

Análisis de los escenarios de máxima exigencia en futbolistas semiprofesionales durante partidos oficiales: un estudio observacional longitudinal.

Worst-case scenarios analysis in semi-professional soccer players during official matches: a longitudinal observational study.

Molina-Codina, V.¹

1. Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Barcelona (España).

Resumen: Se estudiaron los escenarios de máxima exigencia durante 5 partidos de fútbol en un equipo masculino semiprofesional. El objetivo fue identificar el periodo de mayor intensidad e investigar el efecto de la fatiga a lo largo de los partidos. Se dividieron los partidos en seis periodos de quince minutos y se analizaron las siguientes variables: distancia total (TD)(m), distancia a alta velocidad (HSR) (18.5 – 25.2 km/h), distancia a sprint (VHSR)(>25.2 km/h), distancia por minuto (D.REL)(m/min), aceleraciones a alta intensidad (ACC)(m/s²) y deceleraciones a alta intensidad (DECC)(m/s²). Los resultados muestran que los primeros quince minutos es el período de mayor exigencia (TD: 1827 ± 255.9; D.REL: 117.4 ± 15.7; HSR: 181.1 ± 86.4; VHSR: 22.1 ± 26.0; ACC: 16.94 ± 5.6; DECC: 19.2 ± 6.6) y con diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la mayoría de los periodos. Las diferencias entre los periodos análogos de primera y segunda parte son inconsistentes. Estos hallazgos pueden ser útiles para optimizar el proceso de entrenamiento con los futbolistas con el fin de desarrollar una condición física capaz de asumir las demandas de competición.

Palabras clave: escenario de máxima exigencia; fatiga; condición física; fútbol

Abstract: Worst-case scenarios were studied during 5 soccer matches of a semi-professional men's team. The aim was to identify the most demand period and investigate the effect of fatigue throughout a competition. Matches were divided into fifteen-minute periods and the following variables were analysed: total distance (TD)(m), high-speed running distance (HSR) (18.5 – 25.2 km/h), sprint distance (VHSR)(>25.2 km/h), distance per minute (D.REL)(m/min), high intensity accelerations (ACC)(m/s²) and high intensity decelerations (DECC)(m/s²). Results show that first fifteen minutes is the most demanding period (TD: 1827 ± 255.9; D.REL: 117.4 ± 15.7; HSR: 181.1 ± 86.4; VHSR: 22.1 ± 26.0; ACC: 16.94 ± 5.6; DECC: 19.2 ± 6.6) and with significant differences ($p > 0.05$) between most periods. Differences between the analogous periods of the first and second half are inconsistent. These findings can be useful to optimize the training process with soccer players to develop a physical condition capable of assuming the competition demands.

Key Words: worst-case scenarios; fatigue; physical condition; soccer

Introducción

El fútbol es un deporte intermitente que requiere diferentes demandas atléticas para conseguir el éxito en la competición (Negra et al., 2016), donde los jugadores combinan acciones de alta intensidad con acciones de baja intensidad, de forma acíclica (Bangsbo, Mohr & Krstrup, 2006). Aun así, los eventos de mayor relevancia durante un partido de fútbol están representados por trabajos de alta intensidad, como esprints, giros, saltos o chutes (García-Pinillos et al., 2015; Hoff & Hekgerud, 2004). Hoy en día existen múltiples herramientas que nos permiten estudiar de manera muy precisa todas las acciones que realizan los futbolistas, conocido como carga externa, y su respuesta a nivel psicológico y fisiológico, conocido como carga interna, cuya combinación representa la carga de trabajo que están expuestos. La utilización de dispositivos de micro tecnología que incorporan sistemas de posicionamiento global (GPS) y acelerómetros nos ha permitido cuantificar objetivamente la carga externa de los jugadores en competición y entrenamientos (Malone et al., 2017), demostrando ser un método fiable y válido para las diferentes situaciones que se plantean en el fútbol y parece más útil en comparación a otros indicadores de carga interna como el Rate of Perceived Exertion (RPE) y la frecuencia cardíaca (FC), los cuales pueden subestimar o sobrestimar la intensidad del ejercicio (Scott et al., 2013).

Gracias a esto se ha observado que, en la actualidad, las acciones de alta intensidad han aumentado atribuyéndose una duración más reducida, pero aconteciendo con mayor frecuencia (Barnes et al., 2014) y se conoce que los futbolistas profesionales realizan mayor cantidad de acciones de alta intensidad y con mayor densidad, es decir, la ratio de trabajo-recuperación es menor (Arrones et al., 2014). Durante los partidos se han observado situaciones que demandan una carga física o intensidad máxima en una ventana de tiempo establecida (Novak et al., 2017) conocidas como escenarios de máxima exigencia (EME) y los períodos más estudiados son de 1-, 2-, 5- y 10-minutos (Rico-González et al., 2022). El conocimiento de los EME que se encuentran expuestos los jugadores, ayuda a los entrenadores a desarrollar metodologías de entrenamiento específicos (Delaney et al., 2017) ya que las demandas promedio de un partido subestiman las demandas pico de competición (Oliva-Lozano et al., 2020). Por ejemplo, un estudio realizado en la Premier League observó cómo durante los periodos de máxima exigencia se recorre el doble de tiempo a alta intensidad, el número de acciones aumenta un 125% en comparación con el promedio de un partido y la ratio de trabajo: descanso pasa de 1:12 a 1:2 (Di Mascio & Bradley, 2013).

Por otro lado, las demandas físicas de un partido pueden derivar en la aparición de fatiga en los jugadores (Paul et al., 2015). Las causas no están claras, pero la fatiga producida hacia el final del partido puede estar asociada a una reducción de los niveles de glucógeno muscular (Krustrup et al., 2006), aunque también podría ser causado por factores neuromusculares como una fatiga central causando un declive en la capacidad de esprintar y contracción voluntaria máxima muscular (Rampanini et al., 2011). Este fenómeno podría tener relación con el aumento de lesiones observado hacia el final de cada parte de los partidos (Ekstrand & Walden, 2011). Además, algunos estudios han reportado reducciones en el rendimiento físico entre primera y segunda parte, o después de periodos de máxima intensidad debido a una fatiga transitoria (Krustrup et al., 2006). Por lo tanto, no solo debemos identificar la magnitud de los EME sino también cuando acontecen durante un partido (Oliva-Lozano et al., 2023) ya que pueden jugar un papel clave en el rendimiento y prevención de lesiones. Los objetivos del estudio fueron: 1) identificar los períodos de 15 minutos de mayor exigencia física en un partido de fútbol semiprofesional; y 2) investigar cómo influye la fatiga en el rendimiento físico realizando una comparativa de las variables de carga externa entre los periodos análogos de primera y segunda parte.

Material y Método

Diseño del estudio

Un estudio observacional longitudinal fue implementado en un equipo masculino semiprofesional durante un periodo de cinco semanas de competición para evaluar las variables de carga externa en partidos dividiéndolos en periodos de quince minutos. Únicamente se incluyeron partidos oficiales, de Copa o Liga, en semanas donde se realizaron un mínimo de tres sesiones de entrenamiento. Las variables de carga externa analizadas fueron: (i) distancia total (m) (TD); (ii) distancia en carrera a alta velocidad (18.5 – 25.2 km/h) (HSR); (ii) distancia en carrera a sprint (>25.2 km/h) (VHSR); (ii) distancia por minuto (D.REL) (m/min); (iv) total de aceleraciones a alta intensidad (m/s²) (ACC); (v) total de deceleraciones a alta intensidad (m/s²) (DEC). Una vez obtuvimos los datos de todos los partidos con sus respectivas variables registradas en periodos de quince minutos, se realizó la media aritmética de cada uno de estos periodos entre todos los partidos en cada una de las variables para su posterior análisis estadístico.

Participantes

Veinte jugadores semiprofesionales de fútbol masculino del mismo equipo (edad: 26.38 ± 4.27 años; estatura: 178.77 ± 7.9 cm; peso: 74.51 ± 7.26 kg), que compite en la cuarta división del fútbol español, fueron incluidos en este análisis. De los jugadores, dos eran porteros (P), cinco eran centrales (CT), cuatro eran laterales (LD/LI), cuatro eran mediocentros (MC), dos eran mediocentros ofensivos (MCO) y 3 eran delanteros centros (DC). Los jugadores eran incluidos en el análisis de cualquiera de los partidos si: 1) participaba un mínimo de 15 minutos en dicho partido; 2) participaba en todas las sesiones de entrenamiento durante la semana previa. Previo a su inicio, se solicitó la aprobación del comité de ética de la Secretaria General del Deporte, se informó al club y a todos los jugadores de las características y objetivos del mismo, solicitando su adscripción, y se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes.

Procedimiento

Todos los partidos fueron monitorizados utilizando sistemas electrónicos de seguimiento del rendimiento Catapult One, que contienen sensores inerciales y sistemas de posicionamiento global (GPS). Dichos dispositivos tienen una frecuencia de muestreo de 10Hz, capturando 10 datos por segundo. Previo a cada partido, cada unidad estaba completamente cargada y se encendían 35' minutos antes del inicio para calibrarlos asegurándose así una calidad óptima en el registro de datos. Antes de iniciar el calentamiento, se equipó a cada jugador con una unidad, en una posición ergonómicamente y segura entre las escapulas, en el bolsillo trasera del chaleco. Siempre se les asignaba el mismo dispositivo a los jugadores para evitar errores entre unidades. Inmediatamente a la finalización de cada partido, se recogían los dispositivos de cada jugador para transferir los datos a la plataforma online de Catapult One y realizar los cortes del partido en periodos de 15 minutos extrayendo el archivo .csv, y organizar los datos en el software Excel 2013.

Tabla 1. Periodos de 15 minutos durante los partidos con sus respectivos análogos entre primera y segunda parte.

Período	Primera Parte	Segunda Parte
<i>1er y 4to período</i>	Minuto 0 al 15	Minuto 45 al 60
<i>2do y 5to período</i>	Minuto 15 al 30	Minuto 60 al 75
<i>3er y 6to período</i>	Minuto 30 al 45	Minuto 75 al 90

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software IBM SPSS Statistics 27. Se estableció un nivel de significancia de $p < 0.05$. La prueba de Saphiro Wilk de una muestra determinaba la normalidad de la muestra y se calcularon los estadísticos descriptivos (promedio \pm desviación estándar) de las diferentes variables analizadas. Para extraer las posibles diferencias entre los periodos análogos de la primera y segunda parte de los partidos, se aplicaron dos pruebas en función de la normalidad de la muestra:

- Cuando la muestra era normal o paramétrica (p de Saphiro Wilk > 0.05), se aplicó la prueba T-Test de Student para muestras dependientes.
- Cuando la muestra era no normal o no paramétrica (p de Saphiro Wilk < 0.05), se aplicó la prueba de Wilcoxon signed-rank.

Para identificar las posibles diferencias entre cada uno de los diferentes periodos de quince minutos de cada una de las variables analizadas, se aplicaron dos pruebas en función de la normalidad de la muestra:

- Cuando la muestra era normal o paramétrica (p de Saphiro Wilk > 0.05), se aplicó la prueba ANOVA de medidas repetidas.
- Cuando la muestra era no normal o no paramétrica (p de Saphiro Wilk < 0.05), se aplicó la prueba de Friedman.

Se realizó la prueba post hoc de Bonferroni cuando se encontraron diferencias significativas para comparar los diferentes periodos de quince minutos (Tabla 2).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos (promedio \pm desviación estándar) de las variables de carga externa en cada periodo del partido.

	Periodo 1 (min. 0-15)	Periodo 2 (min. 15-30)	Periodo 3 (min. 30-45)	Periodo 4 (min. 45-60)	Periodo 5 (min. 60-75)	Periodo 6 (min. 75-90)
TD (m)	1827 \pm 255.9	1596 \pm 256.4	1534 \pm 199.6	1554 \pm 302.8	1564 \pm 280.1	1560 \pm 316.6
D.REL (m/min.)	117.4 \pm 15.7	101.8 \pm 16.3	96.9 \pm 12.2	101.1 \pm 17.1	96.4 \pm 15.6	94.29 \pm 19.1
HSR (m)	181.1 \pm 86.4	129.1 \pm 65.6	117.1 \pm 56.4	146.6 \pm 73.5	145.1 \pm 89.7	143.9 \pm 80.9
VHSR (m)	22.1 \pm 26.0	12.4 \pm 18.9	13.81 \pm 17.3	16.32 \pm 21.8	17.67 \pm 25.6	16.13 \pm 18.1
ACC (n°)	16.94 \pm 5.6	12.93 \pm 5.6	14.19 \pm 5.1	13.63 \pm 4.6	11.93 \pm 5.1	12.1 \pm 5.3
DECC (n°)	19.2 \pm 6.6	14.7 \pm 5.2	14.56 \pm 4.6	15.26 \pm 5.4	14.42 \pm 5.7	13.35 \pm 5.2

Nota: * TD = distancia total; D.REL = distancia por minuto; HSR = distancia en carrera a alta velocidad; VHSR = distancia en carrera a esprint; ACC = n° de aceleraciones a alta intensidad; DECC = n° de deceleraciones a alta intensidad.

Resultados más relevantes

Distancia Total (m)

El intervalo temporal donde más distancia total recorrida se observó fue en el periodo 1, es decir, durante los primeros 15 minutos del partido (1827 ± 255.9) con diferencias significativas cuando se compara con los demás periodos ($p < 0.005$). El segundo periodo con mayor distancia recorrida fue el periodo 2 o del minuto 15 al 45 (1596 ± 256.4), con una diferencia del 14% entre ambos. En contrapartida, durante los últimos 15 minutos de la primera parte (periodo 3) encontramos el valor más bajo de distancia recorrida en partido (1534 ± 199.6), recorriendo un 19% menos de distancia respecto el primero periodo. En el análisis entre los periodos análogos de primera y segunda parte, únicamente encontramos diferencias significativas entre el periodo 1 y 4 ($p < 0.05$) con una diferencia del 17% entre ambos (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de la prueba de Wilcoxon para identificar posibles diferencias significativas entre los periodos en relación con la variable de Distancia Total (DT).

TD						
	Periodo 1 (0-15)	Periodo 2 (15-30)	Periodo 3 (30-45)	Periodo 4 (45-60)	Periodo 5 (60-75)	Periodo 6 (75-90)
Periodo 1 (0-15)		*	*	*	*	*
Periodo 2 (15-30)	*		*	-	-	-
Periodo 3 (30-45)	*	*		*	-	-
Periodo 4 (45-60)	*	-	*		-	-
Periodo 5 (60-75)	*	-	-	-		-
Periodo 6 (75-90)	*	-	-	-	-	

* = diferencia significativa ($p < 0.05$); - = no diferencia significativa ($p > 0.05$).

Distancia por minuto (m/min)

Los resultados muestran que el escenario de máxima exigencia fue el periodo 1 (117.4 ± 15.7) y la prueba de Wilcoxon Signed-rank indicó la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los demás periodos. El periodo 2 fue el segundo con mayor valor en distancia por minuto (101.8 ± 16.3) con una diferencia del 15% respecto el periodo 1 y con diferencias significativas entre los demás intervalos excepto con el periodo 4 (101.1 ± 17.1) donde se recorre únicamente un 1% más de distancia por minuto. Cuando analizamos los periodos análogos, encontramos diferencias significativas ($p < 0.05$) entre periodo 1 y 3, ya que durante los primeros quince minutos de la primera parte se recorre una distancia por minuto 21% mayor respecto a los primeros quince minutos de la segunda parte. También existen diferencias significativas entre periodo 2 y 5 (96.4 ± 15.6), recorriendo un 8% mayor de distancia por minuto en el primero (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de la prueba de Wilcoxon para identificar posibles diferencias significativas entre los periodos en relación con la variable de distancia por minuto (D.REL).

D. REL						
	Periodo 1 (0-15)	Periodo 2 (15-30)	Periodo 3 (30-45)	Periodo 4 (45-60)	Periodo 5 (60-75)	Periodo 6 (75-90)
Periodo 1 (0-15)		*	*	*	*	*
Periodo 2 (15-30)	*		*	-	*	*
Periodo 3 (30-45)	*	*		*	-	-
Periodo 4 (45-60)	*	-	*		*	*
Periodo 5 (60-75)	*	*	-	*		-
Periodo 6 (75-90)	*	*	-	*	-	

* = diferencia significativa ($p < 0.05$); - = no diferencia significativa ($p > 0.05$).

Distancia en Carrera a Alta Velocidad >18.5 km/h (m)

Los primeros quince minutos de la primera parte (periodo 1) se han identificado como el escenario de mayor intensidad respecto a la distancia en carrera a alta velocidad (181.1 ± 86.4), seguido por los primeros quince minutos de la segunda parte (periodo 4) (146.6 ± 73.5), siendo los únicos periodos análogos con diferencias significativas entre ambos ($p < 0.05$), siendo un 23% mayor en el primer periodo. El intervalo de quince minutos del partido con menor distancia en carrera a alta velocidad fue el periodo 3 (117.1 ± 56.4) (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la prueba post hoc de Bonferroni para identificar posibles diferencias significativas entre los periodos en relación con la variable de distancia en carrera a alta velocidad (HSR).

HSR						
	Periodo 1 (0-15)	Periodo 2 (15-30)	Periodo 3 (30-45)	Periodo 4 (45-60)	Periodo 5 (60-75)	Periodo 6 (75-90)
Periodo 1 (0-15)		*	*	*	*	*
Periodo 2 (15-30)	*		-	-	-	-
Periodo 3 (30-45)	*	-		-	-	-
Periodo 4 (45-60)	*	-	-		-	-
Periodo 5 (60-75)	*	-	-	-		-
Periodo 6 (75-90)	*	-	-	-	-	

* = diferencia significativa ($p < 0.05$); - = no diferencia significativa ($p > 0.05$).

Distancia en Carrera a Esprint > 25.2 km/h (m)

La prueba post hoc de Wilcoxon muestra diferencias significativas entre el periodo 1 (122.1 ± 26.0) y periodo 2 (12.4 ± 18.9) con una diferencia del 78% entre ambos y, entre periodo 1 y periodo 3 (13.81 ± 17.3), siendo el primer periodo un 60% mayor. El intervalo del minuto cero al quince es el que mayor distancia a sprint se recorrió, mientras que la ventana temporal del minuto quince al treinta fue el que menor valor de VHRS reportó. No existen diferencias significativas entre periodos análogos. (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de la prueba de Wilcoxon para identificar posibles diferencias significativas entre los periodos en relación con la variable de distancia en carrera a sprint (VHSR).

VHSR						
	Periodo 1 (0-15)	Periodo 2 (15-30)	Periodo 3 (30-45)	Periodo 4 (45-60)	Periodo 5 (60-75)	Periodo 6 (75-90)
Periodo 1 (0-15)		*	*	-	-	-
Periodo 2 (15-30)	*		-	-	-	-
Periodo 3 (30-45)	*	-		-	-	-
Periodo 4 (45-60)	-	-	-		-	-
Periodo 5 (60-75)	-	-	-	-		-
Periodo 6 (75-90)	-	-	-	-	-	

* = diferencia significativa ($p < 0.05$); - = no diferencia significativa ($p > 0.05$).

Aceleraciones a Alta Intensidad > 3m/s² (N°)

El periodo 1 fue el que mayor número de aceleraciones de alta intensidad reportó (16.94 ± 5.6) con diferencias significativas ($p < 0.005$) cuando se realizó la prueba de ANOVA y se compara con los demás periodos, exceptuando el periodo 3 (14.19 ± 5.1) que fue el segundo intervalo de quince minutos con mayor número de aceleraciones de alta intensidad, con una diferencia del 19% entre ambos. Por el contrario, durante el periodo 5 encontramos el valor más bajo de distancia recorrida en partido (1534 ± 199.6). En el análisis entre los periodos análogos de primera y segunda parte, existen diferencias significativas entre el periodo 1 y 4 ($p < 0.05$), con una diferencia del 17%, y entre periodo 3 y 6 (12.1 ± 5.3), siendo un 18% mayor el primero (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados de la prueba post hoc de Bonferroni para identificar posibles diferencias significativas entre los periodos en relación con la variable de total de aceleraciones a alta intensidad (ACC).

ACC						
	Periodo 1 (0-15)	Periodo 2 (15-30)	Periodo 3 (30-45)	Periodo 4 (45-60)	Periodo 5 (60-75)	Periodo 6 (75-90)
Periodo 1 (0-15)		*	-	*	*	*
Periodo 2 (15-30)	*		-	-	-	-
Periodo 3 (30-45)	-	-		-	*	*
Periodo 4 (45-60)	*	-	-		*	-
Periodo 5 (60-75)	*	-	*	*		-
Periodo 6 (75-90)	*	-	*	-	-	

* = diferencia significativa ($p < 0.05$); - = no diferencia significativa ($p > 0.05$).

Deceleraciones a Alta Intensidad > 3m/s² (N°)

El intervalo de mayor exigencia en relación con las deceleraciones a alta intensidad ha sido identificado durante el periodo 1, es decir, durante los primeros quince minutos del partido (19.2 ± 6.6). Se reportaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre dicho periodo y todos los demás cuando se realizó la prueba ANOVA de medidas repetidas. El segundo periodo de mayor exigencia se ha observado del minuto 45 al 60 con valores de 15.26 ± 5.4 , siendo los únicos periodos análogos con diferencias significativas entre ambos ($p < 0.05$) y una diferencia del 28%. Por otro lado, durante el periodo 3, o los últimos quince minutos del partido, se observó el menor valor promedio de deceleraciones de alta intensidad (13.35 ± 5.2) (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados de la prueba post hoc de Bonferroni para identificar posibles diferencias significativas entre los periodos en relación con la variable de total de deceleraciones a alta intensidad (DECC).

DECC						
	Periodo 1 (0-15)	Periodo 2 (15-30)	Periodo 3 (30-45)	Periodo 4 (45-60)	Periodo 5 (60-75)	Periodo 6 (75-90)
Periodo 1 (0-15)		*	*	*	*	*
Periodo 2 (15-30)	*		-	-	-	-
Periodo 3 (30-45)	*	-		-	-	-
Periodo 4 (45-60)	*	-	-		-	-
Periodo 5 (60-75)	*	-	-	-		-
Periodo 6 (75-90)	*	-	-	-	-	

* = diferencia significativa ($p < 0.05$); - = no diferencia significativa ($p > 0.05$).

Discusión

En este estudio analizamos los escenarios de máxima exigencia en intervalos de 15 minutos y como afectaba la fatiga a lo largo de los partidos en un equipo de fútbol semiprofesional, teniendo en cuenta diferentes variables de carga externa. Se han utilizado periodos fijos, aunque en la actualidad la aplicación de promedios móviles parecer ser el método más preciso para la cuantificación de los EME ya que detecta el periodo exacto donde los jugadores están en su pico

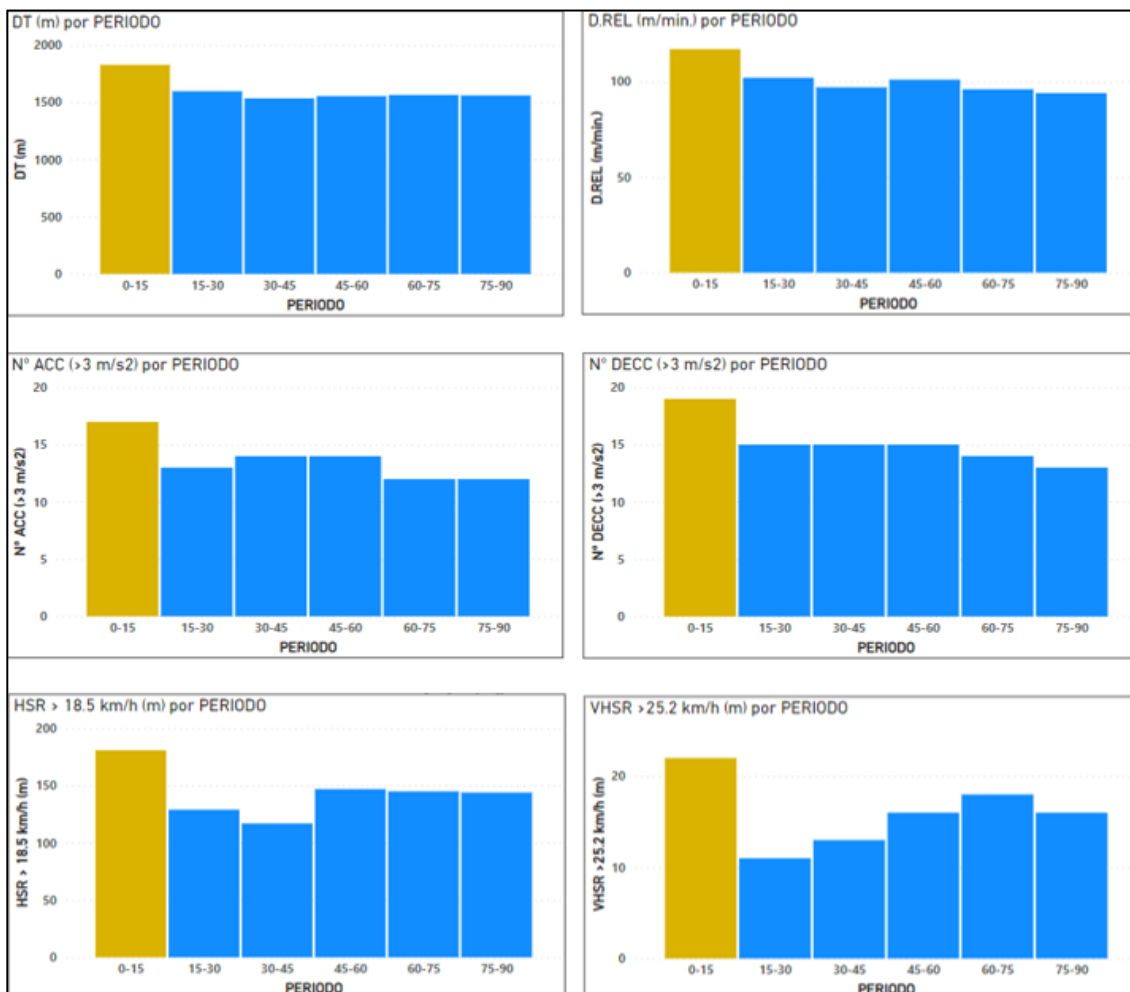
de intensidad (Oliva-Lozano et al., 2021). También influye la duración de los periodos puesto que en diferentes estudios se ha observado una tendencia que, a menores ventanas temporales, mayores valores de carga reportados (Rico-González et al., 2021).

Si nos centramos en la distancia total, un jugador profesional puede recorrer una media de 10 a 13 km, con alguna diferencia entre posiciones (Bangsbo, 2006) y una distancia por minuto promedio de 120m-min. Aun así, considerar las demandas promedio de un partido como la única referencia puede llevar a estrategias de entrenamiento erróneas destinadas a preparar físicamente a los jugadores (Gualteri et al., 2023). Por ejemplo, Delaney et al. (2018) en un estudio con futbolistas profesionales de la Australian A-League reportaron valores de 131 a 140 m/min durante las situaciones de máxima intensidad. En nuestro estudio observamos una disminución en la distancia total y distancia por minuto recorrida durante los partidos cuando se acercan los periodos finales del partido, con diferencia significativas entre los primeros y los últimos quince minutos del partido. En esta línea, investigaciones previas indican que la distancia recorrida es menor en la segunda parte respecto la primera parte de un partido (Carling & Dupont, 2011). Sin embargo, este decremento del rendimiento no es un fenómeno que ocurre sistemáticamente y se ha asociado con la distancia recorrida por los jugadores durante la primera mitad (Sarmiento et al., 2014).

Por otro lado, encontramos que la distancia recorrida a alta velocidad y a esprint se mantiene o aumenta en los últimos 30 minutos de la segunda parte, mientras que existe un decremento durante los periodos posteriores a los primeros 15 minutos del partido, es decir, al periodo de mayor exigencia. Las investigaciones muestran un declive transitorio en el rendimiento en carrera posterior a un periodo de máxima intensidad (Bradley et al., 2013; Krustup et al., 2006), pero también existe la posibilidad que estas reducciones en el rendimiento durante la competición podrían deberse a que los jugadores emplean estrategias de control de ritmo, de manera conscientes o subconsciente, para poder finalizar exitosamente el partido (Edwards & Noakes, 2009). Aunque las situaciones en sprint únicamente representan el 10 al 12% de la distancia recorrida en partido (Di Salvo, 2010), es importante entender cuando acontecen ya que son las acciones más frecuentes en situaciones de gol (Faude, Koch & Meyer, 2012).

Con relación a las aceleraciones y deceleraciones de alta intensidad ($>3\text{m/s}^2$), numerosos estudios han encontrado disminuciones en el número de esfuerzos realizados durante los últimos momentos en partido (Russell et al., 2014). Nuestros resultados apoyan dichas investigaciones, ya que encontramos reducciones significativas en la cantidad de esfuerzos de alta intensidad cuando comparamos los primeros y últimos 30 minutos de los partidos. Aunque todavía no se conocen los mecanismos exactos, parece ser que las reducciones en el impulso neural central y aumentos en la fatiga periférica durante un partido disminuyen la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD por sus siglas en inglés) y producción de fuerza máxima en comparación con los niveles basales (Akenhead et al., 2013), afectando negativamente la capacidad de los jugadores para cambiar de ritmo.

Figura 1. Recuento de los escenarios de máxima exigencia (EME) en función de los variables de carga externa y los periodos de 15 minutos establecidos.



Existen algunas limitaciones a tener en consideración cuando interpretamos los hallazgos de este estudio. Primero, el tamaño de la muestra de estudio se limitó a un equipo semiprofesional durante un periodo de 5 semanas y sin tener en cuenta la carga acumulada durante los entrenamientos de la semana (Oliva-Lozano et al., 2021). Tampoco se tuvo en consideración la demarcación de los jugadores en el terreno de juego, sabiendo que las demandas físicas durante los escenarios de máxima exigencia son dependientes de la posición de juego (Martin- Garcia et al., 2018) ya que algunos estudios demuestran como los laterales realizan el doble de distancia a sprint que los centrales (Mallo et al., 2015, Stolen et al., 2005) o como los delanteros cubren distancias a alta velocidad similares a los laterales y mediocentros pero alcanzan una velocidad máxima mayor (Bangsbo et al., 2006) y su habilidad para esprintar decrece entre la primera y segunda parte (Bradley et al., 2011; Mallo et al., 2015).

Por último, no incluimos en el análisis los factores situacionales como la formación de juego propio y del rival, resultado (Calder & Gabbett et al., 2022) o factores ambientales la temperatura y la altitud (Trewin et al., 2017) que tienen un impacto en el rendimiento físico y en las acciones de los futbolistas. Futuras investigaciones podrían abordar estas limitaciones y ampliar el conocimiento sobre las demandas específicas de distintas posiciones de juego, así como la influencia de factores ambientales y tácticos en la respuesta física de los jugadores.

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que los primeros 15 minutos del partido es el escenario de máxima intensidad, es decir, mayores valores reportó en cada una de las variables estudiadas (Figura 1) con diferencias significativas entre la mayoría de los periodos. En una investigación de Oliva -Lozano et al. (2021) también encontraron que en los primeros periodos de los partidos es cuando ocurrían las situaciones más intensas, apoyando nuestros descubrimientos. Por otro lado, las comparaciones entre los periodos análogos de primera y segunda parte no son consistentes ya que en ciertas variables existen disminuciones significativas durante los periodos finales respecto el inicio del partido, pero en otras se mantienen igual o incluso aumentan hacia el final del partido Dichos hallazgos pueden ayudar a los miembros del staff técnico de los equipos de fútbol a mejorar el proceso de entrenamiento para desarrollar una condición en los jugadores que permita asumir las demandas físicas, técnicas y tácticas que exige la competición.

Bibliografía

- Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556-561.
- Arrones, L. S., Torreño, N., Requena, B., De Villarreal, E. S., Casamichana, D., Carlos, J., & Barbero-Álvarez, D. M. (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55, 1417-1422.
- Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1-6.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krustup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 665-674.
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 1095-1100.
- Bradley, P. S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., di Mascio, M., Paul, D., Diaz, A. G., Peart, D., & Krustup, P. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 821-830.
- Bradley, P. S., & Noakes, T. D. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: indicative of fatigue, pacing or situational influences? *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1627-1638.
- Calder, A., & Gabbett, T. (2022). Influence of tactical formation on average and peak demands of elite soccer match-play. *International Journal of Strength and Conditioning*, 2(1),
- Carling, C., & Dupont, G. (2011). Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 63-71.
- Delaney, J. A., Thornton, H. R., Rowell, A. E., Dascombe, B. J., Aughey, R. J., & Duthie, G. M. (2018). Modelling the decrement in running intensity within professional soccer players. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 86-92.

- Di Mascio, M., & Bradley, P. S. (2013). Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 909-915.
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489-1494.
- Edwards, A. M., & Noakes, T. D. (2009). Dehydration: cause of fatigue or sign of pacing in elite soccer? *Sports Medicine*, 39, 1-13.
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 553-558.14.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-631.
- García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Moreno del Castillo, R., & Latorre-Román, P. Á. (2015). Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of Sports Sciences*, 33(12), 1293-1297.
- Gualtieri, A., Rampinini, E., Dello Iacono, A., & Beato, M. (2023). High-speed running and sprinting in professional adult soccer: current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1116293.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Medicine*, 34, 165-180.
- Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H., Drust, B., & Wisløff, U. (2015). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 101-110.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165-1174.
- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical Demands of Top-Class Soccer Friendly Matches in Relation to a Playing Position Using Global Positioning System Technology. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 179-188.
- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the black box: applications and considerations for using GPS devices in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-18.
- Martín-García, A., Casamichana, D., Díaz, A. G., Cos, F., & Gabbett, T. J. (2018). Positional differences in the most demanding passages of play in football competition. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(4), 563.
- Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Hachana, Y., & Granacher, U. R. S. (2016). Effects of high-velocity resistance training on athletic performance in prepuberal male soccer athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3290-3297.

- Novak, A. R., Impellizzeri, F. M., Trivedi, A., Coutts, A. J., & McCall, A. (2021). Analysis of the worst-case scenarios in an elite football team: Towards a better understanding and application. *Journal of Sports Sciences*, 39(16), 1850-1859.
- Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Rojas-Valverde, D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2021). Effect of training day, match, and length of the microcycle on the worst-case scenarios in professional soccer players. *Research in Sports Medicine, Online Ahead of Print*, 1–14.
- Oliva-Lozano, J. M., Martínez-Fuentes, I., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2021). Differences in worst-case scenarios calculated by fixed length and rolling average methods in professional soccer match-play. *Biology of Sport*, 38(3), 325-331.
- Oliva-Lozano, J. M., Martínez-Puertas, H., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2023). When do soccer players experience the most demanding passages of match play? A longitudinal study in a professional team. *Research in Sports Medicine*, 31(2), 101-111.
- Oliva-Lozano, J. M., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2020). Worst case scenario match analysis and contextual variables in professional soccer players: a longitudinal study. *Biology of Sport*, 37(4), 429-436.
- Paul, D. J., Bradley, P. S., & Nassis, G. P. (2015). Factors affecting match running performance of elite soccer players: shedding some light on the complexity. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 516-519.
- Rampinini, E., Bosio, A., Ferraresi, I., Petruolo, A., Morelli, A., & Sassi, A. (2011). Match-related fatigue in soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(11), 2161-2170.
- Rico-González, M., Oliveira, R., Vieira, L. H. P., Pino-Ortega, J., & Clemente, F. (2022). Players' performance during worst-case scenarios in professional soccer matches: a systematic review. *Biology of Sport*, 39(3), 695-713.
- Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., Cook, C. J., Love, T. D., Bracken, R. M., & Kilduff, L. P. (2016). Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match-play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2839-2844.
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831-1843.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536.