada competitiva de baloncesto, lo que lo convierte en una herramienta eficiente y práctica para usar tanto en la investigación como en la práctica.

7. Herramientas para el monitoreo de fatiga del deportista

Existen varias herramientas diferentes para controlar la fatiga que pueden ayudar a los profesionales a identificar indicadores de rendimiento y fatiga percibida en jugadores de baloncesto, incluida la habilidad de acelerar, saltos verticales, medidas de autoinforme del atleta (ASRM), índices de frecuencia cardíaca y marcadores bioquímicos.

Estas herramientas de monitoreo de fatiga pueden ser beneficiosas en la cuantificación y registro de los niveles de fatiga de los deportistas durante un largo período de tiempo (por ejemplo, la temporada deportiva), en el que la acumulación de fatiga puede afectar al jugador en el desempeño en el campo de juego. La incorporación de varias de las herramientas de monitoreo de fatiga de forma simultánea, puede proporcionar a los profesionales de la preparación física en baloncesto, conocimiento y comprensión global de la respuesta de los deportistas a los factores estresantes de entrenamiento y no de entrenamiento. Así, posteriormente la carga prescrita a un jugador se puede ajustar e individualizar según sea necesario (Edwards, Spiteri, Piggott, Bonhotal, Haff, Joyce, 2018).

Las ventajas y desventajas de las herramientas de monitoreo de fatiga actuales son (Tabla 2) (Edwards, Spiteri, Piggott, Bonhotal, Haff, Joyce, 2018).

Tabla 2. Ventajas y desventajas de las herramientas de monitoreo de fatiga (Tomado y modificado de Edwards, Spiteri, Piggott, Bonhotal, Haff, Joyce, 2018).

Herramienta de monitoreo de fatiga	Ventajas	Desventajas
Salto vertical	Inmediatez en la información Fatiga adicional mínima Replica movimientos atléticos comunes ejecutados en competición Fácil administración	Poca motivación de ejecutar esfuerzos máximos No consenso con las variables más sensibles de fatiga
Cuestionario Wellness	No genera fatiga adicional Puede ser completado sobre base diaria Fácil de administrar	Depende de información subjetiva Los deportistas pueden manipular la información
Evaluación de aceleración (sprint)	Replica movimientos ejecutados en competencia Provee información sobre cuando el deportista no está fatigado Fácil implementación	Puede añadirse a la fatiga existente Poca motivación de ejecutar esfuerzos máximos Información limitada respecto a la disminución de rendimiento
Frecuencia cardíaca en reposo + Variabilidad de frecuencia cardíaca	Medición fisiológica más accesible Habilidad de capturar en períodos cortos de tiempo	Validez para corto plazo (<2 semanas) solo sobrecarga Limitada evidencia que apoya su uso en deportes de equipo
Marcadores bioquímicos	Asistente en la comprensión si el deportista está en estado catabólico o anabólico Niveles de CK podrían ayudar a determinar el nivel de daño muscular	Alto coste económico Tiempo de espera hasta conocer resultados Experiencia para la recopilación de datos

8. La carga de entrenamiento/competencia y su relación con lesiones

Las lesiones deportivas se están convirtiendo en un problema de grandes proporciones a nivel mundial. Solo en los EEUU, 1,5 millones de atletas de escuela secundaria y universidad se lesionan cada año (Piggott, Newton, McGuigan, 2009; Kerr et al. 2014, Di Fiori et al, 2014). Del mismo modo, las lesiones son el mayor problema en el deporte profesional, como el básquetbol (Deitch, 2006). Un efecto perjudicial de entrenamiento (Busfield et al, 2009) y un número significativo de competencias perdidas al final de la temporada han sido registradas en la NBA (National Basketball Association) (Podlog et al., 2015).

En la misma línea, la relación entre carga de entrenamiento y lesiones en deportistas ha recibido una mayor atención en la investigación como también ajustes en la práctica (Fanchini, Rampinini, Riggioa, Coutts, Peccic y McCalle, 2018). De hecho, el Comité Olímpico Internacional (COI) publicó recientemente una declaración de consenso (Soligard, Schweltnus, Alonso, Bahr, Clarsen, Dijkstra, Gabbett, Gleeson, Hägglund, Hutchinson, 2016) destacando que la carga relativa es la medida de carga más pertinente asociada a lesiones (Fanchini, Rampinini, Riggioa, Coutts, Peccic y McCalle, 2018).

La causa del sobreentrenamiento y las lesiones es multifactorial, pero las investigaciones recientes han identificado al manejo de la carga de trabajo deficiente como principal contribuyente de lesiones y enfermedades en el deporte (Foster, 1996; Foster, 1998; Gabbett, 2016; Piggott, Newton, McGuigan, 2009). Siguiendo lo aportado por Gazzano y Gabbett (2017), la carga es la combinación de factores estresantes deportivos y no deportivos (Soligard, Schweltnus, Alonso, Bahr, Clarsen, Dijkstra, Gabbett, Gleeson, Hägglund, Hutchinson, 2016). La carga es más que la carga de trabajo, o la carga de entrenamiento solamente, y también incluye competencia, trabajo, actividades recreativas, familia, tareas cotidianas y otras. Así es que en la actualidad se considera que la gestión de la carga de entrenamiento resulta ser uno de los factores claves para reducir el riesgo de padecer lesiones en el deporte.

La carga de trabajo inadecuada es una de las principales causas de lesiones. Distintos autores plantearon que la fatiga

excesiva desempeña un papel clave en las lesiones, ya que afecta la capacidad de toma de decisiones, la coordinación y el control neuromuscular (Soligard, Schweltnus, Alonso, Bahr, Clarsen, Dijkstra, Gabbett, Gleeson, Häggglund, Hutchinson, 2016). El riesgo de lesión aumenta cuando la carga externa excede la capacidad del deportista de tolerar el estímulo de entrenamiento (Soligard, Schweltnus, Alonso, Bahr, Clarsen, Dijkstra, Gabbett, Gleeson, Häggglund, Hutchinson, 2016).

El riesgo de lesiones aumenta cuando: 1) se aplican cargas de trabajo altas a los deportistas que no están en condiciones psicológicas y/o físicas para tolerar la carga de trabajo prescrita (desentrenados) (Gabbett, 2016), o 2) cuando los deportistas están en forma y bien entrenados, pero necesitan descansar (fatiga acumulada y necesidad de recuperación) (Soligard, Schweltnus, Alonso, Bahr, Clarsen, Dijkstra, Gabbett, Gleeson, Häggglund, Hutchinson, 2016). En ambos casos, la carga de trabajo excede la capacidad del deportista, lo que lleva a una fatiga excesiva y un mayor riesgo de lesiones (Gazzano, 2017; Gazzano y Gabbett, 2017).

La finalidad del control y monitoreo de la carga de trabajo y la fatiga es reducir el riesgo de lesiones y optimizar el rendimiento mediante la detección de fatiga excesiva, identificar sus causas y la adaptación constante de las cargas de descanso, recuperación, entrenamiento y competencia, en función de la fatiga individual de los deportistas (física y psicológica), bienestar, estado físico, salud y niveles de recuperación (Soligard, Schweltnus, Alonso, Bahr, Clarsen, Dijkstra, Gabbett, Gleeson, Häggglund, Hutchinson, 2016).

Teniendo en cuenta lo expuesto por Gazzano (2017) y Gazzano y Gabbett (2017), la carga de trabajo "óptima" es un objetivo en movimiento. Es diferente para cada deportista y cambia constantemente en función de múltiples factores, incluidos fase de la temporada, estado del entrenamiento, niveles de aptitud y fatiga, calidad del sueño, factores estresantes no deportivos, etc. Encontrar la carga de trabajo óptima y la adaptación constante de los programas de entrenamiento de cada deportista es complejo. Es un continuo proceso que generalmente requiere la supervisión diaria de la carga interna, al menos una medida de carga externa (por ejemplo, la intensidad), el seguimiento de las medidas de bienestar (Wellness), y el uso de estas medidas para ajustar el programa de entrenamiento del deportista, la recuperación y el descanso.

Se puede implementar un programa efectivo de administración de carga de trabajo con una herramienta simple: Una relación de confianza y comunicación abierta entre jugadores, entrenadores y personal de entrenamiento. Porque el auto-reporte de la información se usa ampliamente para cuantificar la carga interna y la preparación previa al entrenamiento, aunque para que funcione este programa de monitoreo, los jugadores deben informar sus datos y comentarios lo más honestamente posible. Tener todo el equipo de coaching y administración detrás del proyecto de monitoreo aumentan las posibilidades de un resultado exitoso (Mann et al, 2016).

El propósito principal del monitoreo de la carga de trabajo (carga externa) es relacionarla con el efecto que produce (carga interna), pudiendo establecer la relación entre dicha carga de entrenamiento (causa) y la respuesta producida (efecto) en el organismo del deportista y su rendimiento físico; como así también detectarla fatiga excesiva e identificar factores externos de estrés (Gazzano, 2017; Gazzano y Gabbett, 2017).

Si bien muchos equipos profesionales tienen acceso a costosas tecnologías de seguimiento (GPS, seguimiento de videos, etc.), esto no es una necesidad de un sistema de monitoreo de deportistas exitoso. Los dispositivos de seguimiento son útiles para controlar la carga externa, pero no pueden proporcionar información sobre la carga interna. Como resultado, si bien los dispositivos con microtecnología aportan información válida para la cuantificación de la carga externa, no se requieren equipos costosos para mantener a los deportistas con un buen rendimiento y libres de lesiones (Gazzano, 2017; Gazzano y Gabbett, 2017).

Hoy en día, un enfoque multifacético para la carga de trabajo y la gestión de la recuperación se considera la mejor práctica (Schweltnus et al, 2016; Soligard, Schweltnus, Alonso, Bahr, Clarsen, Dijkstra, Gabbett, Gleeson, Häggglund, Hutchinson, 2016). Este enfoque incluye la recopilación y análisis de medidas subjetivas y objetivas, y la supervisión y optimización cuidadosa de las métricas claves como se ha analizado previamente.

Ligado a lo anterior, la relación carga de entrenamiento-lesión/rendimiento es importante en los deportes profesionales, ya que puede ser extremadamente beneficiosa para determinar el estímulo de entrenamiento requerido para maximizar el rendimiento deportivo mientras se minimiza el riesgo de lesiones relacionadas con la carga sin contacto (Weiss, Allen, McGuigan, Whatman, 2017).

En la actualidad, este modelo (basado en la propuesta original de Banister et al., 1975), se ha convertido en la relación de carga de trabajo aguda / crónica (Acute Chronic Workload Ratio -ACWR-), que evalúa la carga de entrenamiento realizada por un atleta con respecto a la carga para la que han sido preparados (Hulin et al., 2014). Investigaciones previas en varios deportes que utilizaron este método han encontrado que tanto las relaciones de carga de trabajo altas como bajas pueden resultar en lesiones crecientes (Hulin et al., 2014; Hulin et al., 2016). Franchini et al. (2018) refieren que la medida de la relación de carga aguda / carga crónica (ACWR) (generalmente, la aguda se refiere a la semana actual, y la crónica al

promedio de las últimas 4 semanas), ha sido sugerida como un indicador que refleja la relación entre la fatiga (es decir, aguda) y la forma física (es decir, crónica) del deportista y se ha asociado con lesiones en muchos deportes (Malone, Owen, et al., 2016; Hulin et al. 2014, 2016a; Malone, Roe et al., 2016; Murray et al. 2016; Weiss, Allen, McGuigan, Whatman, 2017). Así es que el uso del ACWR ha permitido una mejor comprensión de la relación entre carga de trabajo y riesgo de lesión (Hulin, 2013; Hulin et al., 2016; Murray et al., 2017; Gabbett y Jenkins, 2011) en deportes como el cricket (McNamara et al., 2017), el fútbol (Bowen et al., 2017) y el rugby (Gabbett y Jenkins, 2011; Hulin et al., 2016) (Figura 2).

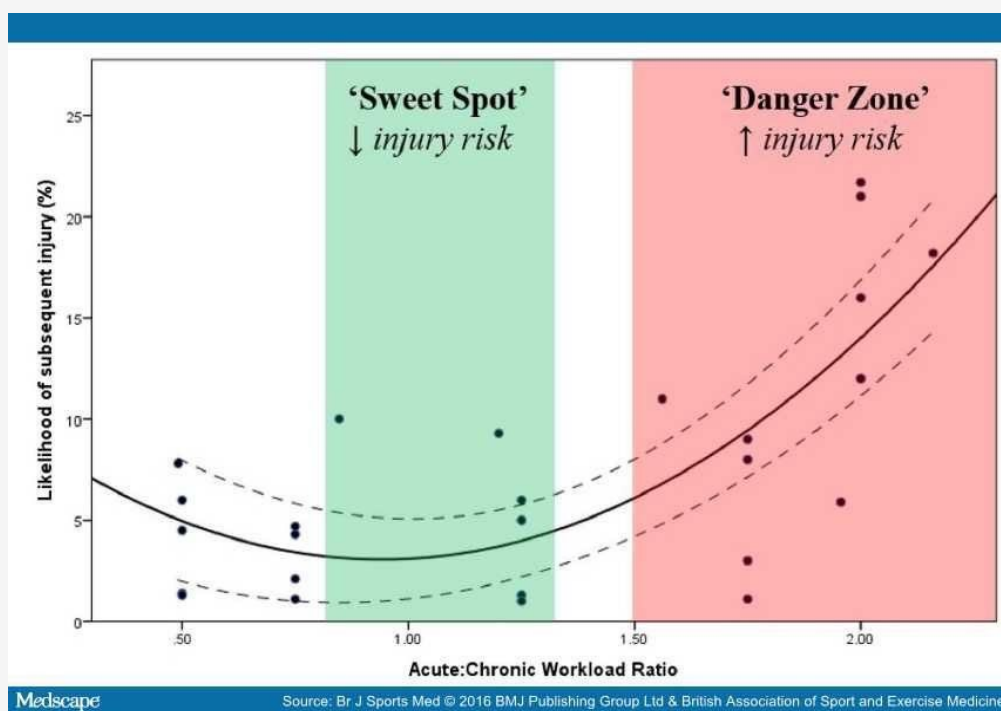


Figura 2. Relación de carga de trabajo aguda / crónica (Acute Chronic Workload Ratio -ACWR-). Zona de "Punto Justo" con riesgo de lesión disminuido, y Zona de "Peligro" con riesgo de lesión incrementado por sobreentrenamiento. Por debajo de la zona de punto justo, también se incrementa el riesgo de lesión por desentrenamiento (Gabbett, 2016).

Sin embargo, hasta donde se sabe, solo se ha realizado un estudio en baloncesto profesional (Weiss et al., 2017). Si bien es un punto de partida interesante para la investigación de lesiones por carga de trabajo en este deporte, se limitó a una temporada de juego. Dada la popularidad de esta disciplina, parece interesante establecer si existe una relación entre las cargas de trabajo de los jugadores y el riesgo de lesiones en el baloncesto profesional al utilizar datos de más de una temporada competitiva para reforzar la fortaleza de los modelos estadísticos (Caparrós et al., 2017).

REFERENCIAS

- Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 3(3), 320-330.
- Apostolidis, N., Nassis, G. P., Bolatoglou, T., & Geladas, N. D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 157.
- Banister, E. W., Calvert, T. W., Savage, M. V., & Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med*, 7(3), 57-61.
- Barrios, R. (2002). Estudio del parámetro tiempo en el baloncesto actual. *Clinic: Revista técnica de baloncesto*, 15(56), 10-12.
- Abdelkrim, N. B., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
- Abdelkrim, N. B., Chouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355.

7. Abdelkrim, N. B., 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.
8. Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ... & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-161.
9. Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., & Li, F. X. (2017). 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.
10. Buchheit, M., Racinais, S., Bilsborough, J. C., Bourdon, P. C., Voss, S. C., Hocking, J., ... & Coutts, A. J. (2013). Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of science and medicine in sport*, 16(6), 550-555.
11. Busfield, B. T., Kharrazi, F. D., Starkey, C., Lombardo, S. J., & Seegmiller, J. (2009). Performance outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction in the National Basketball Association. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 25(8), 825-830.
12. Caparrós, T., Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Capdevila, 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(3), 397.
13. Castagna, C., Manzi, V., D'OTTAVIO, S. T. E. F. A. N. O., Annino, G., Padua, E., & Bishop, D. (2007). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1172-1176.
14. Caterisano, A., Patrick, B. T., Edenfield, W. L., & Batson, M. J. (1997). The effects of a basketball season on aerobic and strength parameters among college men: Starters vs. reserves. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(1), 21-24.
15. Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Cormie, P. (2008). Neuromuscular and endocrine responses of elite players during an Australian rules football season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(4), 439-453.
16. Cormery, B., Marcil, M., & Bouvard, M. (2008). Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *British journal of sports medicine*, 42(1), 25-30.
17. Coutts, A. J., Reaburn, P., Piva, T. J., & Rowsell, G. J. (2007). Monitoring for overreaching in rugby league players. *European journal of applied physiology*, 99(3), 313-324.
18. 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.
19. Deitch, J. R., Starkey, C., Walters, S. L., & Moseley, J. B. (2006). Injury risk in professional basketball players: a comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *The American journal of sports medicine*, 34(7), 1077-1083.
20. Deletrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
21. Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, D. P., & Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3219-3226.
22. DiFiori, J. P., Benjamin, H. J., Brenner, J. S., Gregory, A., Jayanthi, N., Landry, G. L., & Luke, A. (2014). Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *British journal of sports medicine*, 48(4), 287-288.
23. Edwards, T., Spiteri, T., Piggott, B., Bonhotal, J., Haff, G. G., & Joyce, C. (2018). Monitoring and managing fatigue in basketball. *Sports*, 6(1), 19.
24. Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2016). Translating fatigue to human performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), 2228.
25. Fanchini, M., Rampinini, E., Riggio, M., Coutts, A. J., Pecci, C., & McCall, A. (2018). Despite association, the acute: chronic workload ratio does not predict non-contact injury in elite footballers. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 108-114.
26. Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
27. Foster, C. A. R. L. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164-1168.
28. Fox, J. L., Scanlan, A. T., & Stanton, R. (2017). A review of player monitoring approaches in basketball: current trends and future directions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(7), 2021-2029.
29. Fox, J. L., Stanton, R., & Scanlan, A. T. (2018). A comparison of training and competition demands in semiprofessional male basketball players. *Research quarterly for exercise and sport*, 89(1), 103-111.
30. Gabbett, T. J., & Jenkins, D. G. (2011). Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 204-209.
31. Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*, 50(5), 273-280.
32. Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2016). Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players. *Journal of sports sciences*, 34(15), 1445-1451.
33. García Manso JM (1999). Alto rendimiento. *La adaptación y la excelencia deportiva. Editorial Gymnos*.
34. Gastin, P. B., Meyer, D., & Robinson, D. (2013). Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite Australian football. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2518-2526.
35. GAZZANO, F., & GABBETT, T. (2017). A practical guide to workload management and injury prevention in college and high school sports. *06 UNDERSTANDING AND MANAGING STRESS IN COLLEGIATE ATHLETICS*, 4(4), 30.
36. Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability—Part I. *Sports medicine*, 41(8), 673-694.
37. González Badillo J. J. y Rivas Serna J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. *Editorial Inde*.
38. González Badillo J. J., Sánchez Medina L., Pareja Blanco F., Rodríguez Rosell F. (2017). La velocidad como referencia para la

- programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza. *Ed. Ergotech Consulting, SL.*
39. Govus, A. D., Coutts, A., Duffield, R., Murray, A., & Fullagar, H. (2018). Relationship between pretraining subjective wellness measures, player load, and rating-of-perceived-exertion training load in American college football. *International journal of sports physiology and performance, 13(1), 95-101.*
 40. Haff, G. G., Jackson, J. R., Kawamori, N., Carlock, J. M., Hartman, M. J., Kilgore, J. L., ... & Stone, M. H. (2008). Force-time curve characteristics and hormonal alterations during an eleven-week training period in elite women weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 22(2), 433-446.*
 41. Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine, 44(2), 139-147.*
 42. Hoffman JR and Maresh CM. (2000). Physiology of basketball. In: *Exercise and Sport Science. Garrent WE and Kirkendall DT, eds. Philadelphia, PA: Lippicott Williams & Wilkins. pp. 733-744.*
 43. Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., & Sampson, J. A. (2016). The acute: chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British journal of sports medicine, 50(4), 231-236.*
 44. Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Blanch, P., Chapman, P., Bailey, D., & Orchard, J. W. (2014). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med, 48(8), 708-712.*
 45. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. L. D. O., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in sports & exercise, 36(6), 1042-1047.*
 46. 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.*
 47. Kraemer, W. J., French, D. N., Paxton, N. J., Hakkinen, K., Volek, J. S., Sebastianelli, W. J., ... & Vescovi, J. D. (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *Journal of strength and conditioning research, 18(1), 121-128.*
 48. Lacome, M., Simpson, B., & Buchheit, M. (2018). Monitoring training status with player-tracking technology: still on the road to Rome. *Aspetar Sports Med J, 7, 54-63.*
 49. Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute: chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of science and medicine in sport, 20(6), 561-565.*
 50. Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *Journal of science and medicine in sport, 20(3), 250-254.*
 51. Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the black box: applications and considerations for using GPS devices in sport. *International journal of sports physiology and performance, 12(s2), S2-18.*
 52. Mann, J. B., Bryant, K. R., Johnstone, B., Ivey, P. A., & Sayers, S. P. (2016). Effect of physical and academic stress on illness and injury in division 1 college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 30(1), 20-25.*
 53. Manzi, V., D'ottavio, S., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(5), 1399-1406.*
 54. Martín Acero R. y Lago Pena C. (2002). Deportes de equipo. *Comprender la complejidad para elevar el rendimiento. Editorial Inde.*
 55. McGuigan, M. (2017). Monitoring training and performance in athletes. *Human Kinetics.*
 56. 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.*
 57. McNamara, D. J., Gabbett, T. J., Naughton, G., Farhart, P., & Chapman, P. (2013). Training and competition workloads and fatigue responses of elite junior cricket players. *International journal of sports physiology and performance, 8(5), 517-526.*
 58. Meuseen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., ... & Urhausen, A. (2012). Prevention, Diagnosis, and Treatment of the overtraining syndrome: Joint Consensus Statement of the European college of Sports Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise.*
 59. Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International journal of sports physiology and performance, 5(1), 75-86.*
 60. Moreira, A., McGuigan, M. R., Arruda, A. F., Freitas, C. G., & Aoki, M. S. (2012). Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26(3), 861-866.*
 61. Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., Hulin, B. T., & McLellan, C. P. (2017). Individual and combined effects of acute and chronic running loads on injury risk in elite Australian footballers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 27(9), 990-998.*
 62. Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., & Blanch, P. (2017). Calculating acute: chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *Br J Sports Med, 51(9), 749-754.*
 63. Papadopoulos, P., Schmidt, G., Stafilidis, S., & Baum, K. (2002). The characteristics of de playing and break times of a basketball game. In *7th Annual Congress of the ECSS, Athens, Greece.*
 64. Piggott, B. (2008). The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian Football League club.
 65. Podlog, L., Buhler, C. F., Pollack, H., Hopkins, P. N., & Burgess, P. R. (2015). Time trends for injuries and illness, and their relation to performance in the National Basketball Association. *Journal of Science and Medicine in Sport, 18(3), 278-282.*
 66. Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2015). Monitoring athletes through self-report: factors influencing implementation. *Journal of sports science & medicine, 14(1), 137.*
 67. Scanlan, A. T., Wen, N., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). The relationships between internal and external training load models during basketball training. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(9), 2397-2405.*
 68. Schelling, X., & Torres, L. (2016). Accelerometer load profiles for basketball-specific drills in elite players. *Journal of sports science & medicine, 15(4), 585.*

69. Schweltnus, M., Soligard, T., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., ... & Van Rensburg, C. J. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *Br J Sports Med*, *50*(17), 1043-1052.
70. Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., ... & van Rensburg, C. J. (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*(17), 1030-1041.
71. Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*, *35*(12), 1025-1044.
72. Taylor, K., Chapman, D., Cronin, J., Newton, M. J., & Gill, N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. *J Aust Strength Cond*, *20*(1), 12-23.
73. Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). Monitoring fatigue status in elite team-sport athletes: implications for practice. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(s2), S2-27.
74. Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2016). Tracking morning fatigue status across in-season training weeks in elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, *11*(7), 947-952.
75. Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, *31*(1), 1-11.
76. Viru A, Viru M (2003). Análisis y control del rendimiento deportivo. *Editorial Panamericana*.
77. Weiss, K. J., Allen, S. V., McGuigan, M. R., & Whatman, C. S. (2017). The relationship between training load and injury in men's professional basketball. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(9), 1238-1242.
78. Wheeler, K. W., & Sayers, M. G. (2011). Rugby union contact skills alter evasive agility performance during attacking ball carries. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *6*(3), 419-432.