BARÇA
INNOVATION HUB
Universitas

INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

CONTEXTUALIZACIÓN

Concepto de carga de entrenamiento

Tanto en este como en cursos anteriores hemos de definir el concepto de carga de entrenamiento ya que representa un componente esencial en las ciencias del deporte. La carga de entrenamiento alude al estrés o estímulo al que es sometido el deportista durante el proceso de entrenamiento. Estas actividades o estímulos estresantes presentan dos grandes componentes, el volumen y la intensidad, cuyo producto da origen al valor de carga. Además, podemos estudiar dos tipos de carga, la carga externa y la carga interna. La carga externa hace referencia a la naturaleza de la actividad desarrollada por el deportista, mientras que el concepto de carga interna hace referencia al estrés que genera en el organismo la realización de dicha actividad. De este modo, la carga interna se ve condicionada directamente por la carga externa. En este sentido, una actividad de carrera de 5 km de distancia realizada a una velocidad de 10 km/h representará la carga externa, que provocará en un individuo una carga interna, determinada por ejemplo en unos valores promedios de frecuencia cardíaca de 140 pulsaciones por minuto que representa un 70% de la frecuencia cardíaca máxima individual, unos niveles medios de concentración de lactato de 5 Mmol/L y un aumento en la glicemia basal a valores de 110 mg/dl, mientras que en un individuo B la carga interna ante esta misma carga externa (5 km a 10 km/h) podría ser de 180 pulsaciones por minuto que representa un 85% de la frecuencia cardiaca máxima individual, 8 Mmol/L de lactato y 150 mg/dl de glucosa en sangre. El conocimiento de esta relación nos lleva a la conclusión de que el estado de adaptación o rendimiento del deportista debe medirse en una doble vertiente, considerando todas las actividades que se desarrollan durante el proceso de entrenamiento, pero también el impacto biológico que ellas generan en el deportista (González Badillo y Ribas Serna, 2002).

Control y evaluación subjetiva y objetiva de la fatiga

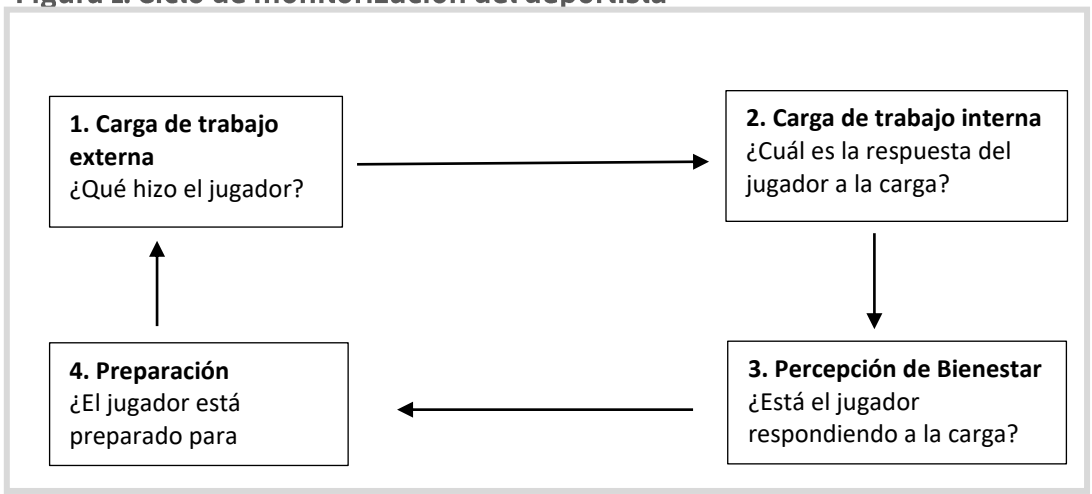
Dentro de las herramientas de control del rendimiento del deportista, aquellas que se utilizan para monitorizar la fatiga resultan de elevada importancia. Entre ellas, podemos obtener datos desde indicadores mayormente objetivos, como pueden ser la frecuencia cardíaca, la concentración de lactato y otros marcadores bioquímicos, así como de indicadores mayormente subjetivos entre los cuales se encuentran un grupo extensivo de escalas y cuestionarios (Índice

Hooper, Cuestionario de bienestar o Wellness Questionarie, Escalas de recuperación TQR o Total Quality Recovery, entre otros).

Ciclo de monitorización del deportista

Ante la importancia de controlar la carga de trabajo durante un día, una semana o un mes de entrenamiento, Gabbett et al. (2017) han propuesto un modelo o proceso metodológico a adoptar para alcanzar un buen control sobre este proceso de entrenamiento-competición. En este sentido, se presentan cuatro fases: el primer paso describe la carga de trabajo que el deportista ha realizado (carga externa). A continuación, se establece la respuesta biológica a la carga de trabajo desarrollada (carga interna). El tercer paso del ciclo consiste en estudiar el grado en el que el jugador tolera la carga de trabajo. Por último, se comprueba si el deportista está preparado para entrenar o jugar (Figura 1). Esta matriz, que será presentada con más detalle en otro de los cursos, se utiliza con el fin de ayudar a los técnicos y preparadores físicos a tomar decisiones durante el proceso de entrenamiento.

Figura 1: Ciclo de monitorización del deportista



Fuente: Elaboración propia con base en Gabbett et al. (2017).

Herramientas para la monitorización de la carga interna del deportista

Existe una gran cantidad de herramientas y métodos para monitorizar la carga interna en los deportistas. Entre ellas, podemos mencionar los análisis de

temperatura muscular, función cerebral y análisis de saliva, sangre, sudor y actividad muscular, aunque existen muchas otras alternativas. La importancia de la monitorización en este sentido radica en encontrar métodos que sirvan de apoyo en la toma de decisiones, considerando los costes económicos y de practicidad de los mismos, donde la fiabilidad, validez y sensibilidad de las medidas resultan determinantes. Además, cada técnico deberá de establecer el sistema de monitorización y evaluación más conveniente en relación con el contexto de aplicación en el que se encuentra inmerso. Es decir que, además de optar por herramientas que el club pueda contemplar dentro de sus condiciones materiales/económicas, los técnicos deben sopesar su aplicabilidad.

Entre los métodos más comunes mencionaremos dentro de este curso la monitorización de la frecuencia cardíaca, expresándola en valores absolutos y relativos a diferentes características individuales del deportista como la frecuencia cardíaca máxima y la frecuencia cardíaca de reposo. Así, variables como la frecuencia cardíaca pico, media, o estableciendo diferentes rangos o zonas de intensidad cardíaca son algunas de las variables más utilizadas. Por otro lado, revisaremos la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE o RPE) como una medida ampliamente utilizada, que nos permitirá obtener el cálculo del indicador de carga sesión-PSE. Finalmente revisaremos la concentración de lactato como marcador de la carga interna de trabajo, considerando sus utilidades, pero también sus limitaciones a la hora de trabajar con deportistas de élite.

Herramientas para la monitorización de la carga externa del deportista

El análisis del movimiento o carga externa incluye la cuantificación de los desplazamientos efectuados por los deportistas, proporcionando información referente a las acciones, velocidades, duraciones y distancias durante el entrenamiento o la competición (Casamichana, 2011). La información puede clasificarse por medio de tres niveles o tipos (Buchheit y Simpson, 2017):

- Nivel o tipo 1: distancias recorridas totales y distancias recorridas a diferentes rangos de velocidad de desplazamiento (absolutos o relativos).
- Nivel o tipo 2: eventos relacionados con los cambios de velocidad (aceleraciones, desaceleraciones, potencia metabólica, distancia media equivalente, índice de distancia equivalente, distancia recorrida a alta potencia metabólica o HMLD, etc.)

- Nivel o tipo 3: Datos derivados de los sensores inerciales o acelerómetros (player load, force load, tiempos de contacto y de vuelo, stiffness vertical, colisiones, etc.)

De este modo, debemos entender que existe una gran variedad de sistemas para el registro de movimiento de los deportistas, donde el uso de la tecnología GPS destaca hoy en día por ser el medio tecnológico más utilizado.

Introducción

Estudiar la relación entre variables y/o indicadores nos puede ayudar a determinar aquellas a las cuáles debemos prestar una mayor atención en el proceso de evaluación del entrenamiento y competición, evitando de ese modo repetir información a través de la selección de variables complementarias. Es decir, es de suma importancia analizar las posibles relaciones existentes entre variables con el objetivo de tomar las decisiones adecuadas al contexto de una sesión o tarea de entrenamiento.

Las demandas de tareas de entrenamiento están siendo ampliamente estudiadas en la actualidad. De dichos análisis surgieron tanto investigaciones científicas como libros (Casamichana, San Román, Calleja, y Castellano, 2016).

Para tomar decisiones en el proceso de entrenamiento en la búsqueda de la maximización del rendimiento a través de la optimización del sistema condicional, con la siempre implícita minimización de las probabilidades de lesión, el proceso metodológico tiene una importancia capital.

Con el correr de los años ha sido de gran utilidad, la incorporación de tecnología GPS y sus posteriores desarrollos y evoluciones. Han permitido conocer de forma detallada qué actividades realizan los deportistas durante la práctica de cada una de las tareas (y en cada una de las repeticiones) planteadas en el entrenamiento.

Vamos a realizar una ejemplificación de este proceso. La tarea comienza con una situación de 1 vs. 1, donde el jugador atacante tiene superioridad posicional, y tiene que tratar de conseguir gol en la portería contraria. Una vez concluida dicha acción, el jugador defensor junto con un nuevo compañero realizan una acción de 2 vs. 1 en la portería contraria, para finalizar el defensa del 2 vs. 1 atacando la portería contraria junto con un nuevo compañero y ante un nuevo rival.

A partir de la realización de la tarea, pasemos a detallar los valores absolutos de carga que ha supuesto la realización de esta tarea en el entrenamiento, atendiendo a diferentes variables. Aportamos, como ejemplo, el valor medio de diferentes variables de carga para todo el equipo, y los valores detallados de dos de los jugadores participantes en la tarea. Esta información nos describe la actividad realizada por los deportistas y entendemos que es uno de los pasos

iniciales que se deben dar en el proceso de monitorización/evaluación de la carga de entrenamiento. Sin embargo, entendemos que la gestión de carga de entrenamiento requiere un proceso metodológico que nos permita tomar decisiones en la gestión de carga de entrenamiento.

Tabla 1: Valores de diferentes variables de carga durante la tarea ejemplificada para la media del equipo y para dos jugadores participantes en la tarea

	Distancia (m)	Distancia a alta velocidad (m)	Nº de *sprints* (n)	Aceleraciones de alta Intensidad (n)	Deceleraciones de alta intensidad (n)
Equipo	1107	207	12	13	8
Jugador 1	1094	185	10	13	8
Jugador 2	913	237	12	12	5

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, podremos observar, la comparación intra-sujeto, la cual permitirá comparar la actividad desarrollada o exigencia que ha supuesto la realización de una tarea de entrenamiento para un mismo jugador en diferentes momentos. Este proceso puede ser aplicable tanto a la comparación entre diferentes repeticiones dentro de un mismo entrenamiento como a la comparación entre tareas (o repeticiones de la tarea) en diferentes sesiones de entrenamiento.

Si tenemos como objetivo del entrenamiento condicional optimizar el comportamiento físico del jugador durante la competición, las demandas de competición deben servir de guía en el proceso de entrenamiento. Razón por la cual, debemos hacer coincidir (o acercar) las demandas a las que son sometidos los jugadores durante la competición con las demandas de las tareas de entrenamiento, y así respetar la caracterización de estas.

Siguiendo con el análisis de la carga de entrenamiento, y su intensidad durante la realización de una tarea, se puede expresar en términos absolutos (por ejemplo, distancia recorrida en m como medida de carga y m·min-1 como variable de intensidad), pero también en comparación con las demandas de la competición. Es decir, la demanda de una variable podría representarse respecto al % que representa un partido o algún otro valor de referencia (media de la temporada, media de los últimos 5 partidos o media de los partidos con más actividad, por ejemplo). De esta manera, en la evaluación integraríamos las necesidades de preparación de cada uno de los deportistas, teniendo presente que se utilizan referencias individuales y no tanto referencias de la demarcación,

ya que existe cierta variabilidad entre las demandas impuestas a los jugadores que ocupan la misma demarcación (Castellano, y Blanco-Villaseñor, 2015).

Pensemos ahora en la sesión de entrenamiento, considerada como la segunda unidad temporal que habitualmente monitorizamos, cuantificamos y gestionamos en el proceso de entrenamiento. Existe en la literatura información descriptiva de la carga, volumen e intensidad de jugadores de fútbol profesional, pero poca información de jugadores no profesionales, jóvenes y de jugadoras de fútbol.

La descripción de la carga experimentada por los futbolistas en función del día de la semana en diferentes variables ha sido publicada por diferentes autores en los últimos años. Por un lado, diferentes trabajos han descrito en valores absolutos las demandas impuestas a los jugadores en las diferentes sesiones de entrenamiento realizadas, en función de la demarcación ocupada por el jugador dentro del terreno de juego. Así, por ejemplo, Owen, Dkaouis, Newton, Malone & Mendes (2017) encuentran cómo existen diferencias significativas en función de la demarcación en las variables de distancia total recorrida, PSE y velocidad media, mientras que no observan diferencias significativas en las variables asociadas con acciones realizadas a alta velocidad (distancia recorrida a alta velocidad y sprint).

Otro aspecto importante es, la semana de entrenamiento o microciclo, denominado por muchos, como, la unidad operativa de planificación en deportes colectivos, por lo que la adecuada distribución y gestión de la carga de entrenamiento (entrenamiento y partido) presenta una gran importancia. Este análisis va a resultar fundamental de cara a optimizar el estado condicional de los deportistas, detectar posibles estados de sobre- o subestimulación y poder tratar de disminuir la incidencia lesional en el deportista.

Durante el proceso de control de carga y la aplicación adecuada al entrenamiento (y deportista), surge el análisis de la carga interna mensual y riesgo de lesión, aquí aparece la figura más clásica, la cual informa de la asociación entre carga de entrenamiento y lesión, donde se observa una clara asociación entre el nivel de carga y la incidencia lesional. En esta figura puede observarse cómo, cuando aumenta la carga de entrenamiento, aumenta no solo el número de lesiones, sino la incidencia lesional (lesiones por 1000 horas de exposición). Por lo tanto y con base en estos resultados, no solo se lesionan más porque están más tiempo expuestos a que la lesión aparezca, sino que la fatiga

originada por esa mayor cantidad de carga de trabajo aumenta las probabilidades de que la lesión aparezca.

Figura 2

Fuente: Gabbett, 3. 2016.

Otros estudios, mediante la monitorizaron la carga de entrenamiento a través del método de sesión-percepción subjetiva del esfuerzo durante una temporada de dos equipos de fútbol profesional, nos aportan que, cargas acumuladas en 2 y 3 semanas durante la pretemporada superiores a 5980 y 9154 UA presentaron significativamente mayores probabilidades de lesión (x5) que el grupo de referencia (<3250 UA en el sumatorio de 2 semanas y <7260 en el sumatorio de 3 semanas). Sin embargo, estos niveles de carga durante la temporada competitiva presentan efecto protector, de modo que reducen las probabilidades de lesión respecto al grupo de referencia.

Por último, un aspecto que durante muchos años se ha visto envuelto en infinidades de debates (sin tener en cuenta los avances científicos y mucho menos aún, las necesidades contextuales del deporte y sus deportistas) ha sido la pretemporada. Esta fase preparatoria de la temporada es uno de los

momentos de la temporada donde mayores “errores” de gestión de carga de entrenamiento se suelen cometer.

La pretemporada es el momento ideal para que el cuerpo técnico inculque en el equipo su filosofía, estilo o modelo de juego. Sin embargo, ¿es esta la piedra filosofal de las pretemporadas?

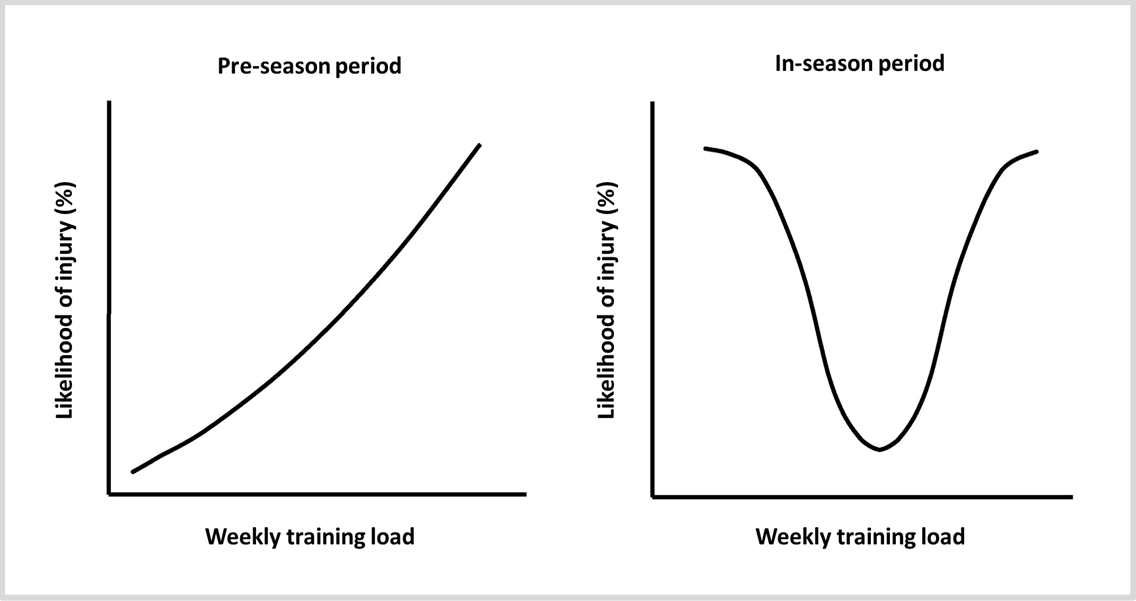
Respecto a la frecuencia lesional que surgen durante estos momentos de la temporada, la mayoría de los estudios indica que es un periodo donde la frecuencia lesional es significativamente más alta (Gabbett, 2004). Basándonos en estos datos, algo parece que no estamos haciendo bien. Estructuras temporales donde el deportista debe entrenarse con cargas de volumen e intensidad muy superiores a la media anual (incluso, tres veces más) ponen en riesgo la frescura del jugador e incluso lo acercan a la lesión deportiva.

Entonces, la visión tradicional de la pretemporada como momento de llenar los tanques de gasolina cada vez va dejando más paso al periodo de preparación gradual, donde el deportista se reencuentra con la actividad. Algunos autores proponen un progreso más gradual. Verheijen (2014) expone la disyuntiva entre build-up y el quick build-up, decantándose por la primera: adquisición de la forma física de manera gradual. Pero no debemos confundir gradual con no específica. Tan específica como sea posible, pero incrementada paulatinamente.

Contextualización

En el ámbito de los deportes de equipo, en concreto del fútbol, diferentes investigaciones sobre gestión de cargas de entrenamiento deberían ser consideradas a la hora de establecer una metodología de gestión de cargas de entrenamiento y competición. Tal es el caso de Malone et al. (2017), en su estudio realizado con dos equipos de primer nivel europeo, encuentran un aumento significativo en las probabilidades de lesión a medida que se incrementa el nivel de carga en la pretemporada, de modo tal que las probabilidades de lesión se triplican cuando la carga semanal supera el valor de 3200 unidades arbitrarias (UA; obtenido a través del método sesión-percepción subjetiva del esfuerzo) respecto a cuándo la carga semanal es inferior a 1500 UA. Sin embargo, durante la temporada competitiva, la relación entre carga y probabilidad de lesión presenta una forma de U, con menores probabilidades cuando presenta niveles moderadamente altos (entre 2120-3200 UA), aumentando especialmente cuando la carga es superior a 3200 UA. Sin embargo, ante cargas altas (>3200 UA), la probabilidad de lesión es mayor en pretemporada respecto a la temporada competitiva.

Figura 3



Fuente: Malone et al., 2017.

Si bien existen muy pocas investigaciones han profundizado respecto a la relación entre carga semanal y rendimiento. algunos trabajos se han centrado en

el estudio de las relaciones entre la carga de entrenamiento semanal y la actividad del jugador durante el partido. A pesar de que el análisis debiera realizarse contemplando no únicamente lo que se ha realizado en la última semana, sino también teniendo en cuenta el trabajo realizado en las semanas previas. En este sentido, el trabajo de Fessi et al. (2016) los autores encuentran que la actividad en partido durante la semana 4 donde se realiza un *tapering* (descenso de carga de entrenamiento) es un 15 % superior a la actividad del partido del resto de semanas.

Por estas razones, futuras investigaciones deberán profundizar en esta relación de carga semanal-rendimiento, quizás utilizando el estado de preparación del deportista para la competición, medido a través de cuestionarios subjetivos o alguna medida objetiva de rendimiento o fatiga previa a la competición (Thorpe et al., 2017).

Otro aspecto importante a destacar, es la denominada caga externa mensual y el riesgo de lesión que surge en los deportes colectivos.

Haciendo un repaso sobre el aporte de la literatura en cuestión, nos encontramos diferentes tendencias de relación entre la distancia total recorrida por los deportistas y la incidencia lesional:

- Trabajos y variables de medida dentro de los trabajos donde no existe relación entre la carga mensual o crónica y la probabilidad de lesión (Hulin, Gabbett, Lawson, Caputi, & Sampson, 2015).
- Trabajos donde encuentran una relación directa (a mayor nivel de carga, mayor probabilidad de lesión).
- Y trabajos donde encuentran una relación inversa, como es el caso de Colby et al. (2017) en fútbol australiano, donde encontraron que las probabilidades de lesión fueron significativamente más elevadas cuando la carga mensual de distancia recorrida fue baja (<71.0 km), de modo que se reduce la probabilidad de lesión a medida que esta distancia recorrida mensual aumenta.

A su vez, la distancia recorrida a alta velocidad o sprint y el riesgo de lesión, forman parte del análisis dentro de la denominada carga externa. Dentro de este análisis, Duhig et al. (2016) encuentran en deportistas de fútbol australiano que la distancia recorrida a alta velocidad no diferencia a los deportistas que se lesionan y que no se lesionan de la musculatura isquiotibial. A pesar de esto, las probabilidades de lesión en la musculatura isquiotibial aumentan cuando los sujetos superan la distancia recorrida a alta velocidad media mensual.

Concluyendo, podemos profundizar sobre la pretemporada, en donde la toma de decisiones respecto al nivel de exigencia con el que debe iniciarse las mismas dependerán de diferentes factores, ya sea, si los jugadores son nuevos o no en el club, al mismo tiempo si el entrenador o el cuerpo técnico y, por lo tanto, el estilo y sistema de juego que quiera inculcarse, el historial de los jugadores (edad, lesiones, nivel de actividad en la temporada anterior, familiaridad con el tipo de entrenamiento que se vaya desarrollar, etc.), perfil de los jugadores (valoraciones en pruebas, demarcación habitual, idiosincrasia, etc.) y, también, el tiempo de inactividad o desentrenamiento que han tenido los jugadores desde la temporada anterior.

Parece, por esto, que la visión tradicional de la pretemporada como momento de llenar los tanques de gasolina cada vez va dejando más paso al periodo de preparación gradual, donde el deportista se reencuentra con la actividad.

Atrás deben quedar las largas carreras continuas, los trabajos inespecíficos orientados a la resistencia que, en muchos casos, desentrenan más que mejoran. En este sentido, debemos tener en claro cuál es el objetivo del entrenamiento (jugar al fútbol, mucho y bien) y nunca mejorar el físico, que únicamente es un medio para el objetivo. Y, además de ser un medio, es un medio únicamente eficaz cuando es específico.

Referencias

Buchheit, M., & Simpson, B.M.(2017). Player-Tracking Technology: Half-Full or Half-Empty Glass? Int J Sports Physiol Perform. 2017 Apr;12(Suppl 2):S235-S241. doi: 10.1123/ijspp.2016-0499. Epub 2016 Dec 14

Casamichana, D. (2011). La tecnología GPS aplicada a la evaluación del entrenamiento y la competición en fútbol. Tesis Doctoral: Universidad del País Vasco.

Casamichana, D., Castellano, J., & Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semiprofessional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(3), 837-843.

Casamichana, D., San Román, J., Calleja, J., y Castellano, J. (2015). *Los juegos reducidos en el entrenamiento del fútbol*. Barcelona, ES: Fútbol De Libro.

Castellano, J., y Blanco-Villaseñor, A. (2015). Análisis de la variabilidad de desplazamiento de futbolistas de élite durante una temporada competitiva a partir de un modelo mixto multivariable. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, *15*(1), 161-168.

Colby, MJ, Dawson, B, Heasman, J, Rogalski, B, Rosenberg, M, Lester, L, and Peeling, P. (2017) Preseason Workload Volume and High-Risk Periods for Noncontact Injury Across Multiple Australian Football League Seasons. Journal of Strength and Conditioning Research. 31(7):1821–1829.

Duhig, S., Shield, A. J., Opar, D., Gabbett, T. J., Ferguson, C., & Williams, M. (2016). Effect of high-speed running on hamstring strain injury risk. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(24), 1536-1540

Fessi, M. S., Zarrouk, N., Di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A. R., & Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*. doi: 10.1080/02640414.2016.1171891.

Gabbett T. J. (2004). Influence of training and match intensity on injuries in rugby league. *J Sports Sci*, *22*(1), 409-417.

Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports* Med, *50*(5), 273-280.

Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., Rodas, G., Myslinski, T., Howells, D., Beard, A. y Ryan, A. (2017). The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. British Journal of Sports Medicine, 51(20), 1451-1452.

González Badillo, J. J. y Ribas Serna, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: Inde.

Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., y Sampson, J. A. (2015). The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *Br J Sports Med*, *50*(4), 231-236.

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. *J Sci Med Sport*, *20*(3), 250-254.

Owen, A. L., Djaoui, L., Newton, M., Malone, S., & Mendes, B. (2017). A contemporary multi-modal mechanical approach to training monitoring in elite professional soccer. *Science and Medicine in Football*, *1*(3), 216-221.

Stevens, T. G. A., De Ruiter, C. J., Twisk, J. W. R., Savelsbergh, G. J. P., & Beek, P. J. (2017). Quantification of in-season training load relative to match loadin professional Dutch Eredivisie football players. *Science and Medicine in Football*, *1*(2), 117-125.

Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). The Influence of Changes in Acute Training Load on Daily Sensitivity of Morning-Measured Fatigue Variables in Elite Soccer Players. *Int J Sports Physiol*, *vol.*(0).