

Módulo 1. Demandas físicas en los deportes de equipo

El objetivo principal de este curso es estructurar un marco teórico y práctico basado fundamentalmente en evidencia científica actualizada. Esto permitirá avanzar en nuestro conocimiento y, por lo tanto, mejorar en el diseño de tareas y en la toma de decisiones, fundamentalmente, en el ámbito de la preparación física.

Dicho esto, les presentaré el curso desgranado en los diferentes módulos que vamos a cursar. El módulo 1 tratará sobre las demandas físicas (carga externa) en los deportes de equipo. Cualquiera sea el deporte de equipo que podamos practicar, entrenar o preparar, necesitamos conocer los requerimientos que los caracterizan para poder diseñar y prescribir nuestros entrenamientos a nuestros equipos y, por ende, a todos nuestros jugadores. Así, podrán intentar realizar todos sus trabajos en la práctica deportiva en las mejores condiciones posibles, ya sea en entrenamiento o en las propias competiciones.

El primer curso va a ser una visión general de todos los deportes de equipo. Obviamente, con ejemplos puntuales de baloncesto o de fútbol y de otros deportes, como por ejemplo, el rugby, que nos van a llevar a entender mejor lo que posteriormente vamos a ir concretando en nuestro deporte, que es el baloncesto.

El módulo 2 va a tratar sobre la aplicación de la microtecnología para optimizar el rendimiento en los deportes de equipo. Es evidente que la tecnología ya forma parte del deporte y ha venido para quedarse. El peso que está teniendo la integración de la microtecnología en los deportes de equipo es cada vez mayor y, concretamente, en la optimización del rendimiento, está cobrando un peso que a buen seguro no ha tocado techo. Así pues, vamos a dar unas pinceladas para que cada uno de ustedes tenga esta visión y en un futuro pueda ponerla en marcha en sus respectivos equipos.

El módulo 3 va a tratar de la aplicación de la microtecnología en la prevención de lesiones en los deportes de equipo. Sí, es evidente que uno de los pilares claves es el rendimiento deportivo, no es menos claro que la prevención del riesgo de lesiones es otro de los pilares fundamentales e imprescindibles en el desarrollo de cualquier preparador físico que pretenda desarrollar una carrera en toda su extensión. Este bloque orientado a la prevención de lesiones, también puede verse acompañado por la implementación de la microtecnología, tal como podremos ir viendo al entrar de lleno en el módulo 3.

Por último, el módulo 4 se basará en la aplicación práctica de los sistemas basados en unidades de medición inercial (IMU) en diferentes tests para los jugadores de deportes colectivos o de situación. Así pues, este apartado pretende transmitir cómo podemos aplicar la tecnología para conocer y evaluar mejor diferentes aspectos que forman a nuestros deportistas y que, después, nos va a ayudar en la individualización y optimización del rendimiento.

El deporte es uno de los fenómenos sociales más importantes de nuestra sociedad. Quién no recuerda a Usain Bolt pulverizando el récord de los 100 metros lisos en Berlín, parando el cronómetro en los 9' segundos y 58 centésimas.

Figura 1: Usain Bolt



Fuente: [imagen sin título sobre Usain Bolt], 2016, <https://bit.ly/3enF5SV>

Y ¿por qué no hablar de resistencia, si recordamos la gesta que hemos podido presenciar hace muy poco tiempo? El corredor keniano Eliud Kipchoge, en Berlín, consiguió superar el tiempo de la Maratón de Berlín del año 2016 de 2 horas y 2 minutos. Pero no se conformó con eso, poco tiempo después, se convirtió en el primer hombre en correr la distancia de maratón en menos de 2 horas, a pesar de que alcanzó esta marca, la consiguió en condiciones no homologables como récord.

Figura 2: Eliud Kipchoge



Fuente: [imagen sin título sobre Eluid Kipchoge], 2019,
<https://bit.ly/3abjvxF>

Otro ejemplo es Vitaly Shcherbo. Para los que no puedan recordarlo, fue un gimnasta excepcional y uno de los mejores haciendo la figura del Cristo, que consiguió seis medallas de oro en las Olimpiadas de Barcelona de 1992 en cinco días.

Figura 3: Vitaly Shcherbo



Fuente: [imagen sin título sobre Vitay Shcherbo], 2018,
<https://bit.ly/34F7Rdb>

Por otro lado, quién no recuerda el salto desde el tiro libre de Michael Jordan en el concurso de mates que se celebró en el año 1988.

Figura 4: Michael Jordan



Fuente: [imagen sin título sobre Michael Jordan], 2015,
<https://bit.ly/2yivvjE>

Otro hito propiciado por el deporte fue el regalo en forma de gol que millones de españoles recibieron y celebraron cuando Iniesta marcó en el Mundial de Sudáfrica y le dio el Campeonato del Mundo a la selección española de fútbol.

Figuras 5: Andrés Iniesta



Fuente: [imagen sin título sobre Andrés Iniesta], 2017, <https://bit.ly/2xxqPXa>

En cada una de estas especialidades, estos deportistas han conseguido emocionar a millones de personas en todo el mundo. De aquí la gran relevancia del deporte en nuestra sociedad.

La primera gran diferencia que podemos hacer hasta el momento es la clasificación entre deportes individuales y deportes de equipo. Nos vamos a centrar, a partir de ahora, en este segundo bloque.

En las siguientes figuras podrás observar imágenes relacionadas con el éxito deportivo de equipos campeones: F.C Barcelona en fútbol y, en baloncesto, proclamándose campeones en diferentes competiciones, los Golden State Warriors de la NBA consiguieron el anillo de la liga y la selección española de fútbol y de baloncesto levantando la Copa del Mundo.

Figura 6: Equipo de futbol de Barcelona F.C



Fuente: [imagen sin título sobre equipo de futbol de Barcelona F.C], 2019, <https://bit.ly/2VfqEzL>

Figura 7: Equipo de baloncesto de Barcelona F.C



Fuente: [imagen sin título sobre equipo de básquet de Barcelona F.C], 2018, <https://bit.ly/2xxx7pK>

Figura 8: Golden State Warriors



Fuente: [imagen sin título sobre Golden State Warriors], 2018, <https://bit.ly/2XGcq5Q>

Figura 9: Selección de fútbol de España



Fuente: [imagen sin título sobre selección de fútbol de España], 2012, <https://bit.ly/2VuSqQU>

Figura 10: Selección de básquet de España

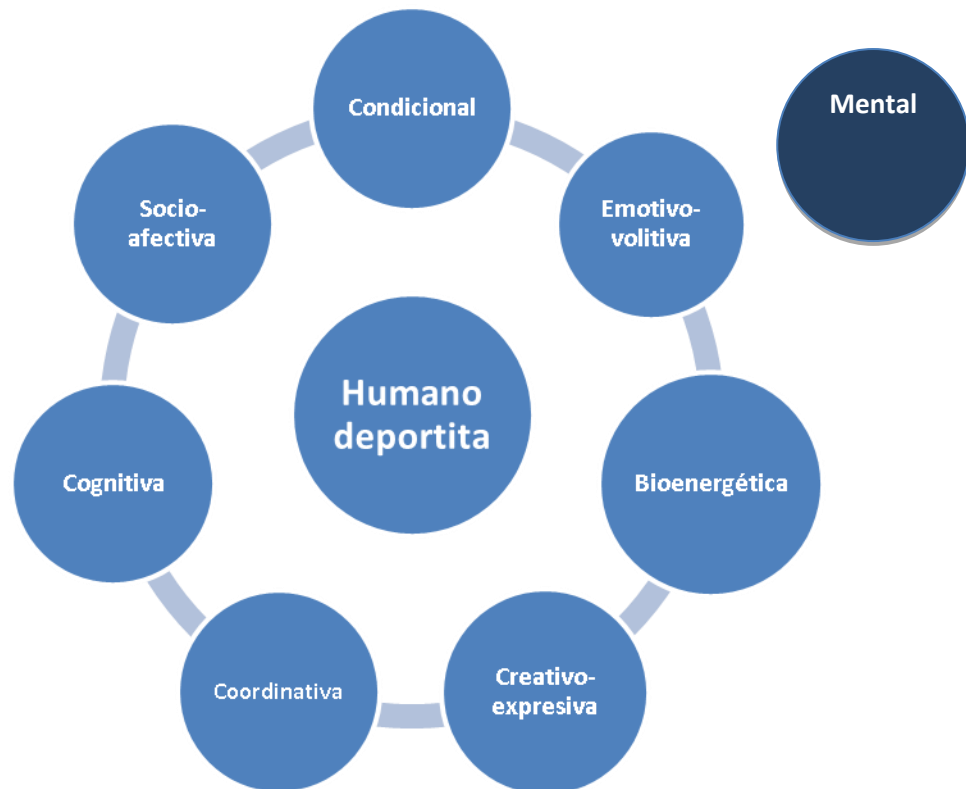


Fuente: [imagen sin título sobre selección de básquet de España], 2019, <https://bit.ly/2RDzA8L>

Todos estos equipos están constituidos, la mayoría de las veces, por algunos deportistas de la talla, por ejemplo, de Leo Messi, Stephen Curry y Juan Carlos Navarro, todos ellos jugadores "top" irrepetibles en sus diferentes modalidades deportivas. ¿Qué tienen en común todos estos jugadores? Todos, sin excepción, están conformados por las diferentes estructuras, los diferentes sistemas que constituyen al deportista. Estas estructuras son entre otras: la estructura condicional o física, la estructura técnica o coordinativa, la estructura cognitiva o táctica, la estructura creativo-expresiva... y así una serie de estructuras que conforman a

todos los seres humanos y, por lo tanto, a los seres humanos que practican deporte también.

Figura 11: Estructuras que conforman al ser humano deportista



Fuente: adaptación propia en base a Seirulo Vargas, 1998 citado en Reverter-Masià, Ribera-Nebot y Picó-Benet, p. 19

Lo que distingue a estos deportistas es que ellos tienen sus estructuras elevadas a la máxima expresión, de tal manera que la optimización, en el deporte que practican, está elevada al máximo exponente y permite, entonces, la excelencia deportiva. En general, el rendimiento deportivo está condicionado fundamentalmente por dos aspectos. Por un lado, lo genético; todas nuestras cualidades vienen determinadas, nos guste o no, por la información genética que cada uno de nosotros tenemos. Por otro lado, estamos supeditados a la trayectoria deportiva personal. Es decir, todos los entrenamientos y todas las competiciones o partidos que realiza un deportista en su carrera deportiva van a influir en mayor o menor medida en el rendimiento deportivo. Lo que no sabemos es cuánto podemos incidir en ese camino que recorren los jugadores en su carrera deportiva. Pero lo que sí es evidente es que los entrenadores y preparadores físicos podemos aportar nuestro granito de arena para influir positivamente en el proceso de optimización del rendimiento deportivo.

Hoy en día, el deporte ha pasado de ser un modo de entretenimiento y ocio a una industria profesionalizada y basada, principalmente, en

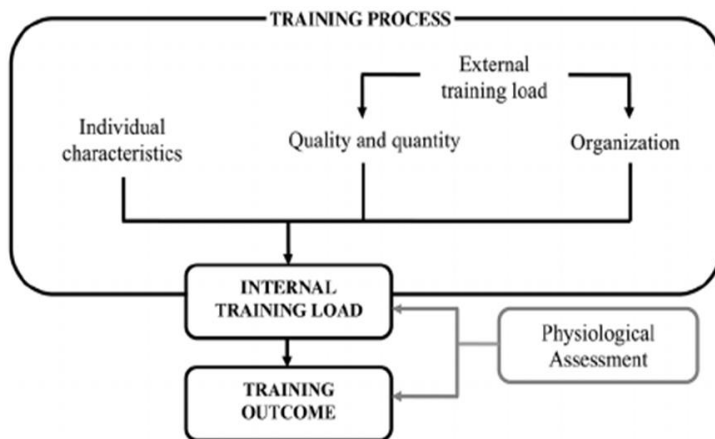
la obtención de dinero. Esto quiere decir que se ha convertido en un negocio, lo que conlleva una serie de implicaciones, como pueden ser, por ejemplo, la modificación de los calendarios deportivos aumentando el número de partidos que se producen durante cada semana y durante la temporada en su totalidad.

De esta forma, tal como hemos evidenciado, los calendarios se han visto alargados para incluir, de esta manera, muchas más competiciones durante toda la temporada. Esto lleva a que tanto los deportistas jóvenes como los adultos tengan una mayor presión para optimizar su rendimiento deportivo. Esto va a influir de forma directa y definitiva en el principal requerimiento que nos compete: las demandas físicas o la carga de entrenamiento y de competición. Así, tanto los jóvenes como los adultos de élite han visto y están viendo cómo se incrementaron los volúmenes y las intensidades de sus cargas de entrenamientos y competiciones, a lo largo de la temporada y durante su carrera deportiva. Como consecuencia, los equipos técnicos que los rodean van a tratar de optimizar el rendimiento deportivo a través de los diferentes contenidos, medios, y métodos y "camino" que puedan encontrar para conseguir este fin.

La primera gran pregunta que debemos hacernos es ¿qué es la carga? A continuación, aparecen algunas definiciones pertenecientes a diferentes autores. Según Zinti (1991), la carga es el efecto que resulta del esfuerzo que realiza un deportista sobre su estado funcional.

Es decir, qué es lo que ocurre en el comportamiento del deportista y cómo afecta el estímulo del entrenamiento al deportista. Otra definición, es la propuesta por González-Badillo y Ribas Serna (2002) que la definen como la carga interna o real, que se refiere a las exigencias biológicas y psicológicas, provocadas por la carga externa o propuesta, que implica el entrenamiento o la competición del deportista. En relación a esta definición, nosotros entendemos la carga externa como sinónimo de demandas físicas. En la figura 12, Impellizzeri, Rampinini y Marcora (2005) muestran cómo se estructura el proceso de entrenamiento.

Figura 12: Proceso de entrenamiento



Fuente: Impellizzeri et. al., 2005, p. 584

En primer lugar, muestra la carga externa o demandas físicas, que van a depender de la cantidad y de la calidad y, por otro lado, de la organización, es decir, de cómo estructuramos este entrenamiento, ya sea dentro de la sesión y/o durante el microciclo. Todo esto va a depender, obviamente, de las características individuales de cada uno de los jugadores y de las colectivas del propio equipo.

¿Cómo responderá cada uno de estos deportistas ante una determinada dosis de demandas físicas? Pues, cada uno de ellos va a tener una respuesta interna que puede ser diferente en función, tal como hemos dicho, tanto de la carga externa como de las características individuales de cada uno. Esta respuesta producirá un resultado que puede ser evaluado fisiológicamente.

Así, la evaluación fisiológica del proceso de entrenamiento y de su resultado nos va a permitir mejorar la interpretación de las pruebas físicas utilizadas para verificar la efectividad de los programas de entrenamiento, es decir, vamos a poder interpretar mejor los tests que hagamos. Además, vamos a poder evaluar la organización de las dinámicas de las cargas de entrenamiento, para poder diseñar con mejor criterio las diferentes estrategias de periodización. Vamos a poder identificar, también, a los deportistas que no responden bien ante diferentes estímulos que hemos propuesto para controlar mejor la coincidencia del entrenamiento previsto con lo planeado por el entrenador. Esto quiere decir que lo que nosotros hemos dibujado en un papel se corresponde o no con la respuesta que ha tenido cada uno de los jugadores de forma individual y colectiva. Lo que nos va a permitir, también, modificar el proceso de entrenamiento antes de evaluar sus resultados permitiéndonos, en cierta manera, saber qué es lo que va a suceder cuando se propone sobre un papel un determinado entrenamiento. En la Figura 13 lo que vemos, es una forma de interpretar la carga de entrenamiento. La carga de entrenamiento y/o de competición es un proceso compuesto por diferentes aspectos tales como psicológicos, fisiológicos y sociales. En cada uno de los dos primeros aspectos se van a producir

siempre dos binomios inseparables. Hacemos referencia al estrés o estímulo, acompañado de la correspondiente fatiga y de la recuperación. Estos dos conceptos son los que vamos a tener muy en cuenta para optimizar siempre las cargas de entrenamiento.

Figura 13: Balance entre stress y recuperación en el deporte

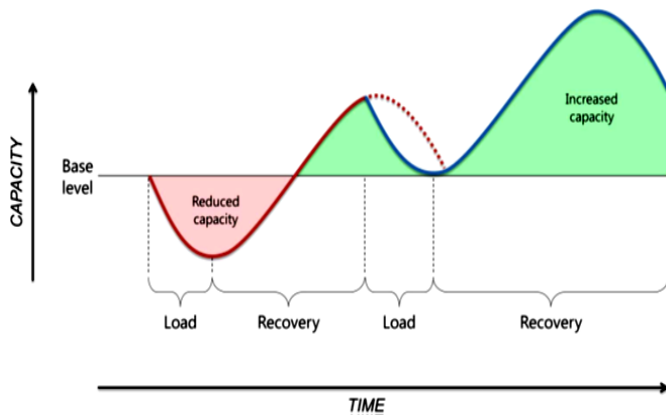


Fuente: adaptación propia de Brink, Visscher, Coutts y Lemmink, 2010

Estos tres procesos integrados de forma conjunta van a producir una serie de cambios, de modificaciones y, por lo tanto, un resultado en cada uno de nuestros deportistas, en función de cómo se establezca la relación entre el estrés-estímulo y la recuperación prevista. Así, se van a suceder dos posibles situaciones, una que permita optimizar y mejorar el rendimiento y la otra que favorezca la probabilidad de sufrir o padecer alguna lesión deportiva y/o enfermedad.

De esta forma, si nos basamos en la ley de Selye de la adaptación biológica del año 1963, tomada como uno de los principios más importantes de la teoría del entrenamiento, sabemos que, en función de las dinámicas de las cargas propuestas, vamos a facilitar una serie de adaptaciones que nos van a ayudar a mejorar el rendimiento deportivo (si pensamos especialmente en las estructuras bioenergética y condicional del deportista. Por lo cual, debemos basarnos en este principio para optimizar el rendimiento deportivo.

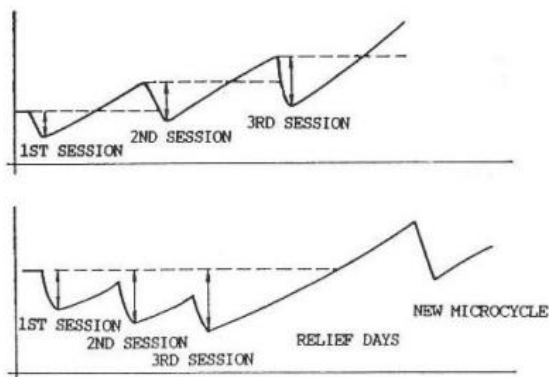
Figura 14: Principio de adaptación al entrenamiento



Fuente: Soligard et al., 2016, p. 1031.

Tal como estamos desarrollando, existirán dos posibles respuestas fundamentales en función de cómo estructuramos la dinámica de cargas. Una en la que las adaptaciones positivas se van a ir produciendo y vamos a ir mejorando, y otra en la que puede ocurrir todo lo contrario, de forma que las adaptaciones positivas esperadas no se van a producir. Esto lo podemos observar en la figura 15 de manera muy explícita y clara y, también, que podemos resumir en entrenamiento adecuado e inadecuado.

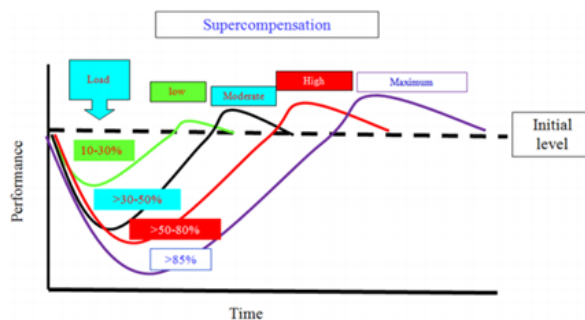
Figura 15: Entrenamiento adecuado vs entrenamiento inadecuado



Fuente: Viru y Viru, 2000, p. 71.

Y si observamos la figura 16, tomando de referencia el artículo de Fernando Naclerio, vemos que las adaptaciones que se producen también van a depender de la magnitud de la carga que estemos proponiendo. Es decir, podemos distinguir entre estímulos de carga baja, moderada, máxima o alta y eso va a poder generar más adaptaciones en función de la magnitud de la carga que propongamos, siempre que no sea una carga excesiva y que pase los límites, tal como veremos más adelante.

Figura 16: Adaptaciones teóricas dependiendo de la magnitud de la carga que se proponga



Fuente: Naclerio, Moody y Chapman, 2013, p. 359.

Habitualmente, se controlan las cargas programadas por el cuerpo técnico, presuponiendo el estado del equipo. Pero no se tiene en cuenta el efecto real de los estímulos sobre cada jugador, es decir, de forma individual. Es obvio que cada deportista responde de forma diferente ante un mismo estímulo de entrenamiento y/o de competición que soporta.

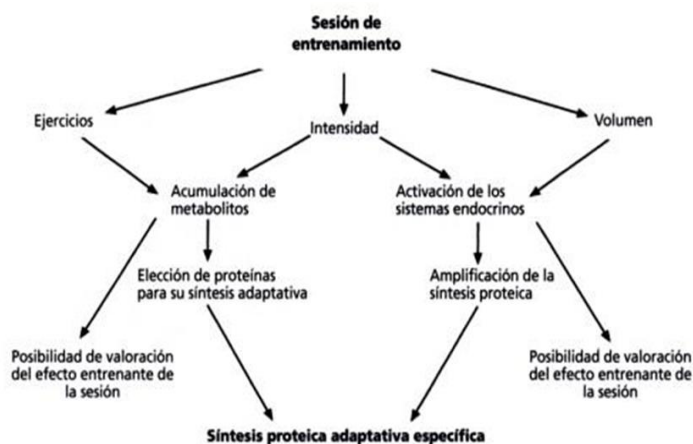
De esta forma, podemos ver que el resultado siempre va a depender de las características individuales de los jugadores, tal como Impellizzeri (et al., 2005) ya apuntaba en la figura 12, en la cual se ve que tanto la carga interna como la carga externa deberían ser incluidas en el análisis para tener una mejor aproximación a cuál es el verdadero estado del jugador. La carga externa la podemos analizar, fundamentalmente, a través del análisis de tiempo/movimiento mediante video análisis y, también, utilizando la microtecnología inercial y/o la de posicionamiento (global o local) que trataremos más adelante. En cuanto a la carga interna, podemos medir y evaluar su respuesta mediante variables como la frecuencia cardíaca, el lactato, el consumo de oxígeno, la depleción de diferentes sustratos, por ejemplo, el sodio, el potasio, etcétera, o, también, mediante el daño muscular que pueden sufrir diferentes enzimas, como por ejemplo, la creatina quinasa.

Si volvemos al binomio carga-fatiga, tan importante en la respuesta del jugador, debemos gestionar bien el trabajo y la recuperación de este para que no empeore el rendimiento, ya sea por falta de estímulo o por un excesivo estímulo (Kuipers, 1998). Es decir, no solo debemos tener en cuenta cuando entrenamos demasiado, sino también si la carga de entrenamiento propuesta es insuficiente. Lo que lleva a la pregunta: ¿Cómo medimos el estímulo? El estímulo lo medimos a través de su magnitud.

En fuerza, a modo de ejemplo, ¿cuál sería la magnitud? La tensión que se genera en cada una de las acciones por tiempo o por unidad de acción. ¿Y cómo se manifiestan los diferentes efectos del organismo? Los diferentes efectos, en el sistema, se manifiestan a través de los cambios que se producen en el rendimiento y de las modificaciones biológicas inducidas. Estas modificaciones biológicas implican cambios a nivel celular, es decir que se produce la síntesis de proteínas que van a permitir cambios en las diferentes vías metabólicas más importantes. Conseguir un estímulo adecuado depende, tal como hemos dicho, del estado actual, de la respuesta del individuo y de las características del estímulo.

Es decir, la magnitud podrá producir cambios fisiológicos, ya sea a nivel neuromuscular, hormonal, cardiovascular, respiratorio y metabólico y, también, podrá generar cambios mecánicos en otras variables como pueden ser la fuerza, la velocidad o una combinación de ambas capacidades como la potencia. Si observamos el esquema de Viru (figura 9), que ya proponía en el año 1995, podemos ver cómo en una sesión de entrenamiento vamos a tener tres pilares fundamentales: los ejercicios, la intensidad y el volumen. A partir de allí, se van a generar respuestas de acumulación de metabolitos o de activación de los sistemas endocrinos, lo que, a su vez, va a permitir una selección de la síntesis proteica que se va a producir y lo que nos va a llevar a una síntesis de proteína específica del estímulo de entrenamiento que nosotros hayamos propuesto a nuestros deportistas.

Figura 17: Pilares de una sesión de entrenamiento



Fuente: adaptación propia en base a Viru, 1995.

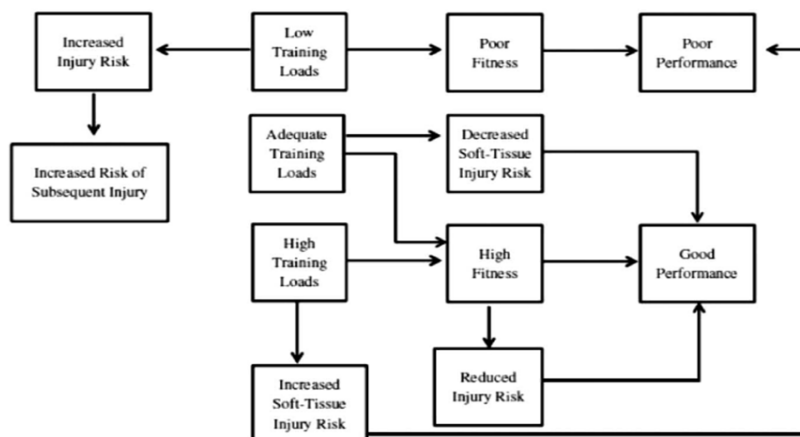
Tenemos diferentes formas de clasificar las cargas de entrenamiento en función de su magnitud. Si empezamos por abajo, en función de que sea baja o muy baja, podemos hablar de una carga insuficiente de entrenamiento, es decir, un estímulo que no va a generar ninguna adaptación. Sin embargo, podemos proponer una carga baja con un objetivo de recuperación, tal como dice su nombre, que facilite la

homeóstasis en el organismo del deportista ante un estímulo previo y que no va a tener un efecto optimizador.

Podemos hablar de una carga de mantenimiento que únicamente nos va a ayudar a mantener el nivel de rendimiento que ya teníamos, y podemos hablar también de una carga, entrenante. La carga, entrenante va a ser la carga que nos provoque mejoras en el rendimiento. Esa carga es la que va a permitir la mejora de nuestros deportistas. Por encima de esa magnitud de carga habría otra que puede ser denominada carga excesiva, que no producirá efectos positivos sobre el deportista, sino todo lo contrario, ya que habrá superado los umbrales a los que el deportista podía adaptarse. Si es cierto, y esto pasa en el deporte, que de forma controlada y selectiva tú como entrenador o preparador físico, decidas que el equipo necesita una "inyección" de otra cosa, es decir, un estímulo que, aunque no genere efectos positivos a nivel fisiológico, si pueda tener una incidencia en otro de los sistemas como el emotivo-volitivo de los jugadores. Debemos tener presente que eso existe y cada uno después debe juzgar si es adecuado o no utilizarlo en algún momento.

Repasando la bibliografía científica reciente, podemos resumir la clasificación de la carga en función de su magnitud de una forma muy sencilla: en tres tipos de cargas.

Figura 18: Relación entre las cualidades físicas, carga de entrenamiento y riesgo de lesión en deportes de equipo



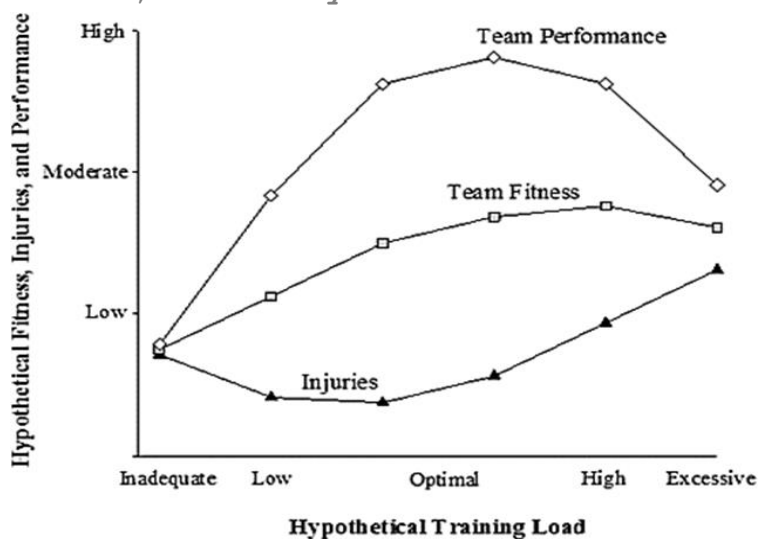
Fuente: Gabbett, 2016, p.7

Así, de esta forma, podemos establecer las cargas bajas, que van a producir una adaptación pobre del acondicionamiento físico y, por lo tanto, un rendimiento pobre y, a su vez, pueden ir acompañadas, por ser insuficientes, de un incremento del riesgo de sufrir una lesión. El otro bloque estará formado por las cargas de entrenamiento adecuadas/óptimas, es decir, aquellas que nos permitan reducir el riesgo de lesión y, a su vez, faciliten un aumento del acondicionamiento físico del deportista, lo que podrá relacionarse,

además, con un mejor rendimiento deportivo. Por último, las cargas altas, que pueden ir acompañadas de un aumento puntual del fitness, del acondicionamiento y que, incluso, pueden permitir una mejora temporal del rendimiento. Sin embargo, la implementación de cargas altas de forma reiterada va a ir acompañada, también, de un mayor riesgo de sufrir lesión. Por lo tanto, en general, nuestra gran meta como preparadores físicos, como soporte de los entrenadores, va a ser tratar de buscar la carga óptima que ofrezca alcanzar los objetivos establecidos.

Si nos basamos en la siguiente gráfica de Tim Gabbett (figura 19), vemos cómo se establece una relación entre tres conceptos. El concepto de rendimiento deportivo del equipo, el concepto de sufrir una lesión y el concepto de fitness/acondicionamiento físico.

Figura 19: Relación hipotética entre carga de entrenamiento, fitness, lesiones y rendimiento



Fuente: Gabbett, 2016, p. 2.

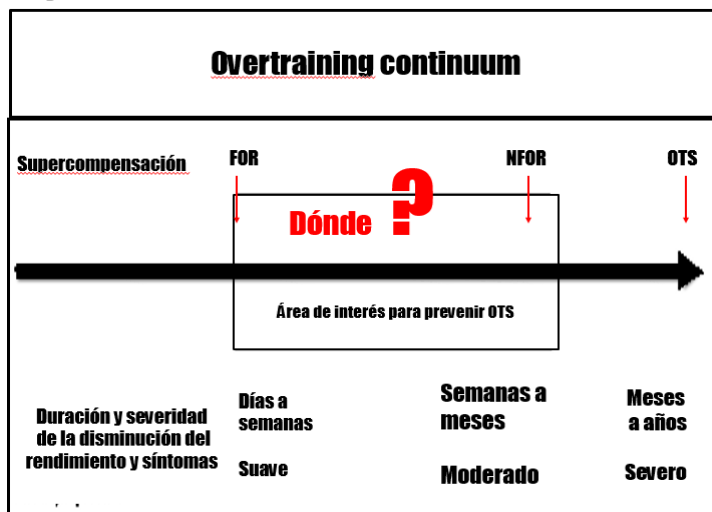
Estos tres conceptos interactúan entre ellos en función de si las cargas que nosotros ofrecemos a nuestros jugadores son inadecuadas, bajas, óptimas, altas o excesivas. Si las cargas son altas o excesivas, las lesiones van a crecer, pero ni el rendimiento ni el fitness del equipo van a ser el más alto posible. Si vamos a la banda contraria y reducimos la carga a niveles muy bajos, podemos incluso llegar a disminuir las lesiones, pero nuevamente, el rendimiento y del fitness del equipo, en este caso, no van a ser óptimos. Sin embargo, si somos capaces de hallar las dosis de entrenamiento adecuadas, sí que podemos conseguir el equilibrio entre los tres conceptos de los que hemos hablado, y alcanzar, de esta manera, el máximo nivel de rendimiento del equipo hipotético, un nivel bajo de lesiones y un nivel de fitness/acondicionamiento alto. Por lo tanto, las mejoras en el rendimiento del equipo provienen, entre otros factores, de la prescripción de una cantidad

óptima de entrenamiento, junto con periodos de recuperación apropiados para permitir el mayor nivel de adaptación posible antes de competir.

¿Cuál es otro de los problemas de los deportes de equipo?

Otra problemática que encontramos a la hora de periodizar y de aplicar las cargas de entrenamiento es que, tanto las habilidades técnico-tácticas de nuestros jugadores como sus capacidades condicionales son diferentes, lo que constituye la otra gran complicación para optimizar el rendimiento deportivo. De ahí la gran dificultad para encontrar la dosis de carga que optimice a la mayoría de los jugadores del equipo en los diferentes momentos de la semana y/o de la temporada, especialmente, en los más relevantes. Otra cuestión que debemos dejar en claro en este módulo es la comprensión del síndrome de sobreentrenamiento (overtraining syndrome en inglés) como un proceso continuo.

Figura 20: Proceso continuo de sobreentrenamiento



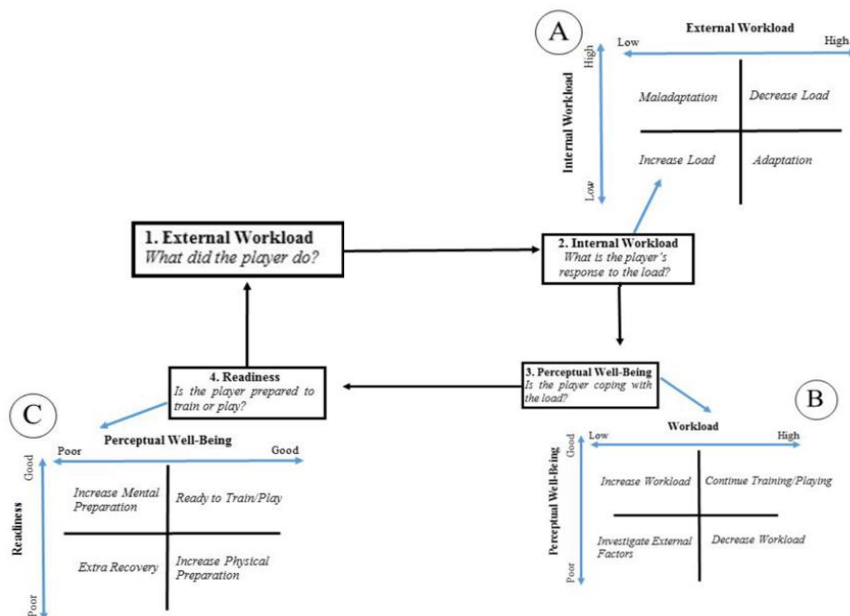
Fuente: adaptación propia de Brink, et al., 2010

Esta interpretación conlleva que no existe una fase determinada en la que pasamos a estar "sobreentrenados", es decir, no podemos acotar con una sola línea o un solo punto ese momento, pero sí podemos distinguir diferentes zonas. Entre ellas, aparece, en primer lugar, la zona conocida como overreaching funcional, en la que el rendimiento de nuestros jugadores está por debajo del nivel que ellos podrían mostrar, pero muchas veces ese estado lo buscamos nosotros como parte de nuestra periodización. Por ejemplo, en pretemporada, la carga de entrenamiento, a veces, busca conseguir unos resultados a medio y largo plazo, pero no en un corto periodo de tiempo. Para eso, aplicamos diferentes estímulos en el tiempo que generen cierto nivel de fatiga acumulada que, una vez superado, gracias a los tiempos de pausa adecuados, va a generar una adaptación a largo plazo.

Podemos encontrar otra zona conocida como zona de overreaching no funcional que se prolonga durante semanas o meses, ésta ya no es buscada, sino que es fruto de una mala periodización del entrenamiento y, por ende, una elección errónea de nuestras propuestas de entrenamiento unida al calendario de competiciones. Si seguimos avanzando en ese continuo, podríamos llegar al conocido como síndrome de sobreentrenamiento, que tiene repercusiones nefastas, tanto para el rendimiento como para la salud del deportista. Es cierto que, mientras que resulta relativamente fácil situarse en la primera zona e incluso en determinadas ocasiones en la segunda zona, alcanzar el síndrome de sobreentrenamiento no es nada habitual.

Hemos señalado la relevancia e influencia de la carga de entrenamiento y de los partidos y competiciones soportada por nuestros jugadores y equipos para la optimización del rendimiento y la prevención de lesiones. Por lo tanto, debemos monitorizar, controlar y evaluar las cargas de entrenamiento y/o de competición. Para ello, debemos establecer un ciclo de monitorización del entrenamiento como el que vemos en la siguiente figura.

Figura 21: Ciclo de monitorización del atleta



Fuente: Gabbett, et al., 2017, p. 1452

De acuerdo a la figura, ¿cuál sería la primera fase de monitorización en este ciclo? Conocer las demandas físicas o carga externa. En primer lugar, debemos cuantificar cuánto corren nuestros jugadores, cuánto saltan, a qué velocidad lo hacen, etcétera. Posteriormente, debemos conocer la respuesta interna de cada uno de nuestros deportistas ante las demandas físicas propuestas. En un tercer paso, debemos conocer cuál es el estado de bienestar de nuestros jugadores, es decir, cómo se siente nuestro jugador. El

cuarto y último paso sería conocer el estado de preparación en el que se encuentra nuestro jugador para realizar el siguiente estímulo, ya sea de entrenamiento o de competición. Pero este proceso de monitorización no debe acabar aquí, sino que, entre cada uno de los pasos y el anterior, debe establecerse una relación. Esta relación aparece reflejada en cada uno de los cuadrantes (A, B y C) de manera que nos permite tomar decisiones prácticas para el manejo de los próximos estímulos. De esta forma, existe una relación entre la carga interna y las demandas físicas soportadas. Por ejemplo, ante una carga externa alta y una carga interna alta ¿cuál es el mensaje que debemos interpretar y qué decisión debe conllevar? La respuesta es sencilla, debemos bajar la carga de entrenamiento del próximo estímulo. Sin embargo, si tenemos una carga externa alta y una respuesta de carga interna baja lo que nos indica es una buena adaptación del deportista a los estímulos propuestos. Si hablamos ahora de carga externa baja y respuesta interna alta, estamos ante una mala adaptación a las cargas de entrenamiento. Por último, si hablamos de una carga externa baja y de una carga interna baja, seguramente, deberíamos aumentar las cargas de entrenamiento. Así podríamos continuar con cada uno de los bloques que hemos propuesto en este ciclo de monitorización del deportista. Vale aclarar que el último paso, el de preparación para el estímulo, muchas veces podemos obviarlo y pasar del tercero al primero.

Nosotros lo que vamos a hacer es centrarnos en la carga externa, o tal como hemos dicho, en las demandas físicas. La monitorización de los movimientos deportivos ha sido, durante mucho tiempo, una tarea de interés especialmente para los científicos del deporte Carling, Bloomfield, Nelsen y Reilly (2008). Hoy en día, por suerte, podemos empezar a decir que los cuerpos técnicos están utilizando, en mayor medida, la evidencia científica para optimizar el rendimiento y la prevención de lesiones, sirviéndose de diferentes medios, entre ellos, la monitorización de las demandas físicas de los deportistas. De esta forma, en los últimos años, las ciencias del deporte han evolucionado, especialmente, gracias a los avances tecnológicos que se han producido en diferentes campos. Por lo cual, los preparadores físicos nos estamos convirtiendo en figuras importantes y relevantes dentro de un trabajo multidisciplinario del equipo técnico. Uno de los objetivos fundamentales de los preparadores físicos, junto con el resto del equipo técnico, es alcanzar y mantener un estado óptimo de la condición física del equipo durante la mayor parte de la competición.

Así, las principales variables que definen los eventos que se producen en deportes de equipo, ya sean outdoor o indoor, y que incidirán directamente en las demandas físicas son tres: la duración de juego, el espacio en el que ocurren y el número de jugadores participantes en esa tarea. Todo esto va a condicionar las demandas

físicas que se produzcan en la tarea y/o en las situaciones de entrenamiento que nosotros presentemos a nuestros equipos o grupos de jugadores. Estas variables van a generar, también, unas determinadas respuestas fisiológicas que van a precisar de una adaptación del deportista, principalmente, reflejada en la estructura condicional. La preparación física puede conducir esta adaptación para adecuarse a los diferentes requerimientos que nos muestra cada una de las competiciones en función de las modalidades en las que participen los deportistas, ya sea fútbol, baloncesto, hockey, rugby, etcétera, dependiendo también del sistema de la competición, del modelo propio de juego, de la posición de juego de cada uno de los jugadores y del nivel competitivo del equipo en el que nos encontremos. Por otro lado, determinados niveles de carga externa pueden estar relacionados con un incremento en la probabilidad de sufrir una lesión. Estos aspectos, deben ser, entonces, tomados en cuenta y serán abordados posteriormente.

Para monitorizar la carga externa o demandas físicas existen fundamentalmente tres métodos: los sistemas basados en videocámaras con sensor óptico, los IMU y los sistemas de posicionamiento, ya sea local o global. Estos 3 sistemas quedan englobados en el concepto de EPTS (Dispositivos de Seguimiento Electrónico del Rendimiento). El concepto EPTS (del inglés Electronic performance and tracking systems) incluye las tecnologías empleadas en la monitorización del rendimiento individual y grupal en el deporte.

Antes de continuar avanzando con los tres sistemas citados anteriormente, debemos destacar un aspecto muy importante a tener en cuenta en estos momentos en los que la tecnología está proporcionando muchos avances. Actualmente, podemos medir con bandas que se colocan en la cabeza, con dispositivos sociométricos que miden las relaciones entre las diferentes personas, con cámaras, con relojes inteligentes, con dispositivos colocados en ropas deportivas, etcétera. Todo esto está gracias a las aplicaciones que nos permiten gestionar los datos.

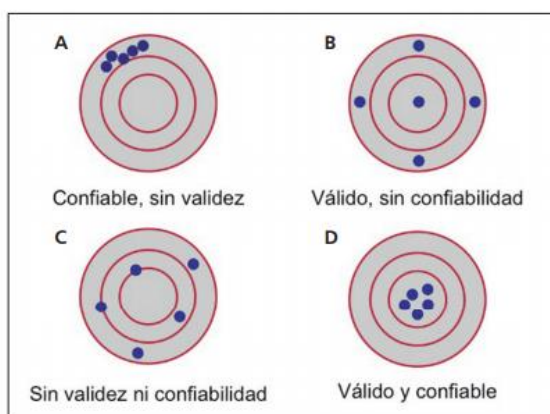
Figura 22: Tecnología weareable



Fuente: Piwek, Ellis, Andrews y Joinson, 2016. p. 2.

Para que vean la relevancia del avance de toda esta tecnología en el mundo del deporte, en el año 2018, la estimación de la utilización de estos dispositivos y aplicaciones estaba establecido en 119 millones de personas potenciales que podían utilizarlas. Pero estos avances llevan de la mano algo muy importante y que tenemos que abordar de manera prioritaria. Estamos hablando sobre la rigurosidad que se debe mostrar siempre en la vía destinada a adquirir los datos a analizar. Así, aparecen dos conceptos vitales en la toma de datos y en su análisis: la validez y reproducibilidad de todo aquello que medimos. De hecho, por ejemplo, tan solo el 5 % de la tecnología de las aplicaciones que se utilizan están validadas. Con lo cual hay que ser muy rigurosos y críticos en la selección de aquello que vayamos a utilizar para medir. De esta forma, tal como se puede ver en la diapositiva, existen sistemas que no son ni válidos ni reproducibles, sistemas que son válidos, pero no reproducibles, sistemas que son reproducibles pero no válidos y sistemas que son válidos y reproducibles.

Figura 23: Ejemplo de validez y reproducibilidad

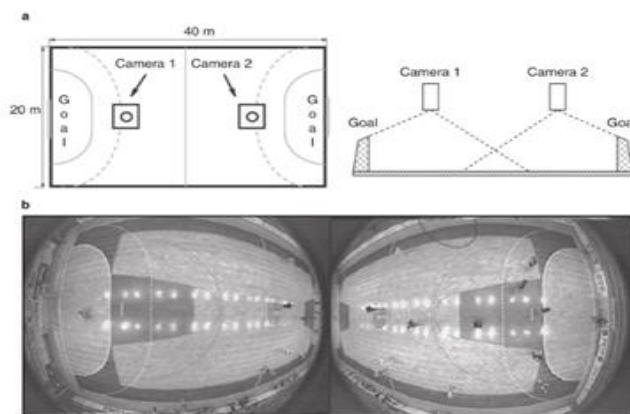


Fuente: Mantetola et al., 2018, p. 681

Veamos un ejemplo. Me subo en una báscula y peso 68 kilos, me bajo. Inmediatamente, vuelvo a subir y ahora peso 80 kilos. Evidentemente, este aparato no es reproducible. Para que sea válido, tendríamos que compararlo con el gold standard que mide la validez, en este caso, de la báscula.

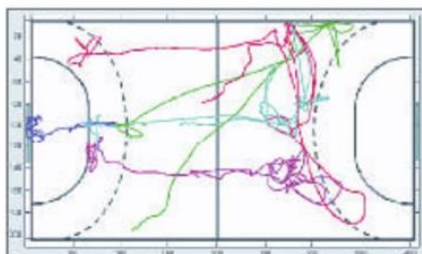
Una vez realizado este breve inciso, centrémonos en los 3 sistemas de monitorización de las demandas físicas comentados previamente. Así, por ejemplo, en la publicación de Barris y Button (2008), utilizaron dos cámaras colocadas en el techo del pabellón para poder analizar las acciones locomotoras los deportistas desarrollaban durante el juego (figura 24), además de permitirnos conocer en todo momento las trayectorias de cada uno de los jugadores (figura 25).

Figura 24: Monitorización mediante cámaras de video



Fuente: Barris y Button, 2008, p. 1035

Figura 25: Visualización de trayectorias espacio-temporales

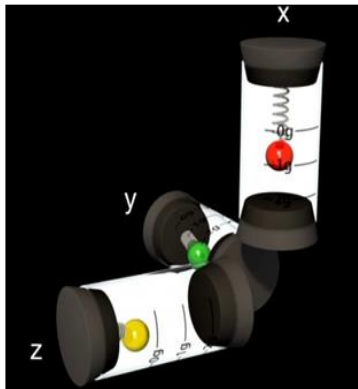


Fuente: Barris y Button, 2008. p. 1034

Los sistemas basados en la utilización de unidades de medición inercial son, básicamente, los sistemas que están formados por acelerómetros, giroscopios y magnetómetros. Los acelerómetros son dispositivos que permiten medir la aceleración lineal, los

giroscopios miden la velocidad angular y los magnetómetros permiten tener información acerca del norte magnético. Con estos tres sensores, podemos estudiar el movimiento en el plano o en el espacio, en función del número de ejes que tengan estos dispositivos.

Figura 26: Sistemas de unidades de medición inercial y ejes de movimiento



Fuente: [Imagen sin título sobre Sistemas de unidades de medición inercial y ejes de movimiento]. 2012. Recuperado de <https://www.woratek.com/category/tecnologia/page/22/>

Un aspecto importante, cuando hablamos de unidades de medición inercial, es señalar una variable que aparece, habitualmente, en la literatura científica y que es conocida como player load. Esta variable viene representada por la raíz cuadrada del sumatorio de la diferencia de las aceleraciones instantáneas elevado al cuadrado tal como se observa en el siguiente algoritmo.

$$Player\ Load = \sqrt{((Ac1_n - Ac1_{n-1}) + (Ac2_n - Ac2_{n-1}) + (Ac3_n - Ac3_{N-1}))^2}$$

En definitiva, lo que nos aporta es una visión del movimiento global que el deportista ha desarrollado. Tal como hemos dicho, un acelerómetro es un sensor que mide la aceleración. Esto no tiene por qué ser igual que la aceleración obtenida mediante coordenadas (cambio de la velocidad del dispositivo en el espacio y el tiempo), sino que es el tipo de aceleración relacionada con el fenómeno de peso experimentado por una masa de prueba que se halla en el marco de referencia del dispositivo. Encontramos diferentes tipos de acelerómetro, el acelerómetro más simple es el mecánico, que está conformado por una masa y un muelle dentro de un cilindro. Cuando se produce una fuerza sobre la masa, ese muelle se deforma y, mediante la ley de Hooke, podemos llegar a conocer la fuerza que se ha generado. Basándonos en el principio de Newton, sabemos que la fuerza es igual a masa por aceleración. Por lo tanto, podemos

calcular, también, la aceleración. Si imaginamos, por ejemplo, que una persona golpea una pelota de golf con la misma fuerza que esa misma persona empujara a un camión, ¿cuál sería el resultado? Pues que la aceleración de la pelota de golf va a ser muy grande y la aceleración del camión va a ser muy baja. También, tenemos otra serie de acelerómetros más modernos, con una longitud inferior a un milímetro, que son los acelerómetros microelectromecánicos, que también nos permiten obtener la información comentada.

A modo de experiencia, considero importante transmitir lo que sucedió el primer año que estuve en el primer equipo de Baloncesto del F.C Barcelona. Utilizamos unos dispositivos que estaban basados en sistemas inerciales. Estos nos daban una serie de variables, como por ejemplo, el player load, que ellos (la marca de los dispositivos) llamaban total loading.

Lo primero que consideré, fue el hecho de tener que dar información al entrenador acerca de lo que estaban haciendo los jugadores durante los entrenamientos. Por lo tanto, debía comprobar si estos dispositivos medían lo que decían medir, es decir, si eran válidos. Para esto, durante un calentamiento, formé a los jugadores en la línea del fondo. Previamente, comprobé la longitud del largo de la pista de juego. La actividad consistía en correr de lado a lado durante varias veces y a diferentes velocidades. A partir de conocer la distancia recorrida y el tiempo empleado, pude obtener, también, la velocidad y comparar con los datos que arrojaban los dispositivos. Así establecí si realmente estas variables proporcionadas por el sistema proporcionaban un dato válido. Para el caso de la distancia, por ejemplo, de los 28 m de largo, había jugadores cuyos dispositivos mostraban valores de 31 m y otros de 26 m. Entonces, si en una pista recta tenemos 5 m de diferencia, en una hora y media de entrenamiento, ¿cuánta diferencia podría aparecer? Dato interesante, sobre todo cuando tú puedes transmitirle al entrenador algo que no se corresponde con la realidad y que puede inducir al entrenador a un error en relación a lo que el jugador está haciendo durante las sesiones de entrenamiento. Por lo cual, es vital asegurarse de estos datos. La reproducibilidad intra e inter unidades también fue analizada.

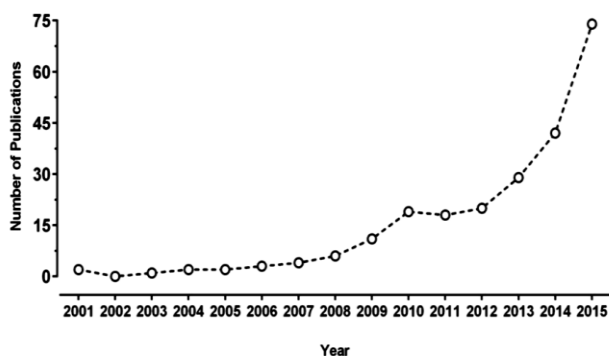
Los datos obtenidos apuntaban que las medidas obtenidas eran reproducibles.

Para monitorizar las demandas físicas, además de sistemas de videocámaras con sensor óptico y sistemas de unidades de medición inercial, se utilizan los dispositivos incluidos en los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS). El GPS es un sistema de radionavegación por satélite establecido por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en el año 1973, aunque

tardó unos cuantos años más en tener una implementación completa y que permita conocer la ubicación en tiempo real de cualquier objeto o persona, ya sea estático o en movimiento, en cualquier momento del día.

El GPS se basa en la resonancia magnética que, a su vez, se basa en el reloj atómico. El reloj atómico nos permite tener una precisión extremadamente alta del control del tiempo (Nicholson, 2015). Las investigaciones sobre la utilización del GPS y su control de las demandas físicas o carga externa se han incrementado exponencialmente, tal como se observa en la figura 26 que al día de hoy sigue aumentando.

Figura 27: Inclusión de dispositivos GPS en publicaciones relacionadas a las ciencias del deporte



Fuente: Malone, Lovell, Coutss y Conroy Varley, 2017, p.19

Vamos a establecer algunas aclaraciones en torno a lo que en diferentes foros se denomina como GPS. Habitualmente, se llama GPS a todos los sistemas de posicionamiento, pero no todos estos sistemas son GPS. Podríamos decir que el GPS es la marca "americana" del sistema de posicionamiento global. El GPS está incluido dentro del sistema global de navegación por satélite (Global Navigation Satellite System, GNSS) que es una constelación de satélites que transmiten rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire. Estos permiten establecer las coordenadas geográficas y la altitud de un punto determinado, fruto de la recepción de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra para fines de navegación, geodésicos, transporte, hidrográficos, agrícolas, etcétera. Además del GPS de los Estados Unidos de América, existe el Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS) de la Federación Rusa, que forma parte del concepto GNSS.

¿Qué ventajas podemos hallar en los sistemas GNSS? Su instalación es muy rápida. Simplemente necesitamos conectar los dispositivos y no se requiere ningún operador que esté controlándolo. ¿Qué desventajas

tienen? Aunque sus dispositivos son pequeños, no deja de ser un elemento que tenemos que colocar en el cuerpo de los jugadores durante las competiciones en las que queremos obtener medidas. Esto no deja de ser un hándicap, especialmente, en algunas modalidades deportivas que no permiten su utilización. La otra desventaja podría ser la existencia de algunas variables que no sean del todo lo precisas, es decir, una aceleración que se produce en un tiempo muy pequeño puede no ser tan exacta como queremos, tal como ya mostraron Buchheit y Simpson (2017) en una de sus publicaciones en relación a este aspecto. Es importante aclarar que cada vez hay más algoritmos que ayudan a minimizar este tipo de errores.

Ahora bien, centrándonos en el F.C Barcelona, haremos un breve resumen de cómo ha evolucionado la utilización de estos sistemas de navegación por satélite en el club. Este club fue uno de los primeros en utilizar estos dispositivos con la marca GPS Sport, desde el año 2011 hasta el año 2013. Posteriormente, la marca Stat Sports aterrizó en Barcelona desde la temporada 2013 hasta la 2017. Y, finalmente, desde la temporada 2017-2018, la marca española Realtrack Systems, con los conocidos WIMU, son los dispositivos con los que se trabaja en todo el fútbol, ya sea fútbol femenino, primer equipo, fútbol formativo, así como en el resto de las secciones deportivas del club, incluido, obviamente, el baloncesto. Una de las preguntas que tendríamos que hacernos rápidamente es: ¿hay problemas de lesiones?, ¿hay algún riesgo cuando llevamos estos dispositivos? Para eliminar esa posibilidad, el club, junto con el doctor Daniel Medina, diferentes y preparadores físicos publicamos un artículo en el que valoramos todas las horas de exposición que habían soportado nuestros jugadores y jugadoras durante un periodo muy largo de tiempo y el número de lesiones o de problemas (figura 27).

Tablas 1 y 2: Estudio sobre posibles problemas de seguridad relacionados con el uso de Electronic Performance-Tracking Systems

	FOOTBALL					BASKET		FUTSAL	HANDBALL
	Pro	B	U-19	U-18	Pro Fem	Pro	B	Pro	Pro
2011/12	0								
2012/13	0	0	0						
2013/14	0	0	0						
2014/15	0	0	0	0		0		0	
2015/16*	0	0	3	2	6	0	0	0	0
Rate x 1000 sessions	0	0	3,69	6,78	20,34	0	0	0	0

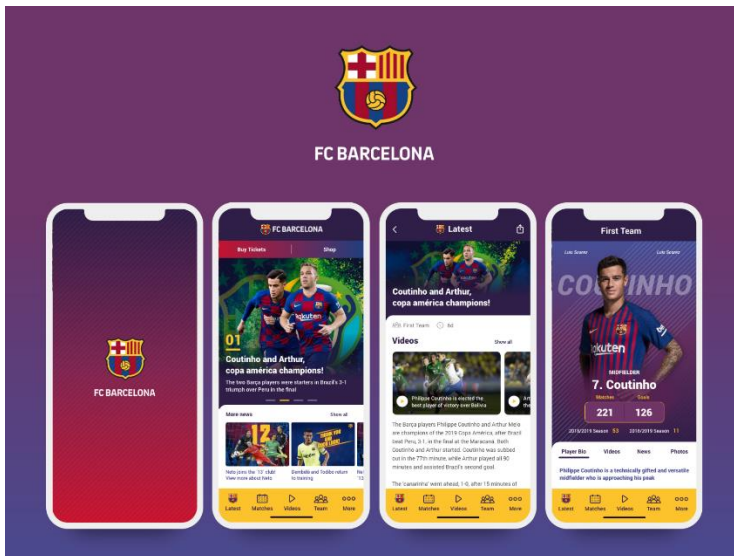
	FOOTBALL					BASKET		FUTSAL	HANDBALL
	Pro	B	U-19	U-18	Fem	Pro	B	Pro	Pro
2011/12	724,5	787,5							
2012/13	3053,25	3675	2852,5						
2013/14	3674,25	3990	3403,75						
2014/15	8955	3920	5092,5	2502,5		1164		1200	
2015/16* (until March)	2846,25	3500	2887,5	2660	1890	1140	1308	2328	180
Total	19253,25	15872,5	14236,25	5162,5	1890	2304	1308	3528	180
	56414,5					3612			

Fuente: Medina, Pons, Gómez Díaz, Vázquez-Guerrero y Camenforte, 2017, pp. 29-30

No apareció ninguna lesión. Apreció algún problema muy puntual en el fútbol femenino sobre todo porque el chaleco que llevaban incorporado, a veces, podía resultar un poco más molesto. Es decir, podemos reducir a prácticamente ninguno los problemas derivados de la utilización de esta tecnología (Medina et al., 2017).

Otro aspecto importante es saber qué hacemos con esta información. Lo primero es compartirla con el staff médico, con los entrenadores y con los jugadores. Para ello, el club generó una aplicación por la cual los jugadores del primer equipo de fútbol recibían la información de las demandas físicas que habían realizado en los entrenamientos.

Figura 28: Aplicación oficial de Barcelona FC



Fuente: [imagen sin título sobre aplicación oficial de Barcelona FC], 2019, <https://bit.ly/34FzPpr>

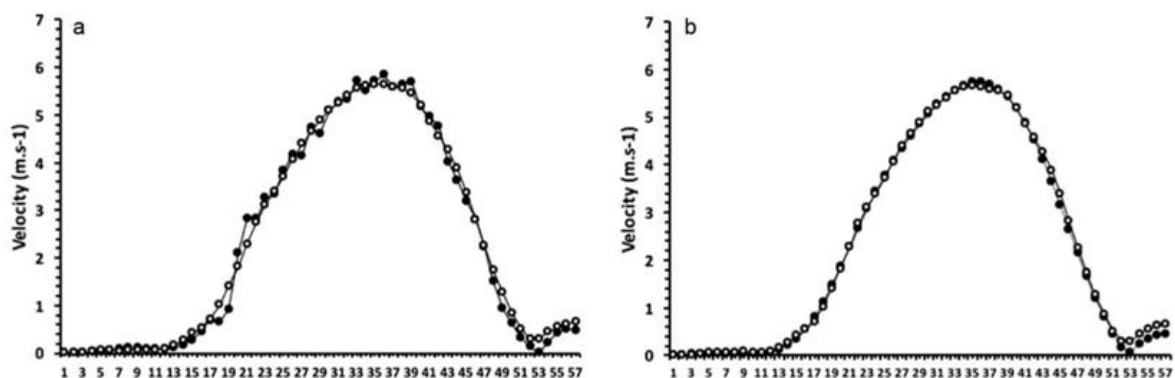
Así, hemos visto que los sistemas GNSS pueden utilizarse en deportes que se disputan en campos abiertos como el fútbol, rugby, hockey hierba, pero no pueden utilizarse en baloncesto debido a la imposibilidad de recibir la señal procedente de los satélites. Este inconveniente fue superado en un primer momento gracias a la utilización de los sistemas con unidades de medición inercial y, actualmente, hemos dado un paso más gracias a los avances en la tecnología, que permiten la implementación de los sistemas de posicionamiento local (LPS del inglés Local Positioning System). Previamente, hemos hablado de los sistemas GNSS (GPS y GLONASS) y ahora vamos a hablar de los LPS.

Hoy en día, ya podemos colocar unas antenas en nuestro pabellón, que "sustituyen" a los satélites que están en el espacio y nos permiten conocer la posición y ubicación de cada uno de los jugadores en la pista de juego. De esta forma, las seis antenas, que en nuestro caso tenemos colocadas en el Palau Blaugrana, emiten una señal que llega a los receptores que los jugadores llevan incorporados en la parte alta de su espalda, instalado en un chaleco, y el sistema calcula el tiempo que tarda en recibir esa señal y, a partir de allí, puede conocer la ubicación del jugador en la pista en cada momento mediante la recepción de al menos 3 de las antenas (triangulación).

Los sistemas de posicionamiento nos ofrecen diferentes ventajas, como su validez, reproducibilidad y aportación de gran cantidad de información. Por citar alguna desventaja, podemos destacar el alto coste económico y, en el caso de entrenar fuera de nuestras instalaciones donde tenemos la instalación fija, sería el tener que utilizar unas antenas portátiles y ubicarlas en cada una de las pistas de entrenamiento.

Tal como acabamos de señalar, lo primero que tenemos que hacer es asegurarnos de que el LPS es un sistema válido analizando la evidencia científica publicada. En este sentido, Serpiello (et al., 2018) valida el funcionamiento de estos dispositivos, tomando como gold standard el sistema de cámaras Vicon. Realizaron carreras, desplazamientos y cambios de dirección de 45°. Se establecieron dos tipos diferentes de filtro para su análisis, tanto para el sistema Vicon como para el sistema de la señal obtenida mediante el LPS y, en ambos casos, se obtuvo una gran validez (figura 20). Por lo tanto, la conclusión principal, sin entrar en más detalles, es que este estudio mostraba la validez de este sistema.

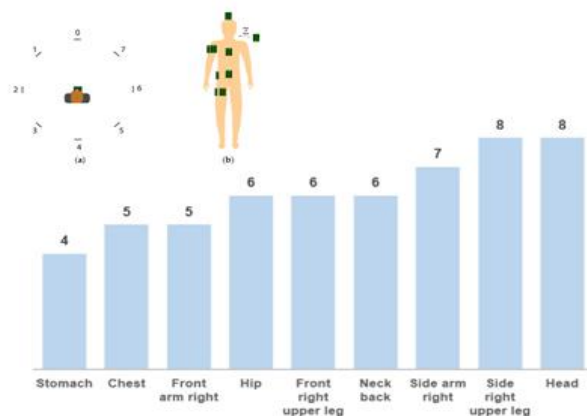
Figura 29: Validación del sistema vicon con el sistema de la señal obtenida por posicionamiento local



Fuente: Serpiello et al, 2018. p. 1732

Otro estudio en esta misma línea muestra la comparación, en función del lugar en el que se ubicaban los dispositivos en el deportista. Las partes seleccionadas fueron la cabeza, la zona baja de la espalda, la zona alta de la espalda y la pierna. Una de las pruebas fue colocar un dispositivo en un punto y otro a un metro. Se ubicó una antena y se midió el error que había en esa distancia. El error en este caso fue mínimo, concretamente de unos 50 milímetros. Luego, se colocaron ocho antenas, un sujeto en el medio de ellas y se volvió a medir. Nuevamente el error fue muy pequeño. También, se observó cuál era la zona anatómica en la que la mejor recepción de las ocho antenas se producía. Esta se obtenía en la cabeza, mostrando un error muy pequeño en cada una de las señales que recibía de las ocho antenas. Luego, el sujeto realizó una serie de movimientos, observándose nuevamente que el error era muy pequeño y, finalmente, se produjeron diferentes acciones en la pista y siendo el error nuevamente mínimo (Ridolfi et al., 2018).

Figura 30: Comparación, en función del lugar del cuerpo en el que se ubican los dispositivos



Fuente: adaptación propia en base a Ridolfi et al., 2018, p. 5

En general, el error promedio en las estimaciones de posición fue de 20 centímetros y, por lo tanto, estos sistemas de posicionamiento basados en la banda ultraancho (en inglés ultra-wideband o UWB), son válidos y adecuados para medir las actividades atléticas dinámicas, es decir, para el movimiento del deportista.

El último paso que falta es trasladar la evidencia citada anteriormente con los dispositivos que utilizamos en el día a día. Esta aparece en un estudio en el que se comparaba el GPS con el LPS, haciendo tres movimientos diferentes: carrera lineal, circular y zigzag. Se calculó el coeficiente de correlación intraclase siendo cercano a 1, mientras que el sesgo fue muy bajo, prácticamente de 0, 0,01; 0,02 (Bastida Castillo et al., 2018). Los datos obtenidos demuestran la validez y reproducibilidad del sistema que utilizamos en el F.C. Barcelona, siendo incluso más preciso que los sistemas GPS. De esta forma, podemos establecer que el error de los LPS oscila entre 10 y 20 centímetros, mientras que los errores en el GPS pueden ser más grandes (Bastida Castillo et al., 2018).

El LPS permite obtener datos en tiempo real y su procesamiento y análisis, una vez finalizada la sesión o competición, puede gestionar mucha más información. También, podemos observar las variables tácticas, así como la carga a través de variables relacionadas con la cinemática y con la fisiología.

Las variables que podemos encontrar están basadas, fundamentalmente, en el posicionamiento. Se obtiene la posición en los ejes X, Y y Z y, a partir de ahí, la velocidad, la distancia y la aceleración por ejemplo. Los IMU nos dan la aceleración en G's, el movimiento angular, la velocidad angular, la elevación y el player load.

Cuando lo vinculamos con otros dispositivos, podemos obtener la frecuencia cardíaca y el nivel de saturación de oxígeno, mediante un

dispositivo que se conoce como Moxy, la señal eléctrica muscular (EMG).

¿Cuáles son las principales variables monitorizadas? De forma resumida, estas variables se agrupan en tres componentes: volumen, intensidad y densidad. Los tres son piezas fundamentales de la carga. En cuanto al volumen, podemos utilizar la distancia total y el player load. En cuanto a intensidad, la velocidad de alta intensidad >18 km/h, las aceleraciones y desaceleraciones mayores de 2 m/s², los saltos (pudiendo establecer el impulso y el aterrizaje por separado). En este caso > 3 G's o > 5 G's en el aterrizaje y los impactos horizontales mayores de 8 G's.

En cuanto a las variables tácticas, ¿qué podemos conocer? La posición de cada jugador, el área que ocupa, la distancia entre jugadores y el mapa de Voronoi.

Para interpretar los datos, tenemos que mirar los valores absolutos. Es decir, hemos corrido 5 km en la sesión de hoy, pero también debemos mirar los valores relativos al máximo. Por ejemplo, de la velocidad obtenida en una sesión concreta debemos calcular que porcentaje representa respecto a la velocidad máxima para ese jugador, para tener una visión más completa de lo que está ocurriendo y para individualizar también la carga. Además, debemos relativizar los datos de las demandas físicas en relación al tiempo total de la sesión. Por ejemplo, hemos recorrido 65 m/min en una tarea determinada, lo cual será muy diferente a que en esa misma tarea o en otra la velocidad sea 34 m/min.

En definitiva, con los diferentes sistemas presentados, ¿qué tres pilares podemos conocer que nos permiten conocer las demandas físicas de los entrenamientos y/o partidos del equipo? El modelo de juego (que nos exige a nivel condicional), optimizar la periodización/programación de la carga de entrenamiento diaria y/o semanal y relacionarla con el rendimiento y/o la prevención de lesiones y, además, ayudar en la fase de readaptación de las lesiones. Es decir, si conocemos los valores de entrenamiento o de partidos previos a una lesión de entrenamiento será muy fácil ayudar en el proceso de return to play del jugador una vez que haya sufrido una lesión y, además, nos va a permitir individualizar.

También podemos monitorizar las diferencias entre los períodos de juego, las diferentes posiciones, las diferencias en las categorías según edades, los niveles de juego (élite o no) y entre los que inician o no inician un partido.

Observamos en la figura 31 un breve informe con seis variables, que en nuestro caso enviamos al jugador para que él pueda conocer sus resultados.

Figura 31: Informe del club al jugador



Fuente: elaboración propia.

En este incluimos la distancia, la distancia de alta intensidad, la velocidad máxima que ha alcanzado, el número de veces que ha pasado de 18 km/h, el número de aceleraciones mayores de 2 m/s² que ha realizado y el número de desaceleraciones mayores de 2 m/s² que ha realizado en esa sesión.

Referencias

[Imagen sin título sobre Andrés Iniesta], (2017). Recuperado de <https://alacontra.es/2017/11/las-marcas-intentan-enamorar-al-menos-caer-bien/>

[Imagen sin título sobre aplicación oficial de Barcelona FC], (2019). Recuperado de <https://dribbble.com/shots/7080929-FC-Barcelona-App-Concept>

[Imagen sin título sobre Eluid Kipchoge], (2019). Recuperado de <https://es.churchpop.com/2019/10/19/maratonista-africano-batio-de-nuevo-record-mundial-y-es-catolico/>

[Imagen sin título sobre equipo de básquet de Barcelona F.C], (2018). Recuperado de https://www.lasexta.com/noticias/deportes/baloncesto/barcelona-gana-real-madrid-conquista-copa-rey-baloncesto_201802185a89d5d60cf21ea6a38f56b4.html

[Imagen sin título sobre equipo de futbol de Barcelona F.C], (2019). Recuperado de <https://www.planetfootball.com/trending/lionel-messi-at-6-10-is-anyone-else-at-15-10-and-hes-just-not-slowng-down/>

[Imagen sin título sobre equipo de futbol de España], (2012), Recuperado de <https://www.futbolprimera.es/2012/10/13/aquella-vieja-aspiracion-de-un-mundial-bienal>

[Imagen sin título sobre Golden State Warriors], (2018). Recuperado de <http://www.pmeldaily.com/sports/2018/06/warriors-win-nba-finals-2018.html>

[Imagen sin título sobre Michael Jordan], (2015). Recuperado de <http://cochinopop.com/noticias/tv-2/gatorade-festeja-sus-50-anos-con-50-hitos-deportivos-video/>

[Imagen sin título sobre selección de básquet de España], (2019). Recuperado de https://www.antena3internacional.com/actualidad/noticias/noticias/es-pana-reconquista-el-oro-en_201909165d7f778b0cf2b2f35820ba9c.html

[Imagen sin título sobre Usain Bolt], (2016). Recuperado de <https://caracasrunning.wordpress.com/2016/05/17/3-soluciones-rapidas-para-entrenar-tu-velocidad/>

[Imagen sin título sobre Vitay Shcherbo], (2018). Recuperado de https://www.marca.com/otros-deportes/album/2018/12/20/5c1bb603e5fdeaf3128b45a5_9.html

[Imagen sin título sobre Sistemas de unidades de medición inercial y ejes de movimiento], (2012). Recuperado de <https://www.woratek.com/category/tecnologia/page/22/>

Barris, S., & Button, C. (2008). A review of vision-based motion analysis in sport. En *Sports Medicine* 38(12) pp. 1025-1043. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00006>

Bastida Castillo, A., Gomez Carmona, C. D., De la Cruz Sanchez, E., Pino Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time-motion analyses in soccer. En *European Journal of Sport Science* 18(4) pp. 1-8. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796>

Brink, M.S., Visscher, C., Coutts, A.J., Lemmink, K.A. (2010). Changes in perceived stress and recovery in overreached young elite soccer players (traducción propia). En *Scand J Med Sci Sports* 22(2) pp. 285-92

Buchheit, M., & Simpson, B. M. (2017). Player-Tracking Technology: Half-Full or Half-Empty Glass? En *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), pp. 235-241. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2016-0499>

Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. En *Sports Medicine* 38(10) pp. 839-862.

Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., Ryan, A. (2017). The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. En *British Journal of Sports Medicine* 51(20) pp. 1451-1452. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/a001/73e240bfcd37b2d22a1fc6ab5652fe7a4103.pdf?_ga=2.132839694.1093051106.1587059436-583828499.1587059436

Gabbett, T.J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? En *Br J Sports Med* pp. 1-9. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/290431785_The_training-injury_prevention_paradox_Should_athletes_be_training_smarter_and_harder

González-Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona, España: INDE.

Impellizzeri, F., Rampinini, E., Marcona, S.M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer (traducción propia). En *Journal of Sports Sciences* 23(6) pp. 583-592. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/7570075_Physiological_assessment_of_aerobic_training_in_soccer

Kuipers, H. (1999). Training and overtraining: an introduction (traducción propia). En *Med Sci Exerc* 30(7) pp. 1137-1139

Malone, J., Lovell, R., Coutts, A.J., Conroy Varley, M. (2017). Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. En *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12(2) pp. 12-18. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309138517_Unpacking_the_Black_Box_Applications_and_Considerations_for_Using_GPS_Devices_in_Sport

Manterola, C., Grande, L., Otzen, T., García, N., Salazar, P., Quiroz, G. (2018). Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. En *Revista Chilena de Infectología* 35(6) pp. 680-688. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v35n6/0716-1018-rci-35-06-0680.pdf>

Medina, D., Pons, E. Gómez Díaz, A., Vázquez-Guerrero, J., Carmenforte, I. (2017). Are There Potential Safety Issues Concerning the Safe Usage of Electronic Personal Tracking Devices? The Experience of a Multi-sport Elite Club. En *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12(8) pp. 1-30. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/312839696_Are_There_Potential_Safety_Issues_Concerning_the_Safe_Usage_of_Electronic_Personal_Tracking_Devices_The_Experience_of_a_Multi-sport_Elite_Club_by_Medina_D_et_al_International_Journal_of_Sports_Physiol

Naclerio, F., Moody, J., Chapman, M. (2013). Applied periodization: a methodological approach. En *Journal of Human Sport y Exercise* (8)2 pp. 350-387. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Naclerio/publication/263843496_Applied_periodization_A_methodological_approach/links/53cf56050cf25dc05cfae195/Applied-periodization-A-methodological-approach.pdf

Piwek, L., Ellis, D. A., Andrews, S., Joinson, A. (2016). The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. En *PLOS*

Medicine, 13(2). Recuperado de
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4737495/>

Reverter-Masià, J., Ribera-Nebot, D., Picó-Benet, D. (2015). Fundamentos de Francisco Seirullo Vargas para la Educación Motriz. Barcelona, España: iCREK

Ridolfi, M., Vandermeeren, S., Defraye, J., Steendam, H., Gerlo, J., De Clercq, D., Hoebeke, J., De Potter, E. (2018). Experimental Evaluation of UWB Indoor Positioning for Sport Postures. En *Sensors* 18(1) pp. 1-20. Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/322351445_Experimental_Evaluation_of_UWB_Indoor_Positioning_for_Sport_Postures

Serpiello, F.R., Hopkins, W.G., Barnes, S., Tavrou, J., Duthie, G.M., Aughey, R.J., Ball, K. (2018). Validity of an ultra-wideband local positioning system to measure locomotion in indoor sports. En *J Sport Sci* 36(15) pp.1727-1733 doi: 10.1080/02640414.2017.1411867

Soligard, T., Schwelnus, M., Alonso, J.M., Roald, B., Clarsen, B., Dijkstra, H.P., Gabbet, T., Gleeson, M., Hagglund, M., Hutchinson, M.R., Janse van Rensburg, C., Khan, K.M., Meeusen, R., Orchard, J., Pluim, B.M., Raftery, M., Budgett, R., Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury (traducción propia). En *British Journal of Sports Medicine* 50 pp. 1030-1041.

Viru, A. (1995). *Adaptation in sport training* (traducción propia). Estados Unidos: CRC Press

Viru, A., Viru, M. (2000). Nature of training effects. En Garrett, W.E., Kirkendall Lippincott, W. (2000). *Exercise and Sport Science*. Filadelfia, Estados Unidos: Lippincott Williams and Wilkins

Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de resistencia*. Barcelona, España: Martínez Roca