4. Lectura integradora

4.1 Caracterización del videoanálisis. Ventajas y desventajas del videoanálisis

4.1.1 Practicidad de uso

El uso de métodos para valorar la carga de entrenamiento nos permite llevar un óptimo control de las variables fisiológicas que intervienen durante el entrenamiento y la competición. Según Hopkins (1991), el entrenamiento de los atletas puede ser evaluado por cuatro métodos: los cuestionarios retrospectivos, diarios, monitorización fisiológica y observación directa. Los cuestionarios y diarios de entrenamiento representan la opción más económica, pero tienen algunos inconvenientes, como es la dificultad para recopilar datos y procesarlos en un sistema ordenado de referencias. Por ello, la monitorización fisiológica, junto con los datos aportados por la observación directa, deben constituir, en los deportes de equipo, los componentes principales en la planificación de los ciclos de entrenamiento.

Es importante la monitorización en este tipo de deportes, debido a que la carga fisiológica no viene determinada por gestos cíclicos y fácilmente cuantificables, sino que los constantes cambios de ritmo, aceleraciones, desaceleraciones, saltos y remates hacen que, necesariamente, deba llevarse un control exhaustivo de la carga desde parámetros también objetivos y de alta precisión, y no simplemente desde la observación del técnico, asistentes o percepción de los jugadores, aunque, como veremos, esto también tendrá un gran valor agregado.

Existen diversos métodos para evaluar las demandas físicas en los deportes. Normalmente, estos consisten en registrar el tipo, intensidad, frecuencia y duración de las acciones del partido, como correr, saltar, cambiar de dirección, acelerar, etcétera. Para ello, se utilizan dos métodos principales: a) sistemas de videoanálisis y b) sistema de posicionamiento global (GPS).

El videoanálisis, tal y como lo conocemos hoy, aporta gran valor táctico al estudio y a la toma de decisiones en el deporte.

Aun así, el videoanálisis tiene carencias en comparación con otros sistemas de análisis y, de acuerdo con el objetivo que se persiga, tendrá ventajas o desventajas con respecto a otros sistemas de análisis del rendimiento deportivo.

Figura 1: Videoanálisis en fútbol

Fuente: [Imagen sin título sobre videoanálisis en fútbol]. (s.f.). Recuperado de http://www.hollandfootballuniversity.com/wp-content/uploads/videobericht.jpg

4.1.2 Tiempos y rutinas de trabajo

Generalmente, los cuerpos técnicos, cuando planifican una semana, pactan con el videoanalista los entrenamientos que quieren grabar (todos los entrenamientos, solo algunos, parte de algunos, etc.), aunque en la mayoría de los casos, se graban todos los entrenamientos grupales que realiza el equipo.

Durante el entrenamiento, el videoanalista puede realizar dos funciones: grabación y etiquetado de las imágenes. La grabación puede ser en un plano fijo o siguiendo a un jugador, a un grupo de jugadores o al juego.

El etiquetado de las imágenes se hace a través de un *software* específico que ingesta la señal de video de la videocámara en un ordenador y el videoanalista etiqueta las acciones que se producen, a través de una botonera que puede ser operada por medio del ratón, con atajos de teclado o de manera táctil como podemos observar en el ejemplo de la figura 2.

Figura 2: Teclas de acceso directo de diferentes acciones en el *software* OPTA *Client System*

Fuente: Liu, Hopkins, Gómez y Molinuevo, 2013, p. 805.

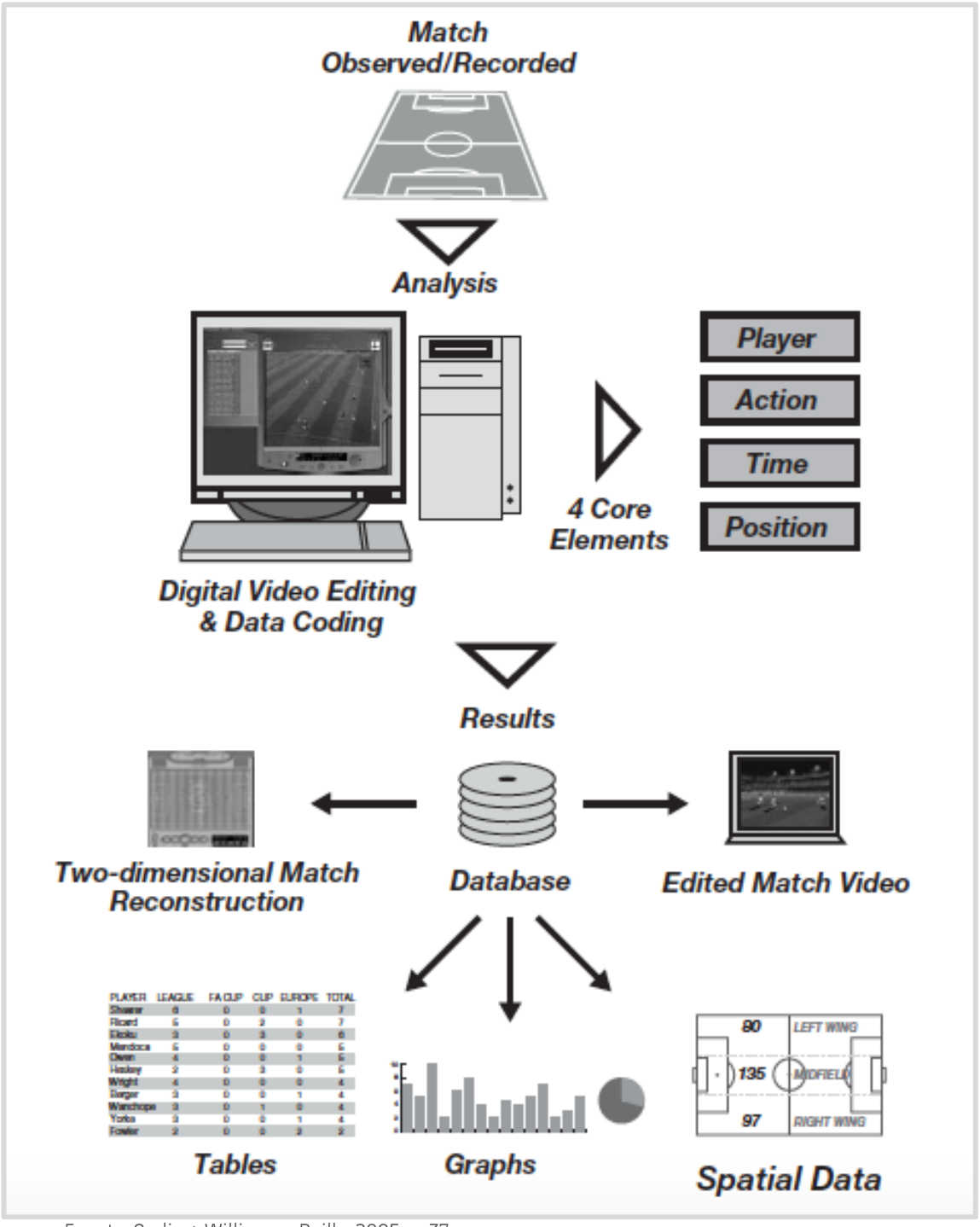
Una vez que finaliza el entrenamiento, empieza el trabajo más intenso del videoanalista, ya que los entrenadores quieren ver algunas fases del trabajo realizado en la práctica. Si se ha realizado un etiquetado de las imágenes durante el entrenamiento, esto facilita la labor del entrenador, ya que puede ir de manera muy rápida a consultar lo que quiera (por ejemplo, todas las acciones de un jugador, todas las pérdidas de balón de cualquier jugador, etc.).

La labor de etiquetado también puede ser una tarea colaborativa en la que diversos técnicos enriquecen el archivo de video con sus propias etiquetas.

Si el videoanalista realiza con calidad su trabajo, planifica a principio de temporada los eventos que quiere etiquetar y consensua con los entrenadores, recuperadores y preparadores físicos, se gestionará una base de datos audiovisual cualitativa y cuantitativa muy rica.

Pero los cuerpos técnicos más avanzados y con más recursos son capaces de comunicarse en tiempo real desde diferentes zonas del estadio. De esta manera, un entrenador situado en la grada puede recibir el video etiquetado en tiempo real por el videoanalista situado en la zona de la cámara máster. El mismo archivo puede ser enviado al vestuario para ser revisado en el medio tiempo por el cuerpo técnico e incluso puede ser mostrado a los jugadores.

Figura 3: Proceso de análisis de partido computarizado



Fuente: Carling, Williams y Reilly, 2005, p. 37.

4.1.3 Indicadores de carga interna y externa

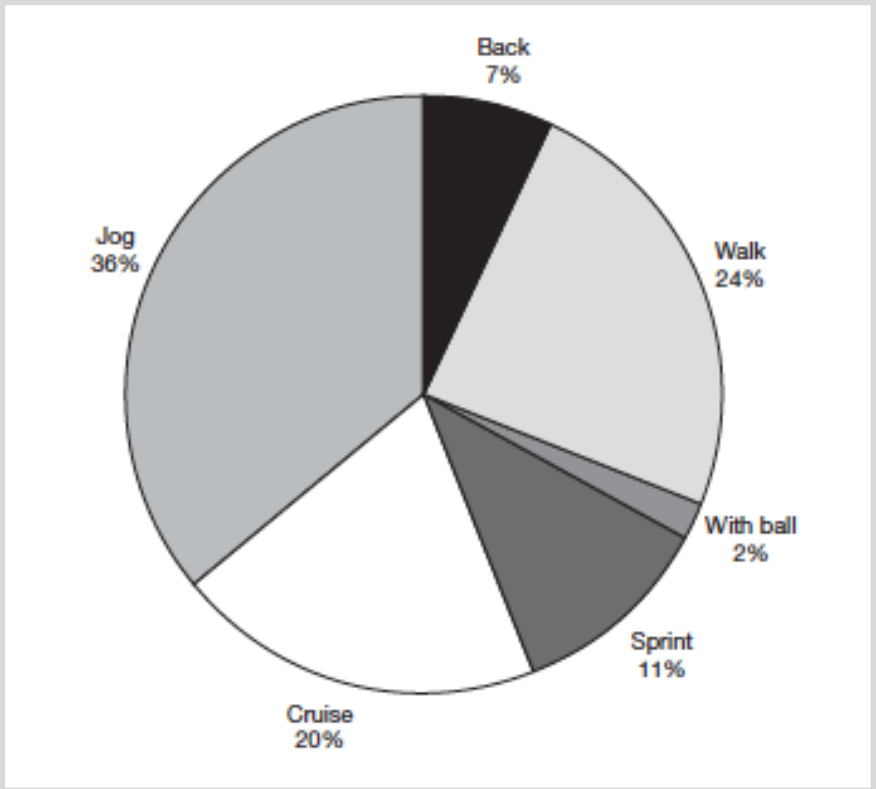
Cuando nos referimos al concepto de carga de entrenamiento, debemos entenderla como el conjunto de exigencias psicobiológicas (carga interna) que resultan de las actividades de entrenamiento (carga externa). Estos conceptos, entonces, nos permiten distinguir entre las actividades que constituyen la unidad de entrenamiento, es decir, la

carga externa, y el grado de exigencia que ellas representan para el organismo humano, es decir, la carga interna (González Badillo y Ribas Serna, 2002).

Cada uno de estos conceptos tiene distintos indicadores que ayudan a controlar la carga que ambos definen. Existen muchos indicadores y cada profesional utiliza unos u otros en función de su conocimiento, cultura y preferencia. Por lo general, estos indicadores se combinan de manera algorítmica para generar indicadores claves de rendimiento (KPI o *key performance indicators*).

Cuando se habla de carga externa, esta se podría definir como la medición de cualquier parámetro relacionado con la velocidad, ritmo, distancia, aceleración, salto, potencia, impactos, medición de la fuerza, etcétera.

Figura 4: Distancias relativas cubiertas por jugadores de campo, en diferentes categorías de actividad, durante un partido de fútbol



Fuente: Carling, Williams y Reilly, 2005, p. 91.

Cuando se habla de carga interna, se habla de cómo el organismo de los deportistas responde a un esfuerzo determinado. De esta manera, los indicadores que se utilizan para medir este concepto están relacionados con los parámetros metabólicos vinculados con la intensidad de los esfuerzos físicos: frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, concentración de lactato, entre otros.

Los videoanalistas de los cuerpos técnicos están focalizados en el análisis de los conceptos tácticos de los equipos. Si utilizan sistemas de captación de imágenes

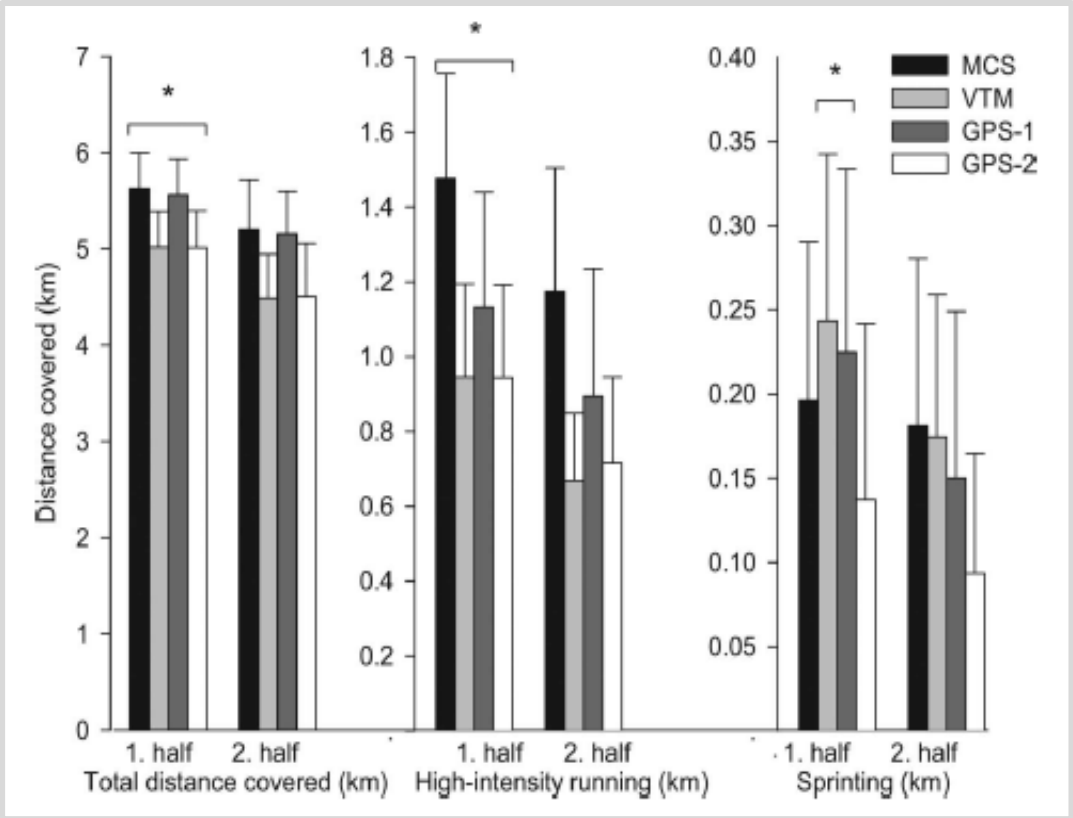
simples, estos no generan ningún tipo de datos ni información más allá de la puramente audiovisual y de la que, subjetivamente, el videoanalista enriquece con su trabajo.

Aun así, existen sistemas más sofisticados que, utilizan tecnología audiovisual, consiguen hacer un seguimiento de los jugadores, e incluso del balón y aportan datos de gran utilidad. Esos datos están relacionados con la carga externa de los jugadores. Todavía hoy la industria no ha conseguido desarrollar productos comerciales que ofrezcan datos de la carga interna de los jugadores mediante tecnología audiovisual.

No todos los datos de carga externa que ofrecen estos sistemas tienen una fiabilidad alta. Los datos de distancia general recorrida sí se aproximan bastante a la realidad. A medida que aumenta la velocidad y la aceleración, estos sistemas tienen más problemas para servir esta información, ya que trabajan con márgenes de error de posicionamiento que son claves a la hora de detectar altas intensidades de velocidad.

En la actualidad, no existe un consenso sobre el método *gold* estándar para la validación de las mediciones de distancia recorrida de los sistemas de videoanálisis (Randers, Mujika, Hewitt, Santisteban, Bischoff, Solano, Zubillaga, Peltola, Krustrup y Mohr, 2010). Randers *et al.* (2010) compararon el patrón de actividad y desarrollo de fatiga en un mismo partido de fútbol de la segunda y tercera división del fútbol español, usaron un sistema de análisis basado en patrón de actividad (*time-motion analysis*), un sistema de cámara semiautomática y dos sistemas de GPS, 5 Hz (GPS-1) y 1 Hz (GPS-2). Los cuatro sistemas mostraron una mayor distancia recorrida a alta intensidad durante los primeros 15 minutos y una menor distancia a alta intensidad durante los últimos 15 minutos de juego, con una reducción del 46±19 %, 37±26 %, 50±26 %, y 45±27 %, para el sistema semiautomático, *time-motion*, GPS-1 y GPS-2, respectivamente. Estos resultados nos indican que los cuatro sistemas son capaces de detectar disminuciones similares de rendimiento durante un partido de fútbol y que pueden ser utilizados para el estudio de la fatiga inducida por un partido. Sin embargo, los autores de este trabajo propusieron que se tenga precaución a la hora de comparar niveles diversos de rendimiento físico entre muestras evaluadas con diferentes sistemas de medición. Esta comparación, muy probablemente, conllevará a errores de interpretación.

Figura 5: Distancia total recorrida, distancia total a alta intensidad y distancia total recorrida en *sprint*, durante un partido de fútbol de segunda y tercera división del fútbol español



Fuente: Randers et al., 2010, p. 178.

4.1.4 Validez y utilidad de los datos obtenidos

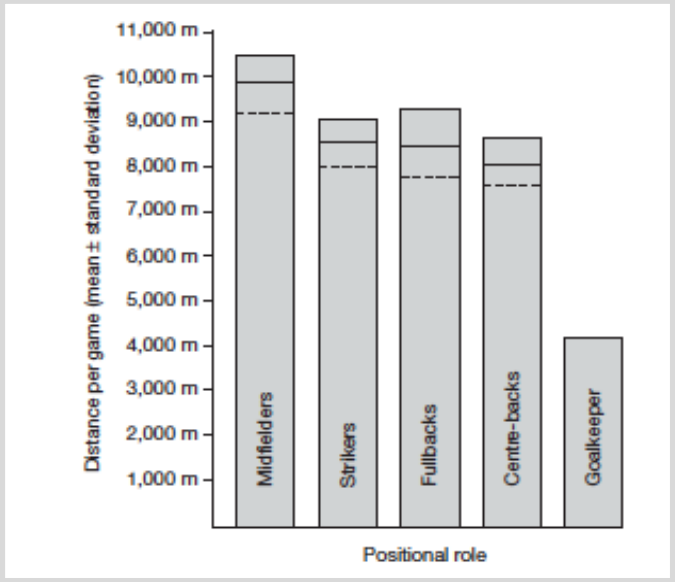
Los datos que se generan a partir del tratamiento de la información audiovisual, por parte de los videoanalistas, son de un gran valor cualitativo, porque están fundamentados en la subjetividad, y esta subjetividad está basada en el conocimiento de los técnicos.

En este sentido, la utilidad que estos datos tienen para el equipo técnico es de gran valor, ya que permitirán analizar el rendimiento individual y grupal de acuerdo con los principios tácticos que se manejan. Por ejemplo, que una empresa ofrezca datos de pases correctos realizados por un equipo o un jugador, a menudo, es un tipo de información que no ayuda mucho, ya que, para un equipo, un pase bueno será el que conecte a un jugador con otro de su mismo equipo, sin valorar si había otra opción mejor o si era el más adecuado para esa situación en concreto.

La validación de este tipo de datos la realiza el cuerpo técnico de cada equipo y, a menudo, va ligada a la profesionalidad y la confianza que los entrenadores y la organización tienen en el videoanalista.

Como se ha visto en temas anteriores, los sistemas más complejos de videoanálisis son capaces de ofrecer datos de la carga externa de los jugadores. La utilidad de estos datos es de gran valor, ya que permite comparar y cuantificar las cargas de trabajo en competición de los jugadores. Que los datos sean de utilidad no significa que su validez o fiabilidad sea muy alta. Son útiles porque son aquellos de los que se dispone, pero es necesario conocer que existen errores de mayor o menor magnitud provocados por dos aspectos distintos: el primero, la tecnología utilizada, que todavía debe evolucionar para ser más precisa; el segundo, la profesionalidad y habilidad de la empresa que proporciona los datos.

Figura 6: Distancia cubierta en un juego de acuerdo con la posición de juego



Fuente: Carling, Williams y Reilly, 2005, p. 6.

Los principales problemas de estos datos están relacionados con:

- Seguimiento del balón en el fútbol. La dimensión del terreno de juego, la distancia de la posición de las cámaras y las pequeñas dimensiones del móvil son factores que complican mucho el seguimiento fiel de la trayectoria del balón.
- Alta intensidad o velocidad. Por los *tests* y estudios que se han realizado, se observa que cuando los jugadores alcanzan aceleraciones máximas o velocidades altas, el cálculo de estas distancias tiene errores significativos.

4.2 Relación entre el videoanálisis y otros métodos de monitorización

4.2.1 Videoanálisis y control de la frecuencia cardíaca

Las respuestas del sistema nervioso autonómico pueden proveernos de información muy útil sobre la adaptación funcional del organismo al ejercicio físico (Aubert, Seps y Beckers, 2003).

El patrón de respuesta de la frecuencia cardiaca (FC) ante cambios en la intensidad durante un ejercicio de tipo continuo y uno de tipo intermitente es, sin embargo, notablemente diferente, lo cual puede conducir a adaptaciones diferenciales del sistema nervioso autonómico en deportistas que practican un tipo de deporte u otro (Ostojic, Markovic, Calleja-Gonzalez, Jakovljevic, Vucetic y Stojanovic, 2010).

Es deseable, por otro lado, conocer si en los deportes intermitentes la frecuencia cardíaca puede ser de utilidad como parámetro para valorar el perfil de esfuerzo. Ante esto, Ben Abdelkrim, Castagna, El Fazaa y El Ati (2010) han observado que la respuesta de la FC fue mayor en un grupo de jugadores de básquet de nivel internacional, con respecto a jugadores de nivel nacional. El mayor nivel de un grupo de deportistas puede, entonces, estar asociado a un mayor estrés cardiovascular y, por tanto, a una mayor respuesta de la FC. Estos autores concluyeron que la FC representa un índice de gran utilidad para valorar el estrés global fisiológico durante un partido, aunque esta variable pueda estar fácilmente influenciada por otras, como la ansiedad o el estrés (Tumilty, 1993), el estatus nutricional y la temperatura (Gilman, 1996).

Cuando se valora el perfil de esfuerzo en grupos homogéneos, los resultados pueden ser contradictorios. Por ejemplo, en rugby, Coutts, Reaburn y Abt (2003) observaron que no hubo diferencias significativas en la FC media entre el primer y segundo tiempo de un partido semiprofesional. Sin embargo, Helgerud, Engen, Wisloff y Hoff (2001), en fútbol, observaron que las zonas más altas de FC eran mayores en el primer tiempo, con respecto al segundo e incluso, esta respuesta se acentuó luego de un período de entrenamiento intervalado de alta intensidad de 8 semanas.

Los valores de FC media en el fútbol podrían situarse en torno a 160-170 pulsaciones por minuto (ppm) y presentarse oscilaciones entre 160-190 ppm, por lo que es razonable pensar que el sistema aeróbico es solicitado de forma prioritaria (90 % de la energía) durante los partidos (Bangsbo, 1994) y encontrar valores de FC media de 85 % y FC máxima de 98 % (Bangsbo, Mohr y Krustrup, 2006; Krustrup, Mohr, Ellingsgaard y Bangsbo, 2005), lo que advierte acerca de la alta carga fisiológica que soportan los jugadores durante la competición.

La frecuencia cardíaca es una variable interna que, para ser medida, se requiere que exista contacto con la piel de la persona a la que se quiere controlar. En el mundo del

deporte, hasta hace unos años y todavía hoy, lo más habitual es medir la frecuencia cardíaca a través de unos electrodos que se encuentran en una banda que es colocada en el pecho del atleta.

En los últimos años, la tecnología ha evolucionado hacia soluciones menos invasivas y menos molestas para la práctica deportiva.

Una de las últimas soluciones tecnológicas que se han presentado es la de Apple y que utiliza el reloj inteligente de esta marca. La tecnología utilizada se denomina *fotopletismografía*, que es la misma que se utilizan en los procedimientos médicos para realizar mediciones volumétricas de los órganos y que se fundamenta en el uso de fotodiodos sensibles a la luz para detectar la cantidad de sangre que fluye.

Aunque la mayoría de estas soluciones tienen, como soportes, monitores situados en las muñecas de los deportistas, ya existen experiencias de ubicar tanto los electrodos como los sensores ópticos en camisetas inteligentes que son poco invasivas para el deportista.

El hecho de que la tecnología haya avanzado hacia los sensores ópticos, hace pensar que, en el futuro, quizás, estos sensores situados a distancia puedan detectar esta variable y algunas otras más, como el lactato. Tal vez, una sola cámara como la que hoy se utiliza para captar imágenes pueda ser el soporte para tomar variables de la carga externa y de la carga interna. Estas son solo hipótesis.

4.2.2 Videoanálisis y GPS

Como en muchas otras ocasiones, a lo largo de la historia, se ha utilizado el nombre de una tecnología para dar nombre a un producto, concepto o materia. Nos hemos habituado a escuchar hablar de GPS como herramienta para controlar la carga interna y externa de los deportistas, cuando, en realidad, GPS (*global position system*) es solo una tecnología desarrollada por el Departamento de Seguridad de los Estados Unidos, que sirve para geolocalizar objetos en la Tierra a través de la triangulación de señales recibidas por una serie de satélites situados en el espacio. GNSS (sistema global de navegación por satélite) es exactamente la misma tecnología, pero desarrollada por la antigua Unión Soviética. Actualmente la Unión Europea tiene un proyecto en marcha denominado Galileo y que básicamente es el mismo que el GPS y el GNSS.

Actualmente, existen tres tecnologías para controlar la carga interna y externa de los deportistas:

- Sistemas basados en tecnologías de reconocimiento geoposicional por tecnologías por satélite (GPS).
- Sistemas basados en tecnologías de reconocimiento geoposicional por radio frecuencia (RFID).
- Sistemas basados en tecnologías de reconocimiento geoposicional por sistemas ópticos (ROC).

La tecnología de control de la carga por GPS (la más utilizada en la actualidad), tiene una gran ventaja que reside en su capacidad para ser usada en cualquier lugar del mundo sin necesidad de llevar logísticas de control en un sitio específico para procesar la información. La información posicional es transmitida al satélite, el cual la transmite de nuevo al centro de análisis de datos que puede estar en cualquier lugar del mundo. Esto significa que, en contraste con el seguimiento por video o microprocesador, el rendimiento en los partidos puede ser más fácilmente analizado. Sin embargo, como todo, también tiene sus desventajas: a) los sujetos deben llevar consigo el dispositivo de seguimiento, b) algunos de los sistemas actuales demuestran una falencia en su portabilidad, ya que son pesados y grandes, por lo tanto no pueden ser usados por los jugadores durante partidos de competencia, c) el dispositivo requiere del uso de baterías, que pueden agotarse rápidamente, d) tales sistemas no funcionan correctamente en los estadios de fútbol y están influenciados por la temperatura y configuración del terreno, e) los GPSs son todavía relativamente costosos, f) el análisis está muchas veces restringido a una medición posicional por segundo. Esto significa que poseen una limitación en el análisis de aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección. (Carling, Williams y Reilly, 2005)

La FIFA ha hecho una propuesta para denominar a todos estos sistemas como *Electronic Performance and Tracking Systems* (EPTS). A partir de ahora, cuando nos referimos a todos estos sistemas, lo haremos como EPTS.

Figura 7: Uso de tecnología GPS en fútbol

Fuente: Sport, 2015, https://www.sport.es/es/noticias/barca/gps-nueva-arma-luis-enrique-4024452

Es importante no confundir conceptos y aclarar que el videoanálisis que se trabaja en este curso tiene que ver con el análisis más táctico de la competición y del entrenamiento. Aun así, no podemos obviar que las soluciones tienden a hibridarse y, en este apartado, se observa el caso muy concreto de una solución que nació con vocación de ayudar a entrenadores y que actualmente sirve a preparadores físicos para monitorizar la carga en competición: los sistemas basados en tecnologías de reconocimiento geoposicional por sistemas ópticos.

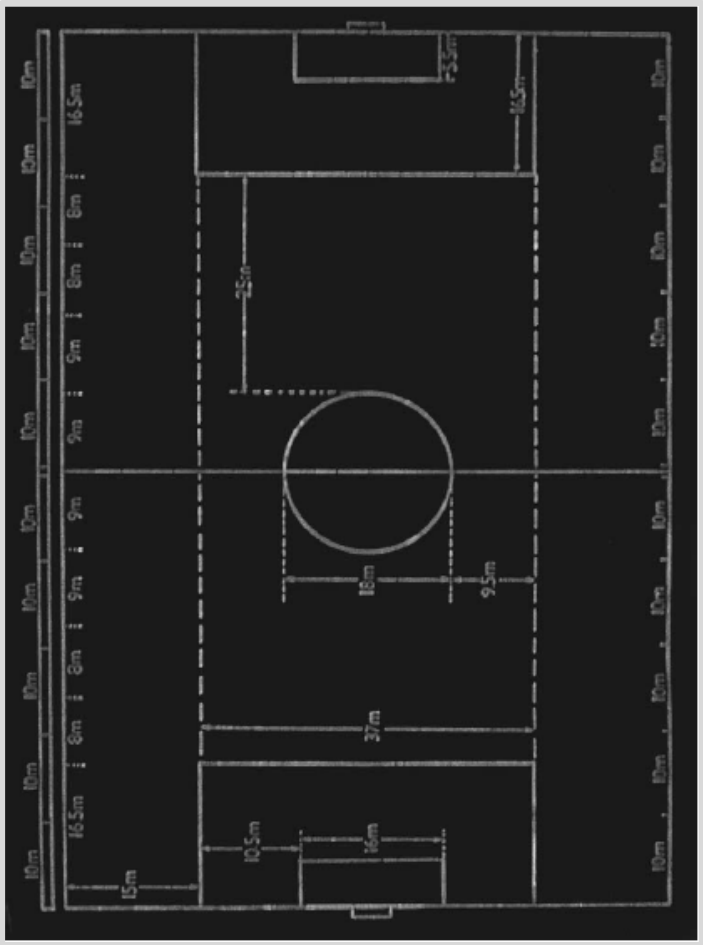
Los estudios que han intentado comparar datos han llegado a dos conclusiones. La primera, que hay grandes diferencias en función de la empresa que ofrece los datos a través de tecnología óptica; y la segunda, que se observan mayores diferencias cuando las variables a medir tienen que ver con valores de carga externa de alta intensidad y aceleraciones.

4.2.3 Videoanálisis y control manual de la estadística de competencia

El monitoreo del perfil de esfuerzo durante la competencia se realizaba, en un primer momento, por medio de una técnica conocida como videoanálisis basado en el patrón de actividad o movimiento *(time-motion analysis*), como el desarrollado por Reilly y Thomas (1976). El uso de estos métodos permitió realizar observaciones valiosas, pero su complejidad, y más que eso, el tiempo necesario para codificar, analizar e interpretar los datos constituyeron grandes barreras para la adopción de estos métodos por parte de los equipos deportivos (James, 2006). Además, las técnicas originales estaban restringidas a un solo jugador y, por tanto, eran bastante limitadas en practicidad.

Desde décadas pasadas, los avances tecnológicos han permitido la introducción de sistemas de análisis de rendimiento más sofisticados que son actualmente usados en el fútbol de elite. Estos se basan en el análisis simultáneo de todos los jugadores, en un período relativamente corto de tiempo, y proveen una valiosa base de información que puede afectar positivamente la práctica diaria de los entrenadores (Carling, Bloomfield, Nelsen y Reilly, 2008).

Figura 8: Mapa esquemático del campo donde se utilizan marcas para determinar las distancias



Fuente: Carling, Williams y Reilly, 2005, p. 5.

Los *softwares* de videoanálisis deportivo ofrecen un gran abanico de soluciones que permiten etiquetar cada acción que sucede en tiempo real, lo que hace posible crear un análisis subjetivo del entrenamiento o del partido que se analiza de manera dinámica.

El análisis en tiempo real permite que cualquier concepto sea recogido cuantitativamente y que, al mismo tiempo, quede enlazado a un momento de la línea de tiempo, lo que favorece la contextualización de cualquier concepto estadístico.

A través de ventanas de código muy sencillas de configuración, se pueden crear plantillas para el análisis, que permiten configurar herramientas que, de acuerdo con el conocimiento, experiencia y sentido estético de los videoanalistas, pueden crear librerías de ventanas de código muy completas, que no solo serán amigables y estéticas, sino que pueden ser muy eficientes, ya que con solo un clic se pueden asociar y enlazar varios conceptos estadísticos a la vez.

Todas las marcas o etiquetados que se realizan quedan guardados en una serie de tablas de etiquetas, base de datos de referencias, clasificadores audiovisuales, ventanas

de estadística y líneas de tiempo, todas ellas vinculadas entre sí, que permiten análisis muy completos.

La ventana de estadística es una hoja de cálculo con la capacidad de realizar cálculos complejos, extraídos de las marcas realizadas en las ventanas de código y que quedan recogidas en una línea de tiempo. Esta ventana de estadística permite realizar operaciones matemáticas y lógicas. Además, es muy flexible, ya que sus filas y columnas pueden moverse, añadirse, borrarse y presentar el resultado en cientos de formas y secuencias de comandos que pueden ser copiadas y pegadas en otras celdas.

También es posible utilizar aplicaciones de codificación independientes de cualquier *software*, que permitan exportar los datos trabajados en formato .csv o xml, entre otros.

Así mismo, estos *softwares* de videoanálisis también permiten la exportación de datos a terceros, a través de diferentes formatos y de acuerdo con la herramienta que deba ingestarlos.

4.2.4 Videoanálisis e intervención en el entrenamiento

Todo el análisis que se realiza durante los entrenamientos y partidos tiene como objetivo conocer qué sucede, para mejorar procesos y comportamientos que lleven a los equipos y a los deportistas a aumentar su rendimiento deportivo.

El perfil de esfuerzo indica la contribución de un jugador al esfuerzo total del equipo. La intensidad puede ser expresada como distancia total recorrida, la cual determina, a *groso modo*, la energía utilizada en el partido. La distancia recorrida representa el perfil global de esfuerzo y puede, a su vez, ser discriminada en acciones discretas de cada jugador durante la totalidad del juego. Las acciones pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo, intensidad, duración y frecuencia. Así, pueden calcularse tasas de esfuerzo-pausa y esto puede ser utilizado para adecuar las demandas al programa de entrenamiento de los jugadores. Esto es de gran utilidad para la evaluación de la aptitud física de los jugadores. Por ejemplo, la distancia recorrida en un partido está altamente relacionada con mediciones en laboratorio del consumo máximo de oxígeno (VO2max) de los jugadores. Los perfiles de rendimiento pueden ayudar a incrementar las debilidades individuales, tales como la susceptibilidad a la fatiga, observada por una caída en el perfil de esfuerzo hacia el final del partido, o bien la necesidad de una mayor recuperación luego de series de ejercicios de alta intensidad (Carling, Williams y Reilly, 2005)

Cuando hablamos de la intervención que tiene el videoanálisis en el entrenamiento, hablamos siempre de intervención durante el transcurso de este, es decir, análisis de video en tiempo real e intervención en el transcurso del entrenamiento.

Durante los entrenamientos, todo lo que se registre a través de las videocámaras, así como lo que se analice en tiempo real, puede mostrarse a través de diferentes plataformas. Lo más sencillo es mostrarlo a través de ordenadores, teléfonos

inteligentes, tabletas u ordenadores portátiles que el propio cuerpo técnico tenga durante el entrenamiento.

Figura 9: Datos de análisis de rendimiento volcados a un *smartphone*

Fuente: [Imagen sin título sobre datos de rendimiento en smartphone]. (s.f.). Recuperado de https://www.oliversport.co.uk/rds-bluetooth-badminton-rackets/

Existen otras soluciones más innovadoras, apoyadas por la evolución tecnológica y las necesidades de cada deporte. Quizás una de las primeras experiencias en ese sentido se pudo ver en el Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat del Vallés con el equipo olímpico de natación sincronizada, hace ya más de diez años. Las nadadoras, después de realizar un ejercicio, podían ver el video de lo que habían realizado y recibir las correcciones de sus entrenadores.

Existen estudios que cifran el rendimiento de un deportista en más de un 15% de mejora si recibe *feedback* en formato de video en directo y es capaz de repetir el ejercicio de nuevo para corregir los errores, que si el *feedback* lo recibe después de la sesión y no tiene ocasión de repetir el ejercicio hasta la siguiente sesión de entrenamiento.

A partir de esa experiencia, se evalúan muchas otras formas de mostrar video durante los entrenamientos, como la utilización de video marcadores en pabellones o estadios, dispositivos móviles adaptados, etcétera.

La tecnología debe estar al servicio de los entrenadores y los deportistas, pero el deporte, el juego y, sobre todo los deportistas, son los principales protagonistas del proceso.

Referencias

Aubert, A. E., Seps, B. y Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, *33*(12), pp. 889-919.

Bangsbo, J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, *12*, pp. 5-12.

Bangsbo, J., Mohr, M., y Krustrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences, 24*(7), pp. 665-674.

Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., El Fazaa, S. y El Ati, J. (Octubre de 2010) The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *Journal of Strength & Conditioning Research, 24*(10), pp. 2652-2662.

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

Carling, C., Williams, A. M., y Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis. A systematic approach to improving perfomance*. Londres y New York: Rotledge.

Coutts, A., Reaburn, P. y Abt, G. (Febrero de 2003). Heart rate, blood lactate concentration and estimated energy expenditure in a semi-professional rugby league team during a match: a case study. *Journal of Sports Sciences*, *21*(2), pp. 97-103.

Gilman, M. B. (1996). The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Medicine, 21*(2) pp. 73-79.

González Badillo, J. J., y Ribas Serna, J. (2002). *Programación del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: INDE

Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U. y Hoff, J. (Noviembre de 2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *33*(11), pp. 1925-1931.

Hopkins, W. G. (1991) Quantification of training in competitive sports. Methods and applications. *Sports Medicine, 12*(3), pp. 161-183.

[Imagen sin título sobre videoanálisis en fútbol]. (s.f.). Recuperado de http://www.hollandfootballuniversity.com/wp-content/uploads/videobericht.jpg

[Imagen sin título sobre datos de rendimiento en smartphone]. (s.f.). Recuperado de https://www.oliversport.co.uk/rds-bluetooth-badminton-rackets/

James N. (2006). The role of notational analysis in soccer coaching. *International Journal of Sports Science, 1*(2), pp. 185-198.

Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. y Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37*(7), pp. 1242–1248.

Liu, H., Hopkins, W., Gómez, A. M. y Molinuevo, S. J. (2013). Inter-operator reliability of live football match statistics from OPTA Sportsdata. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 13*(3), pp. 803-821.

Ostojic, S. M., Markovic, G., Calleja-Gonzalez, J., Jakovljevic, D. G., Vucetic, V. y Stojanovic, M. D. (Marzo de 2010) Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise in continuous versus intermittent endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, *108*(5), pp. 1055-1559.

Reilly, T., y Williams, M. (2003). *Science and Soccer*. Londres y Nueva York: Taylor and Francis Group.

Reilly, T. y Thomas, V. (1976). A motion analysis of work rate in different positional roles in professional football match play. *Journal of Human Movement Studies, 2*(2), pp. 87-97.

Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., Zubillaga, A., Peltola, E., Krustrup, P y Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences*, *28*(2), pp. 171-182.

Sport (17 de marzo de 2015). *El GPS, el nuevo arma de Luis Enrique*. Recuperado de https://www.sport.es/es/noticias/barca/gps-nueva-arma-luis-enrique-4024452

Tumilty, D. (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Medicine, 16*(2), pp. 80-96.