

OPEN  ACCESS

Análisis de los períodos de intensidad submáxima durante el microciclo competitivo en futbolistas profesionales

Edu Caro^{1*}, Manuel Lapuente-Sagarra², Toni Caparrós^{1,3}, David Pajón¹ y Miguel Ángel Campos-Vázquez⁴

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

² FC Barcelona, Barcelona (España).

³ Instituto de Investigación del Deporte, Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), Bellaterra (España).

⁴ Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España).

Citación

Caro, E., Lapuente-Sagarra, M., Caparrós, T., Pajón, D. & Campos-Vázquez, M. A. (2024). Analysis of the submaximal intensity periods during the competitive microcycle in professional football players. *Apunts Educación Física y Deportes*, 158, 52-62. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2024/4\).158.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2024/4).158.06)

Resumen

El estudio tenía por objetivos (a) determinar la exigencia condicional de carga externa en función de los períodos de intensidad submáxima (PISubM) durante el microciclo competitivo, (b) comparar el número y la duración de los eventos PISubM exigidos en las diferentes sesiones realizadas en el microciclo competitivo y, además, (c) comparar esta exigencia en función del PISubM en función de la posición específica ocupada por los futbolistas durante el microciclo competitivo. Se analizó un total de 77 sesiones de entrenamiento durante 15 microciclos competitivos y 15 partidos oficiales de liga durante la temporada 2019-20 (Liga Premier de Azerbaiyán) en las cuales se obtuvo un total de 1,037 registros individuales de 22 jugadores. Los datos se recogieron mediante dispositivos GPS. Para determinar el porcentaje del número de eventos PISubM diarios respecto a los encontrados en la competición, estos eventos también se relativizaron en función del perfil individual mostrado por jugador en competición. Los principales resultados del estudio fueron la existencia de diferencias significativas ($p \leq .05$) en cada una de las variables entre los días de entrenamiento/competición y las posiciones en función del PISubM. Algunos indicadores, como la distancia a velocidad superior a 19.8 km/h (CAV), la distancia a velocidad superior a 25.2 km/h (Esprint), la densidad de aceleración (DensAc) y la distancia a alta intensidad metabólica superior a 25.5 W/kg (DCMA), acumularon valores de más del 50 % del número de eventos de PISubM en ciertos días del microciclo. Sin embargo, otros indicadores mostraron intervalos mucho más bajos (menos del 15 %) respecto a la competición en cuanto al número de pruebas y el tiempo por encima del umbral establecido en las variables “metros por minuto” (Mmin) y “potencia metabólica media” (PotMet). Estos nuevos resultados sugieren la conveniencia de plantear nuevas alternativas para el control de la carga en los deportes de equipo.

Palabras clave: carga de entrenamiento, deportes de equipo, exigencia física, fútbol, GPS.

Portada:
Rafa Nadal y Carlos Alcaraz de España en acción contra Tallon Griekspoor y Wesley Koolhof de Países Bajos durante el segundo partido de dobles de los Juegos Olímpicos de París el 30 de julio de 2024. (Fotografía de EFE/EPA/Ritchie B. Tong)

Introducción

Las herramientas para controlar la carga interna y externa de los deportistas forman parte de la evaluación en la metodología de entrenamiento contemporánea (Jaspers et al., 2017). En los deportes de equipo al aire libre, el sistema de posicionamiento global (GPS) proporciona datos valiosos a entrenadores e investigadores que permiten obtener una información más precisa de las sesiones de entrenamiento y competición (Oliva-Lozano et al., 2022).

Durante las últimas temporadas, se ha producido un aumento de la exigencia física en los partidos de fútbol (Barnes et al., 2014). Es necesario tener en cuenta este aspecto en los programas de entrenamiento diarios y semanales para alcanzar un alto nivel de rendimiento individual y colectivo (García et al., 2022; Jaspers et al., 2017; Reilly, 2005). En ese contexto, es fundamental gestionar la carga óptima de entrenamiento en cuanto a frecuencia, intensidad y volumen (Akenhead et al., 2016; Gabbett et al., 2016) atendiendo a la exigencia de cada competición (Illa et al., 2020b).

El presente estudio proporciona información relevante sobre la exigencia condicional mediante una serie de variables en los deportes de equipo durante el microciclo competitivo, de forma similar a estudios anteriores (Díaz-Seradilla et al., 2022; García et al., 2022; Martín-García et al., 2018). En estudios recientes, se han descrito microciclos en función de diferentes variables (con valores absolutos o relativos a la exigencia de la competición) (Akenhead et al., 2016; Díaz-Seradilla et al., 2022; Martín-García et al., 2018), así como mediante el estudio del efecto de la duración del microciclo sobre la carga de entrenamiento acumulada (Clemente et al., 2019; Oliva-Lozano et al., 2022) o la comparación de diferentes estructuras de microciclos de entrenamiento y partidos (por ejemplo, cuatro sesiones de entrenamiento y un partido de competición oficial) (Díaz-Seradilla et al., 2022), y el modo en que la distribución de la carga puede afectar al resultado del partido (Chena et al., 2021).

Ha aumentado el trabajo de investigación sobre los períodos de intensidad máxima (PIM) en el fútbol, con estudios en el contexto de la competición (Oliva-Lozano et al., 2020) y en el del entrenamiento (Díos-Álvarez et al., 2024) que han hallado una relación entre la duración del periodo analizado y la intensidad mostrada por los jugadores (Rico-González et al., 2022). Sin embargo, teniendo en cuenta el perfil de intermitencia que presentan los deportes de equipo (Johnston et al., 2014), es posible que el análisis en función de valores absolutos o PIM no plasme íntegramente la actividad de un jugador (Carling et al., 2019; Gabbett et al., 2016), sobre todo durante los períodos de intensidad submáxima. El uso exclusivo de la información proporcionada por los PIM con el fin de prescribir el entrenamiento (Novak et al., 2021) ha planteado

la necesidad de diseñar nuevos métodos para medir la carga de los deportistas durante el entrenamiento y la competición. Concretamente, el PIM informa de un único evento que no evalúa la exigencia a la que se ven sometidos los jugadores en períodos de intensidad submáxima. En este sentido, las altas exigencias (submáximas) que se presentan repetidamente (Carling et al., 2019) cuestionan el uso exclusivo de la información proporcionada por los PIM con el fin de prescribir el entrenamiento (Novak et al., 2021).

Por todo ello, parece oportuno investigar nuevas alternativas para cuantificar la carga de los deportistas durante el entrenamiento y la competición (Caro et al., 2022). Se han realizado estudios similares en otros deportes, como el fútbol sala (Illa et al., 2020a; Johnston et al., 2020) y en sesiones de entrenamiento (Illa et al., 2020b), en los que se mostraron variaciones considerables para cada indicador durante los partidos. Las acciones de distancia total y aceleración son las más exigentes a intensidades submáximas (80-90 % y > 90 % del PIM) de entre las variables analizadas (Illa et al., 2020b). En cuanto a la distribución de la intensidad con respecto al PIM durante los partidos de competición en el rugby y el fútbol australianos, Johnston et al. (2020) llegaron a la conclusión de que la distribución de la actividad disminuía a medida que iba acercándose a los valores máximos.

En relación con el análisis del microciclo competitivo, Illa et al. (2020a) hallaron diferencias entre los días de entrenamiento y los de competición, concretamente en el indicador de carga del jugador, la distancia, las desaceleraciones de alta intensidad y las aceleraciones (Illa et al., 2020b).

En el fútbol, la competición se ha estudiado desde este enfoque (Caro et al., 2022), con el cual se han mostrado diferencias principalmente en el rendimiento individual, sobre todo en las variables de distancia recorrida a una velocidad superior a 19.8 km/h (CAV), densidad de aceleración (DensAc), potencia metabólica media (PotMet), metros por minuto (Mmin) y en la distancia recorrida a una alta intensidad metabólica superior a 25.5 W/kg (DCMA). También hay diferencias entre mitades en las variables DensAc, PotMet y Mmin y entre posiciones en PotMet y Mmin, en el número de eventos de intensidad submáxima (PISubM) y en el tiempo por encima del umbral submáximo (Caro et al., 2022).

El estudio tenía por objetivos (a) determinar la exigencia condicional de carga externa en función de los períodos PISubM durante el microciclo competitivo, (b) comparar el número y la duración de los eventos PISubM exigidos en las diferentes sesiones realizadas en el microciclo competitivo y, además, (c) comparar esta exigencia en función del PISubM según la posición específica ocupada por los futbolistas durante el microciclo competitivo.

Metodología

Participantes

Participaron en este estudio catorce futbolistas profesionales masculinos del mismo equipo de la Premier League de Azerbaiyán (73.74 ± 5.92 kg, 1.79 ± 0.05 metros, 23.86 ± 3.58 años). Para poder participar en los análisis, los jugadores debían haber completado al menos tres partidos y todas las sesiones del microciclo analizado. Así, se excluyó a los jugadores en proceso de recuperación, a los que realizaban un trabajo específico postentrenamiento (compensatorio) o a los que se enfrentaban a circunstancias inusuales (por ejemplo, suspensión del siguiente partido de competición). Se registraron los datos diarios después de cada sesión o partido. Todos los participantes formaron parte de otro estudio retrospectivo publicado (Caro et al., 2022).

Se informó a todos los participantes de los riesgos y beneficios del estudio y estos dieron su consentimiento según la Declaración de Helsinki (Fortaleza, 2013), aprobada por el Comité de ética de investigaciones clínicas de la Administración deportiva de Cataluña, número 035/CEICGC/2021.

Enfoque experimental

Analizamos 77 sesiones de entrenamiento a lo largo de 15 microciclos competitivos y 15 partidos oficiales de liga durante la temporada 2019-20, con un total de 1,037 registros individuales. Los datos se recogieron mediante dispositivos GPS.

Durante los partidos, el equipo empleaba sistemáticamente una formación 1-5-3-2, en la que las posiciones eran: tres centrales (C), dos laterales (L), dos mediocentros (MC), un mediapunta (MP) y dos delanteros (D).

Estructura del microciclo

Se ajustó el microciclo para que encajase con el calendario competitivo. El día después de un partido era un día de recuperación (DP[Día de Partido]+1R) o de compensación (DP+1C), seguido de un día de descanso. Los días de carga de trabajo (DP-4 y DP-3) tenían lugar cuatro y tres días antes

del partido, y los días de reducción de carga (DP-2 y DP-1), dos días antes del partido. Para mantener la coherencia, solo se tuvieron en cuenta los microciclos que seguían esta estructura, validada en estudios anteriores (Martín-García et al., 2018; Oliva-Lozano et al., 2022). En las sesiones de entrenamiento, se emplearon principalmente ejercicios basados en el juego, en los que se modificaron las dimensiones del espacio de juego, el número de jugadores participantes, la duración de la serie y otras reglas para lograr los objetivos deseados.

Durante el DP+1R, se priorizó la recuperación de los jugadores que jugaron más de 60 minutos en el partido, con trabajo aeróbico de baja intensidad, carreras progresivas hasta el 70 % de la velocidad individual subjetiva, ejercicios de movilidad y masaje miofascial con rodillos de espuma. Los que jugaron menos de 60 minutos hicieron un trabajo compensatorio para alcanzar la carga condicional de la competición, al que se incorporó trabajo de fuerza en gimnasio, juegos de posición reducidos (menos de 50 m^2 por jugador) (Martín-García et al., 2020) y esprints a máxima intensidad, tal y como sugirieron estudios anteriores (Martín-García et al., 2018).

El DP-4 incluía trabajo específico de fuerza en el campo (ejercicios con correspondencia dinámica con el fútbol, cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones, etc.), juegos posicionales reducidos (menos de 50 m^2 por jugador) y juegos en espacios reducidos (JER) (menos de 50 m^2 por jugador), con el objetivo de estimular neuromuscularmente a los jugadores mediante aceleraciones, frenadas y cambios de dirección (Martin-Garcia et al., 2018, 2020). El DP-3 se centraba en el trabajo táctico mediante tareas que implicaban a un gran número de jugadores en un espacio amplio (más de 150 m^2 por jugador), con el objetivo de recrear el contexto de competición y facilitar acciones a velocidad alta y muy alta (Martín-García et al., 2018).

El DP-2 se centraba en aspectos tácticos colectivos utilizando tareas en espacios reducidos y situaciones de táctica analítica (11 x 0). En el DP-1, se incidía en el rendimiento táctico individual mediante rondos, táctica analítica, trabajo táctico posicional y jugadas a balón parado. El volumen y la intensidad variaron a lo largo del microciclo competitivo, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1
Datos medios de las sesiones de entrenamiento y los partidos.

Tipo de día	n	Distancia	CAV	VCAV	Ac	Dc	m/min
DP+1R	48	$1,910.43 \pm 248.46$	48.89 ± 60.31	4.56 ± 11.73	1.67 ± 2.054	1.25 ± 1.97	73.04 ± 14.03
DP+1C	37	$5,695.19 \pm 1,527.96$	276.64 ± 235.26	69.98 ± 96.44	49.47 ± 14.84	43.61 ± 17.10	78.19 ± 15.03
DP-4	188	$5,089.92 \pm 830.17$	224.69 ± 221.26	22.64 ± 36.42	45.53 ± 15.15	31.67 ± 14.22	68.92 ± 14.62
DP-3	223	$5,832.92 \pm 922.15$	231.46 ± 108.59	48.96 ± 41.89	55.4 ± 16.69	45.60 ± 15.89	70.95 ± 9.92
DP-2	211	$4,202.95 \pm 853.25$	134.37 ± 123.49	20.13 ± 34.09	42.03 ± 13.19	31.47 ± 12.46	62.96 ± 11.15
DP-1	222	$2,802.71 \pm 594.03$	65.00 ± 67.62	7.26 ± 15.18	32.53 ± 11.77	23.62 ± 10.60	55.11 ± 8.59
DP	108	$10,482.95 \pm 958.25$	671.30 ± 270.42	124.55 ± 89.91	65.33 ± 15.58	78.32 ± 19.01	110.12 ± 9.19

n: registros individuales, Distancia: distancia en metros, CAV: distancia recorrida a más de 19.8 km/h , VCAV: distancia recorrida a más de 25.3 km/h , Ac: número de aceleraciones superiores a 3 m/s^2 , Dc: número de deceleraciones inferiores a -3 m/s^2 , m/min: metros por minuto

Instrumentos

La carga externa se supervisó durante los entrenamientos y los partidos mediante dispositivos GPS (STATSPORTS® APEX ProSeries, Irlanda del Norte). Estos dispositivos tenían una frecuencia de muestreo configurable de entre 10 Hz y 18 Hz. Incluían un acelerómetro de 600 Hz, un giroscopio de 400 Hz y un magnetómetro de 10 Hz, con un peso de 45 g y unas dimensiones de 33 x 80 x 15 mm. En cuanto a la validez y fiabilidad del dispositivo, se registró un margen de error del 1-2 % en la distancia durante diferentes pruebas de validación (circuito de 400 m y 128.5 m) y la prueba de velocidad máxima en 20 m (Beato et al., 2018). Los jugadores llevaban un chaleco especial diseñado para colocar el dispositivo en la parte superior de la espalda, entre los omóplatos (Beato et al., 2018; Giménez et al., 2020). Con el fin de garantizar la fiabilidad entre dispositivos, los jugadores llevaron el mismo GPS en todas las sesiones de registro (Jennings et al., 2010) y los datos fueron gestionados por la misma persona experimentada.

Procedimientos

Durante cada sesión de entrenamiento y partido, se analizaron las siguientes variables: distancia recorrida a velocidades superiores a 19.8 km/h (CAV [Carrera a Alta Velocidad]), superiores a 25.2 km/h (Esprint), densidad de aceleración (DensAc), potencia metabólica (PotMet) media, metros por minuto (Mmin) y distancia recorrida a intensidad metabólica alta (DCMA [Distancia con Carga Metabólica Alta]), superior a 25.5 W/kg, en línea con estudios anteriores (Caro et al., 2022).

Obtención y tratamiento de datos

Se encendieron los dispositivos 15 minutos antes de las sesiones y los partidos. Se verificó el correcto funcionamiento de los dispositivos mediante la aplicación en directo que estos ofrecen (STATSPORTS® Apex Live). Los datos brutos se exportaron con el programa informático de la marca (STATSPORTS® 3.0.03112) y se trataron en Excel (MICROSOFT®, Redmond, WA, EE. UU.), filtrando los registros a 10 Hz mediante un filtro Butterworth de doble paso y cuarto orden para minimizar las anomalías. Para cada variable, se calculó la media de los tres PIM más altos en competición con el fin de obtener un valor relativo al 100 % individual (Caro et al., 2022; Illa et al., 2020a).

Los datos se trataron mediante un script en lenguaje R con el programa informático R Studio (RSTUDIO®, Boston, Massachusetts, EE. UU.), aplicando un umbral del 85 % de la media individual máxima para cada variable (Caro et al., 2022). El número y la duración de los eventos PISubM se

extrajeron para cada día de entrenamiento individualmente. La información se almacenó en una base de datos para su análisis estadístico. Para determinar el porcentaje de eventos PISubM diarios respecto a la competición, estos eventos también se relativizaron en función del perfil individual mostrado por el jugador en competición.

Análisis estadístico

Los datos se presentaron como media ± desviación típica. Previamente al análisis estadístico, la prueba de Shapiro-Wilk confirmó que los datos no seguían una distribución normal. Ante este resultado, se empleó un modelo lineal mixto (MLM) para cada variable, teniendo en cuenta los tipos de jornada y las posiciones de los jugadores. En los casos en que se hallaron diferencias significativas ($p < .05$), se realizaron pruebas *post hoc* utilizando medias marginales estimadas (MME) para determinar dónde residían dichas diferencias. La fiabilidad intrasesión se determinó mediante la prueba Lambda 6 de Guttman con intervalos de confianza del 95 % (Oosterwijk et al., 2016). Para interpretar la magnitud de las diferencias halladas en el análisis del modelo lineal mixto, se calculó un tamaño del efecto (TE) estandarizado como la proporción del efecto estimado dividido entre su error estándar. Esto viene a indicar la importancia práctica de los efectos observados. Se evaluaron los tamaños del efecto en el contexto del estudio, destacando los contrastes que mostraban las diferencias más relevantes. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con el programa informático R versión 4.0.2 R Studio (RSTUDIO®, Boston, Massachusetts, EE. UU.) con los paquetes “lme4”, “lmerTest” y “emmeans” para ajustar modelos mixtos y realizar comparaciones *post hoc*.

Resultados

Se analizaron 1,037 registros individuales (Tabla 2), distribuidos en DP+1R (48), DP+1C (37), DP-4 (188), DP-3 (223), DP-2 (211), DP-1 (222) y DP (108). Para ello, se determinó su fiabilidad calculando la lambda de Guttman (G6) y los valores interválicos del coeficiente de variación (CV) para los distintos días: DP+1C (G6 95 % [IC] = 0.94-0.99; CV 95 % IC = 0.89-3.33), DP-4 (G6 95 % [IC] = 0.96-0.98; CV 95 % IC = 0.86-5.01), DP-3 (G6 95 % [IC] = 0.91-0.95; CV 95 % IC = 0.74-4.65), DP-2 (G6 95 % [IC] = 0.87-0.98; CV 95 % IC = 0.97-10.01), DP-1 (G6 95 % [IC] = 0.83-0.96; CV 95 % IC = 1.14-9.13), DP (G6 95 % [IC] = 0.99-0.99; CV 95 % IC = 0.59-2.02). Las medias más bajas se encuentran en DP+1R en todas las variables excepto en CAV, mientras que la media CAV más baja se encuentra en el día DP-1 (Tabla 2).

Tabla 2
Media y desviación típica de cada tipo de día por posición.

Posición	n	DensAc	Duración de DensAc	PotMet	Duración de PotMet	Mmin	Duración de Mmin	CAV	Duración de CAV	Esprint	Duración de Esprint	DCMA	Duración de DCMA	
C	15	DP+1R	0.33 ± 0.62**	0.4 ± 0.77**	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.2 ± 0.41	0.22 ± 0.45	0 ± 0	0 ± 0	0.13 ± 0.35	0.14 ± 0.37	
L	12		0.25 ± 0.45*	0.36 ± 0.65**	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
MC	6		0.6 ± 1.34	1.08 ± 2.41	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.2 ± 0.45	0.21 ± 0.47	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
MP	7		0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.17 ± 0.41	0.17 ± 0.42	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
D	8		0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.13 ± 0.35	0.13 ± 0.37	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
C	12	DP+1C	0.33 ± 0.82**	0.37 ± 0.91**	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.33 ± 0.52	0.355 ± 0.55	0.17 ± 0.41	0.18 ± 0.45	0 ± 0	0 ± 0	
L	9		0.92 ± 1.78	1.42 ± 2.96	0.08 ± 0.29	0.09 ± 0.31	0.08 ± 0.29	0.09 ± 0.32	0.42 ± 0.51	0.72 ± 1.25	0.17 ± 0.39	0.42 ± 1.18	0.33 ± 0.49	0.43 ± 0.68
MC	6		1.89 ± 2.52	2.96 ± 4.02	0.22 ± 0.44	0.28 ± 0.56*	0.11 ± 0.33	0.16 ± 0.49	0.33 ± 0.71	0.5 ± 1	0.33 ± 0.5	0.64 ± 1.18	0.22 ± 0.44	0.38 ± 0.76
MP	4		2.5 ± 5	4.45 ± 8.9	0.5 ± 0.58	0.56 ± 0.66	0.25 ± 0.5	0.41 ± 0.81	0.5 ± 0.58	0.78 ± 1	0.25 ± 0.5	1.3 ± 2.61	0.25 ± 0.5	0.5 ± 1
D	6		0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.25 ± 0.5	0.26 ± 0.52	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C	58	DP-4	2.33 ± 1.83**	3.71 ± 3.33*	0.22 ± 0.62**	0.41 ± 1.33**	0.41 ± 0.8**	1.39 ± 2.83**	0.29 ± 0.62	0.76 ± 1.74	0.21 ± 0.45	0.66 ± 1.52	0.29 ± 0.77	0.85 ± 2.36
L	43		1.93 ± 1.78*	2.86 ± 2.92	0.02 ± 0.15*	0.03 ± 0.17*	0.09 ± 0.37**	0.17 ± 0.74**	0.12 ± 0.5	0.27 ± 1.26	0.09 ± 0.29	0.21 ± 0.7	0.07 ± 0.34	0.20 ± 1.11
MC	21		3.1 ± 2.88	4.73 ± 4.58	0.24 ± 0.77**	0.32 ± 1.03**	0.29 ± 0.78**	0.59 ± 1.55**	0.29 ± 0.78	0.93 ± 3.14	0.19 ± 0.40	0.55 ± 1.24	0.33 ± 0.91	0.94 ± 3.17
MP	26		4.62 ± 2.38	8.76 ± 5.47	0 ± 0**	0 ± 0	0.08 ± 0.27**	0.1 ± 0.35**	0.19 ± 0.63	0.41 ± 1.53	0.15 ± 0.37	0.4 ± 0.98	0.15 ± 0.61	0.66 ± 2.46
D	40		1.68 ± 1.58	2.33 ± 2.39	0 ± 0**	0 ± 0	0.08 ± 0.35**	0.18 ± 0.87**	0.2 ± 0.61	0.47 ± 1.44	0.08 ± 0.27	0.11 ± 0.39	0.15 ± 0.58	0.51 ± 1.94
C	65	DP-3	4.22 ± 2.8	7.2 ± 5.45	0.18 ± 0.43**	0.22 ± 0.52**	0.34 ± 0.62**	0.4 ± 0.75**	0.18 ± 0.39	0.27 ± 0.64	0.31 ± 0.53	0.93 ± 1.69	0.09 ± 0.29	0.10 ± 0.32*
L	51		3.29 ± 2.4	5.43 ± 4.81	0.06 ± 0.24**	0.07 ± 0.29**	0.04 ± 0.2**	0.0 ± 0.27**	0.04 ± 0.2	0.08 ± 0.42*	0.24 ± 0.47	0.4 ± 0.9	0.02 ± 0.14	0.02 ± 0.15*
MC	25		4.04 ± 3.8	7.59 ± 7.15**	0.24 ± 0.52**	0.29 ± 0.62**	0.28 ± 0.54**	0.34 ± 0.66**	0.28 ± 0.46	0.38 ± 0.71	0.44 ± 0.51	1.32 ± 1.68	0.08 ± 0.28	0.09 ± 0.30
MP	32		6.66 ± 3.4	11.93 ± 7.33*	0.03 ± 0.18*	0.03 ± 0.18*	0.13 ± 0.49**	0.15 ± 0.58**	0.13 ± 0.34	0.19 ± 0.54	0.41 ± 0.61	0.77 ± 1.19	0 ± 0	0 ± 0
D	50		2.6 ± 2.08	3.65 ± 3.3	0.08 ± 0.27**	0.09 ± 0.33**	0.15 ± 0.5**	0.19 ± 0.64**	0.08 ± 0.27	0.09 ± 0.3	0.08 ± 0.27	0.1 ± 0.37	0.02 ± 0.14	0.02 ± 0.15*

n: registros individuales, misma posición, diferencias significativas con DP en la prueba post hoc. *: p < .05, **: p < .001

Tabla 2 (Continuación)

Media y desviación típica de cada tipo de día por posición.

Posición	n	DensAc	Duración de DensAc	PotMet	Duración de PotMet	Mmin	Duración de Mmin	CAV	Duración de CAV	Esprint	Duración de Esprint	DCMA	Duración de DCMA	
C	61	1.59 ± 1.37**	2.59 ± 2.36**	0.18 ± 0.62**	0.24 ± 0.8**	0.16 ± 0.58**	0.3 ± 0.98**	0.02 ± 0.13	0.08 ± 0.63	0.02 ± 0.13	0.05 ± 0.42	0.02 ± 0.13	0.08 ± 0.63*	
L	50	1.14 ± 1.05**	1.58 ± 1.56**	0.02 ± 0.14*	0.04 ± 0.26**	0.02 ± 0.14**	0.04 ± 0.25**	0 ± 0	0 ± 0	0.02 ± 0.14	0.04 ± 0.27*	0.02 ± 0.14	0.03 ± 0.19*	
MC	22	DP-2	1.86 ± 1.42	2.66 ± 2	0.05 ± 0.21**	0.06 ± 0.3**	0.09 ± 0.29**	0.11 ± 0.37**	0.05 ± 0.21	0.05 ± 0.22	0.05 ± 0.21	0.09 ± 0.42	0 ± 0	0 ± 0
MP	30		2.7 ± 1.7	3.91 ± 2.92	0.03 ± 0.18*	0.04 ± 0.2*	0.13 ± 0.35**	0.18 ± 0.47**	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
D	48	0.88 ± 1**	1.27 ± 1.59**	0 ± 0**	0 ± 0	0.02 ± 0.14**	0.02 ± 0.16**	0.04 ± 0.2	0.08 ± 0.39	0.04 ± 0.2	0.08 ± 0.39	0.02 ± 0.14	0.04 ± 0.28*	
C	62	0.71 ± 0.99**	1.11 ± 1.58**	0.04 ± 2	0.05 ± 0.25	0.06 ± 0.24**	0.08 ± 0.34**	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
L	54	1.23 ± 1.24**	1.89 ± 2**	0 ± 0*	0 ± 0*	0.06 ± 0.30**	0.07 ± 0.37**	0.02 ± 0.13	0.02 ± 0.17*	0.05 ± 0.21	0.12 ± 0.53	0.02 ± 0.13	0.02 ± 0.17*	
MC	24	DP-1	0.8 ± 1.05*	1.32 ± 2.07*	0.02 ± 0.14**	0.03 ± 0.21**	0.06 ± 0.41**	0.08 ± 0.59**	0.04 ± 0.19	0.06 ± 0.3	0 ± 0	0 ± 0	0.02 ± 0.14	0.03 ± 0.19
MP	31		0.96 ± 1.04**	1.23 ± 1.37**	0.04 ± 0.2*	0.04 ± 0.21*	0.04 ± 0.20**	0.05 ± 0.25**	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
D	51	1.97 ± 1.58**	2.99 ± 2.42**	0.03 ± 0.18**	0.04 ± 0.2**	0.06 ± 0.36**	0.09 ± 0.51**	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
C	37	4.65±3	5.41 ± 5.158	2.62 ± 2.0	3.42 ± 2.73	3.11 ± 2.71	4.11 ± 3.65	0.24 ± 0.49	0.41 ± 0.86	0.22±0.42	0.42 ± 0.81	0.43 ± 0.8	0.59 ± 1.09	
L	21	3.86±2.2	4.508±3.387	1.62 ± 1.91	2.05 ± 2.35	1.90 ± 1.95	2.61 ± 3.03	0.48 ± 0.60	0.77 ± 0.97	0.43±0.81	0.82 ± 1.56	0.67 ± 0.97	0.95 ± 1.40	
MC	17	DP	3.18±1.24	3.649±2.029	4.94 ± 3.03	6.49 ± 3.95	4.76 ± 2.77	6.14 ± 3.5	0.29 ± 0.47	0.43 ± 0.71	0.18±0.53	0.35 ± 1.04	0.41 ± 0.62	0.51 ± 0.77
MP	10		5.1 ± 2.96	6.877±4.638	2.2 ± 1.14	3.11 ± 1.43	3.4 ± 1.78	4.95 ± 2.17	0.3 ± 0.48	0.41 ± 0.69	0.1 ± 0.32	0.2 ± 0.62	0.5 ± 0.71	0.67 ± 0.95
D	23	3.13±1.14	3.363±1.886	3.74 ± 2.36	4.54 ± 2.87	4.74 ± 2.85	6.11 ± 3.78	0.35 ± 0.88	0.54 ± 1.34	0.35±0.49	0.64 ± 0.91	0.48 ± 0.67	0.65 ± 0.92	

n: registros individuales, misma posición, diferencias significativas con DP en la prueba post hoc. *: p < .05, **: p < .001

El número de eventos PISubM y su duración fue mayor en DP para PotMet [número de eventos en comparación con DP+1C ($p < .001$; TE = 4.182), DP-4 ($p < .001$; TE = 4.541), DP-3 ($p < .001$; TE = 4.22), DP-2 ($p < .001$; TE = 4.739), DP-1 ($p < .001$; TE = 6.143) y entre DP-1 y DP-3 ($p < .001$; TE = -1.922) también en su duración respecto a DP con DP+1C ($p < .001$; TE = 3.694), DP-4 ($p < .001$; TE = 3.605), DP-3 ($p < .001$; TE = 3.71), DP-2 ($p < .001$; TE = 3.961), DP-1 ($p < .001$; TE = 5.344) y entre DP-1 y DP-2 ($p < .05$; TE = -1.383), DP-3 ($p < .05$; TE = -1.634) y DP-4 ($p < .05$; TE = -1.739)]. Mmin [número de eventos que comparan DP con DP+1C ($p < .001$; TE = 4.379), DP-4 ($p < .001$; TE = 3.158), DP-3 ($p < .001$; TE = 3.319), DP-2 ($p < .001$; TE = 4.013), DP-1 ($p < .001$; TE = 4.355), y entre DP-1 y DP-3 ($p < .05$; TE = -1.036), DP-4 ($p < .05$; TE = -1.196) y entre DP-2 y DP-4 ($p < .05$; TE = -0.854) también en su duración comparando DP con DP+1C ($p < .001$; TE = 4.182), DP-4 ($p < .001$; TE = 4.541), DP-3 ($p < .001$; TE = 4.22), DP-2 ($p < .001$; TE = 4.739), DP-1 ($p < .001$; TE = 6.143) y comparando DP-1 y DP-3 ($p < .05$; TE = -1.922)] para la variable DCMA [(número de eventos comparando DP con DP+1R ($p < .05$; TE = 3.902), DP-4 ($p < .001$; TE = 1.412), DP-3 ($p < .001$; TE = 3.421), DP-2 ($p < .001$; TE = 5.573), DP-1 ($p < .001$; TE = 5.675) comparando también DP-1 con DP-4 ($p < .001$; TE = -4.262) y DP+1C ($p < .001$; TE = -4.299), DP-2 comparado con DP-4 ($p < .001$; TE = -4.16) y DP+1C ($p < .001$; TE = -4.197) y la comparación de DP-3 con DP-4 ($p < .001$; TE = -2.009) y DP+1C ($p < .001$; TE = -2.046) también en su duración, DP a DP+1R ($p < .001$; TE = 2.947), DP-3 ($p < .001$; TE = 2.565), DP-2 ($p < .001$; TE = 3.096), DP-1 ($p < .001$; TE = 3.975) también se encontraron diferencias al comparar DP-1 con DP+1C ($p < .001$; TE = -3.18) y DP-4 ($p < .001$; TE = -3.848), DP-2 comparado con DP+1C ($p < .001$; TE = -2.3) y DP-4 ($p < .001$; TE = -2.968), DP-3 frente a DP+1C ($p < .001$; TE = -1.769) y DP-4 ($p < .001$; TE = -2.437) y DP-4 en comparación con DP+1R ($p < .05$; TE = 2.819)] (Figura 1).

Se hallaron diferencias entre DP y con respecto a prácticamente todos los días de entrenamiento en el número de eventos para DensAc, en comparación con [DP+1C ($p < .001$; TE = 0.79), DP+1R ($p < .001$; TE = 1.904), DP-4 ($p < .001$; TE = 0.332), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.736) y DP-1 ($p < .001$; TE = 0.969). En duración de estos eventos de DP respecto a DP+1C ($p < .05$; TE = 0.418), DP+1R ($p < .001$; TE = 1.325), DP-3 ($p < .001$; TE = -0.192), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.406) y DP-1 ($p < .001$; TE = 0.558)]. No se encontraron diferencias en AccDens respecto al número de eventos de DP con respecto a DP-3 ni en la duración de los eventos de DP con respecto a DP-4. También hubo diferencias en esta misma variable en el número de eventos entre DP-3 y el resto de días de entrenamiento [DP+1C ($p < .001$; TE = 0.786), DP+1R ($p < .001$; TE = 1.9), DP-4

($p < .001$; TE = 0.327), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.732), DP-1 ($p < .001$; TE = 0.965) y entre DP-4 y DP-1 ($p < .001$; TE = 0.637), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.404), DP+1R ($p < .001$; TE = 1.572) y DP+1C ($p < .001$; TE = 0.458)], también entre DP-1 [a DP-2 ($p < .001$; TE = -0.233) y DP+1R ($p < .001$; TE = 0.934), DP-2 a DP+1R ($p < .001$; TE = 0.116) y DP+1C a DP+1 R ($p < .001$; TE = 1.113)]. Por último, se hallaron diferencias entre la duración de los eventos de DensAc entre DP-3 y el resto de los días [DP+1C ($p < .001$; TE = 0.611), DP+1R ($p < .001$; TE = 1.518), DP-4 ($p < .001$; TE = 0.263), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.598) y DP-1 ($p < .001$; TE = 0.751), también entre DP-4 y DP+1C ($p < .001$; TE = 0.348), DP+1R ($p < .001$; TE = 1.254), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.335) y DP-1 ($p < .001$; TE = 0.487), comparando DP-1 con DP-2 ($p < .001$; TE = -0.152) y DP+1R ($p < .001$; TE = 0.767), DP-2 con DP+1R ($p < .001$; TE = 0.919) y DP+1C con DP+1R ($p < .001$; TE = 0.906)] (Figura 1).

En cuanto al número de eventos y a su duración en la variable CAV, se encontraron diferencias significativas en la comparación de los DP con respecto a DP-3 ($p < .001$; TE = 1.271), DP-2 ($p < .001$; TE = 3.887) y DP-1 ($p < .001$; TE = 4.303) en número de eventos y a DP-3 ($p < .001$; TE = 0.992), DP-2 ($p < .001$; TE = 2.415), DP-1 ($p < .001$; TE = 3.15) y DP+1R ($p < .05$; TE = 1.441) en su duración (Figura 1). También entre DP-1 respecto a DP-4 ($p < .001$; TE = -3.772), DP-3 ($p < .05$; TE = -3.032), DP+1C ($p < .001$; TE = -4.513) y DP+1R ($p < .001$; TE = -2.822), entre DP-2 en comparación con DP-3 ($p < .05$; TE = -2.616), DP-4 ($p < .001$; TE = -3.356) y DP+1C ($p < .001$; TE = -4.097) y comparando DP-3 con DP+1C ($p < .05$; TE = -1.480) en número de eventos. En cuanto a la duración de los eventos, se hallaron diferencias significativas al comparar la DM-1 con respecto a la DM-4 ($p < .001$; TE = -3.291), DP-3 ($p < .05$; TE = -2.158) y DP+1C ($p < .001$; TE = -3.358), entre DP-2 en comparación con DP-3 ($p < .05$; TE = -1.423), DP-4 ($p < .001$; TE = -2.556) y DP+1C ($p < .001$; TE = -2.624), entre DP-3 con DP-4 ($p < .001$; TE = -1.133) y DP+1C ($p < .001$; TE = -1.2). También se encontraron diferencias significativas al comparar DP+1R con DP-4 ($p < .05$; TE = 1.582), y DP+1C ($p < .05$; TE = -1.649) (Figura 1).

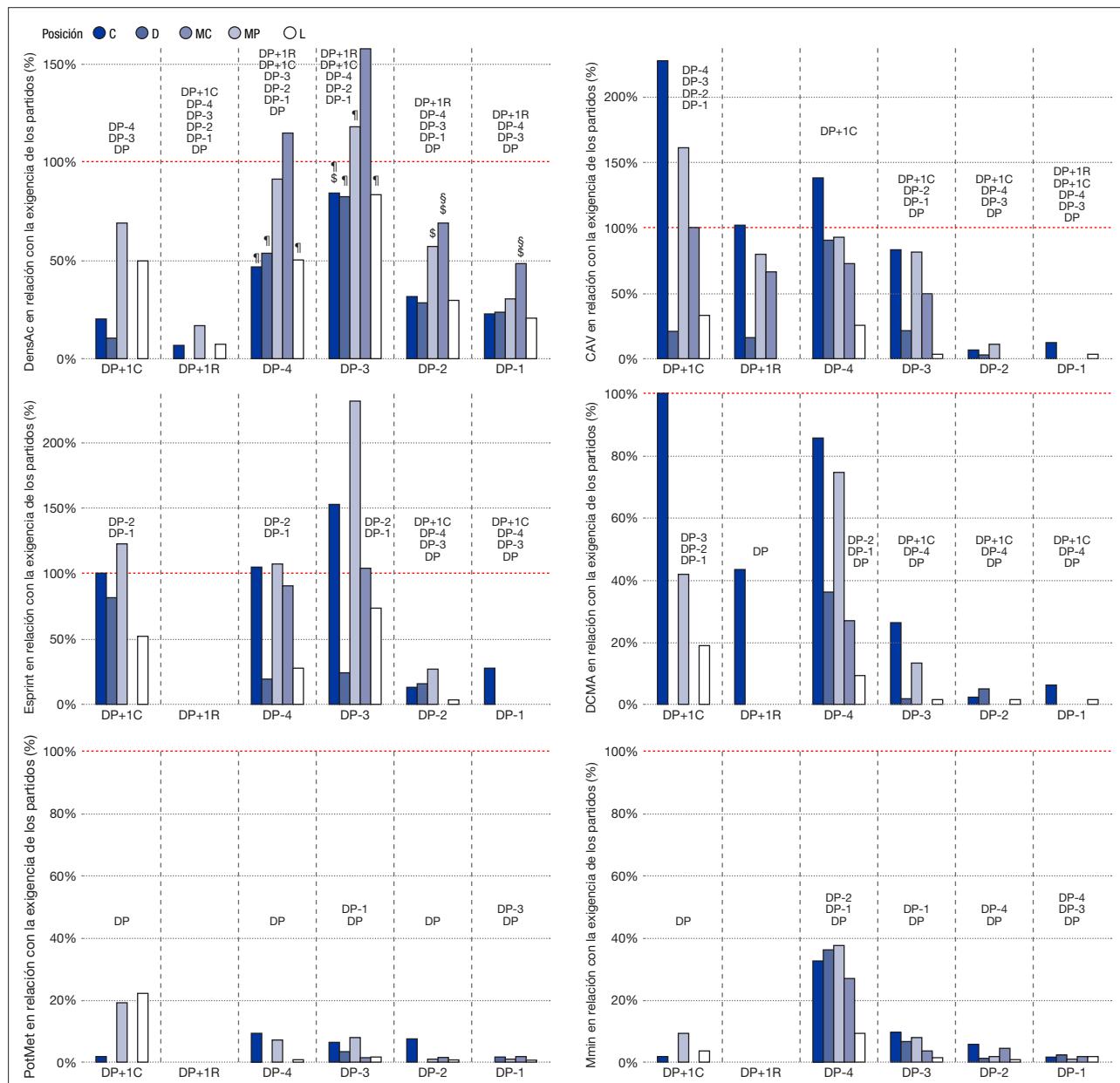
Para Esprint, se encontraron diferencias significativas en el número de eventos y la duración entre la DM con respecto a la DM-1 ($p < .001$; TE = 4.528, $p < .001$; TE = 2.607) y DP-2 ($p < .001$; TE = 3.193, $p < .001$; TE = 1.577), entre DP-1 en comparación con DP-3 ($p < .001$; TE = -4.499, $p < .001$; TE = -2.803), DP-4 ($p < .001$; TE = -3.831, $p < .001$; TE = -2.46) y DP+1C ($p < .001$; TE = -4.098, $p < .001$; TE = -2.497) y comparando DP-2 con DP-3 ($p < .001$; TE = -3.163, $p < .001$; TE = -1.773), DP-4 ($p < .001$; TE = -2.496, $p < .001$; TE = -1.43) y DP+1C ($p < .05$; TE = -2.762, $p < .001$; TE = -1.467).

Según el análisis *post hoc* utilizado para determinar las diferencias entre DP y la misma posición para los eventos de la variable DensAc, se observaron diferencias significativas entre C en DP+1C; para DP+1R, se hallaron diferencias significativas en C, L y D; en DP-4, para C y L; en DP-2, para C, L y D; y en DP-1, para todas las posiciones (Tabla 1). En el caso de la variable PotMet, se encontraron diferencias significativas en todos los días para todas las posiciones, excepto en los días DP+1 y en DP-1 para los C. En cuanto a la variable MMin, se hallaron diferencias significativas para todos los días y para todas las posiciones, excepto para los días DP+1. No se encontraron diferencias significativas para ninguna posición en las variables de alta velocidad (CAV y Esprint)

ni para DCMA respecto a DP y cualquiera de los días de entrenamiento.

En el análisis de las posiciones y los días de entrenamiento, solo la variable DensAc mostró diferencias significativas entre posiciones para un mismo día de entrenamiento. En particular, MP mostró diferencias significativas en comparación con L y D en DP-1 ($p < .05$; TE = 0.712, $p < .001$; TE = 0.807) y DP-2 ($p < .001$; TE = 0.679, $p < .001$; TE = 0.93). En DP-3, los MP diferían significativamente de C ($p < .001$; TE = 0.359), L ($p < .001$; TE = 0.553), MC ($p < 0.05$; TE = 0.344) y D ($p < .001$; TE = 0.678), y en DP-4, de C ($p < .001$; TE = 0.539), L ($p < .001$; TE = 0.686), y D ($p < .001$; TE = 0.63). Además, en DP-3, C mostró diferencias significativas en comparación con D ($p < .05$; TE = 0.318).

Figura 1
Porcentaje de eventos de PISubM respecto a la competición.



Diferencias significativas ($p < .05$ según Bonferroni *post hoc*) en los eventos PISubM entre: Tipo de día y posiciones dentro del mismo tipo de día. * C, \$: D, #: MC, #: MP, §: L

Discusión

Los objetivos de este estudio eran (a) determinar la exigencia condicional de carga externa en función de los períodos PISubM durante el microciclo competitivo, (b) comparar el número y la duración de los eventos PISubM exigidos en las diferentes sesiones realizadas en el microciclo competitivo, además de (c) comparar esta exigencia en función del PISubM dependiendo de la posición específica ocupada por los futbolistas durante el microciclo competitivo. La principal conclusión del estudio fue la existencia de diferencias significativas en cada una de las variables entre días de entrenamiento/partidos de competición y posiciones según el análisis PISubM (número de pruebas y tiempo por encima del umbral). Se destacaron los valores que superaban el 50 % de los mostrados en competición. Esto se hizo especialmente evidente en CAV, Esprint, DensAc y DCMA, observadas a lo largo de varios días del microciclo, en número de eventos y en tiempo por encima del umbral submáximo. También se mostraron valores en intervalos mucho más bajos (menos del 15 %) que los de la competición en número de eventos y tiempo por encima del umbral determinado en las variables Mmin y PotMet.

El estudio de los períodos de intensidad submáxima en los partidos de competición es un tema novedoso (Caro et al., 2022). Sin embargo, sigue existiendo un gran desconocimiento sobre las posibles diferencias en las características de estos períodos entre los partidos de competición y las distintas sesiones de entrenamiento durante el microciclo competitivo.

Al analizar el PISubM de variables de alta velocidad como CAV o Esprint, se obtuvieron valores similares (sin diferencias significativas) a la competición para todas las posiciones en varias sesiones de entrenamiento. Para la variable CAV en las sesiones DP+1C y DP-4, no se encontraron diferencias significativas respecto a la competición. En el caso de la variable Esprint, no se observaron diferencias significativas respecto a la competición durante las sesiones DP+1C, DP-4 y DP-3. A diferencia de estudios anteriores que examinaron los valores absolutos o relativos de carga en estas variables en el fútbol masculino y femenino (Martín-García et al., 2018; Oliva-Lozano et al., 2022), se registraron valores de entre el 45 % y el 65 % de metros de alta velocidad en los días de entrenamiento con mayor estimulación de esta variable (DP-4 y DP-3), en comparación con la competición. Estos resultados sugieren que los jugadores pueden reproducir los esfuerzos submáximos realizados en competición en las variables CAV y Esprint durante las diversas sesiones de entrenamiento.

Asimismo, durante las sesiones DP+1R, se acumularon eventos PISubM para la variable CAV, a pesar de que estas sesiones estaban destinadas a la recuperación de los deportistas. En esta acumulación influye el diseño de este tipo de sesión, que incluye carreras progresivas hasta el 70 % de la velocidad máxima subjetiva con una recuperación corta (cinco carreras progresivas de 40 metros con un descanso de 40 segundos entre series). Esta acción repetitiva en un breve espacio de tiempo

repercute en esta variable, sobre todo en los jugadores cuyo PIM para CAV no es elevado, y se llega fácilmente al 85 % (Caro et al., 2022). Esta observación podría explicar por qué los C muestran valores superiores al 80 % de la exigencia de la competición y los MC se acercan al 50 % en el número de eventos de CAV PISubM durante las sesiones DP+1R, mientras que los L no registran ningún evento en el mismo ejercicio. Estos resultados subrayan la importancia de reconocer diferentes perfiles, en función de diversas relaciones de PIM y PISubM. Estas relaciones vienen determinadas por los valores individuales de PIM y la exigencia física específica de la posición.

También se observaron diferencias en el análisis de PISubM en relación con la exigencia de la competición en variables como PotMet y Mmin. Durante el microciclo, estas variables mostraron valores más bajos: se alcanzó un máximo de solo el 15 % de los niveles de competición en los días con mayor carga de entrenamiento (DP-4 y DP-3), tanto en la cifra de eventos como en la duración. Esto contrasta con el análisis por valores relativos a la competición (más del 50 %) en los días de mayor carga de entrenamiento (DP-4 y DP-3) (Chena et al., 2021; Martín-García et al., 2018). Cabe reseñar que las variables PotMet y Mmin, junto con DensAc, presentan valores PISubM más altos en competición, tal y como mostraron Caro et al. (2022).

Contextualizando los análisis en relación con la naturaleza de las variables, cabe destacar las diferencias encontradas entre variables continuas como DensAc, Mmin o PotMet, y variables de alta velocidad o DCMA que solo se muestran cuando el jugador supera cada uno de sus respectivos umbrales. Como se ha visto anteriormente, variables como DensAc, Mmin o PotMet son más prevalentes durante la competición (Caro et al., 2022), pero muestran porcentajes más bajos durante las sesiones de entrenamiento. Es posible que exista una infraestimulación de los jugadores en variables como Mmin y PotMet, las cuales muestran diferencias significativas en todos los entrenamientos en comparación con la competición. La naturaleza de la variable y su conexión con la tarea de entrenamiento pueden dilucidar eventos que se producen en DP+1R, donde se alcanzan valores significativos de CAV con solo unas pocas carreras progresivas de intensidad submáxima; sin embargo, no se registra ni un solo evento de Mmin o PotMet.

Los días previos a la competición (DM-1 y DM-2) mostraron valores inferiores en relación con el porcentaje individual máximo del jugador (referido a la competición), lo cual se ajusta a la tendencia reflejada durante el microciclo competitivo, cuando se realizan análisis más “clásicos” (Chena et al., 2021; Díaz-Seradilla et al., 2022; Oliva-Lozano et al., 2022). Esta tendencia podría verse influida por la reducción intencionada de la carga de entrenamiento que suele realizarse antes de la competición (Oliva-Lozano et al., 2022), la cual, como muestran los resultados de nuestro estudio, también parece guardar relación con los períodos PISubM. Un estudio

en fútbol sala demostró, a partir de situaciones de intensidad alta y muy alta, que el día más exigente era el DP-2 en diversas variables (Illa et al., 2020b). Dado que el fútbol sala es un deporte diferente con una exigencia condicional distinta y una distribución de la carga potencialmente diferente, es posible que las comparaciones directas entre estudios no sean del todo relevantes. Sin embargo, que sepamos, este es el único estudio que aborda el tema de la PISubM durante un microciclo competitivo en un deporte de equipo.

Desde el análisis posicional, los estudios previos que examinaron diversas variables de carga externa en cifras absolutas y relativas mostraron diferencias entre las posiciones de los jugadores en las variables correspondientes a microciclos competitivos (Díaz-Seradilla et al., 2022; Martín-García et al., 2018). Esto contrasta con los resultados de los estudios centrados en los períodos PISubM. Los períodos PISubM parecen estar influidos por la naturaleza de los datos, que se individualizan según el perfil competitivo. Por lo tanto, un estímulo específico del deporte durante el entrenamiento hará que los eventos se distribuyan de forma relativamente uniforme en todas las posiciones. La única diferencia observada entre posiciones fue en la variable DensAc.

Este estudio presenta algunas limitaciones. Los resultados proceden de un solo equipo con una metodología de trabajo específica, que examinó microciclos que incluían un solo partido y tenían una estructura similar. Para afirmar que los resultados de este estudio pueden generalizarse a otros contextos, deberían realizarse más estudios en este sentido, ya que, que nos conste, no existe bibliografía relacionada. Asimismo, podría ampliarse el tamaño de la muestra para corroborar las diferencias identificadas. Una limitación importante de este estudio es la interpretación de variables que presentaban medias de cero y una desviación típica de cero en los días DP+1R. En estos casos, no se observaron diferencias significativas, lo que podría deberse a la falta de variabilidad de los datos. Este fenómeno plantea un reto metodológico, ya que la ausencia total de variabilidad (cuando todos los valores son cero) restringe la capacidad de los análisis estadísticos de identificar diferencias significativas.

Conclusiones

El presente estudio demostró diferencias significativas entre las sesiones de entrenamiento y los partidos de competición durante un microciclo competitivo cuando se analizaron mediante PISubM. Se hallaron diferencias significativas entre los días de entrenamiento en determinadas variables, sobre todo en DensAc y Esprint, así como diferencias notables entre la competición y los distintos días de entrenamiento en PotMet, Mmin y DCMA (en algunas de las posiciones analizadas).

Por último, se observaron diferencias entre los días de entrenamiento, las posiciones y la competición. En algunos casos, los resultados de este estudio divergen de los obtenidos en estudios anteriores que utilizaban valores relativos en comparación con la competición. Esto sugiere que el enfoque actual del análisis del control de la carga de entrenamiento podría ser incompleto.

Aplicaciones prácticas

Las diferencias observadas entre los resultados de los PISubM y otros métodos de cuantificación de la carga subrayan la necesidad de encontrar nuevas alternativas para el control de la carga en los deportes de equipo.

Este estudio introduce una perspectiva novedosa para el análisis de la carga de entrenamiento y competición. El análisis de PISubM puede ser un valioso complemento de los métodos de análisis que se emplean en la actualidad, especialmente por su enfoque sobre el carácter intermitente de los deportes de equipo.

Durante las sesiones de entrenamiento realizadas en el microciclo competitivo de un partido, los jugadores parecen infraestimulados en variables como PotMet, Mmin y DCMA desde la perspectiva de un evento de PISubM. Esto plantea dudas sobre la necesidad de acumular determinados valores de eventos de PISubM en variables específicas durante el microciclo competitivo para que la competición sea eficaz.

El análisis de los períodos de máxima intensidad podría aportar información sobre un evento singular de máxima exigencia que se produzca durante las sesiones/partidos (Caro et al., 2022; Gabbett et al., 2016). Si la intensidad se asocia únicamente a estos picos, podrían pasarse por alto los efectos de los esfuerzos intermitentes de intensidad variable (como los máximos, los submáximos, los moderados y las pausas) sobre la fatiga del deportista (Carling et al., 2019; Johnston et al., 2014). En este contexto, las fases de juego con alta intensidad, aunque no alcancen el pico de partido, deben ser un punto clave del entrenamiento, ya que podrían estar relacionados con la acumulación de fatiga en el partido y los procesos adaptativos que se pretende generar en las sesiones de entrenamiento. Sin embargo, cabe destacar que el umbral de PISubM está directamente relacionado con el PIM individual del jugador, que es decisivo en los resultados y en su interpretación.

Dada la incertidumbre que existe a la hora de determinar la carga de trabajo óptima a lo largo de la semana (junto con la importancia de comprender la naturaleza de los datos), se abren nuevas líneas de investigación dirigidas a consolidar el PISubM como herramienta válida y fiable para el control de la carga de entrenamiento.

Referencias

- Akenhead, R., Harley, J. A., & Tweddle, S. P. (2016). Examining the External Training Load of an English Premier League Football Team With Special Reference to Acceleration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2424-2432. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000001343>
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>
- Beato, M., Coratella, G., Stiff, A., & Iacono, A. Dello. (2018). The validity and between-unit variability of GNSS units (STATSports apex 10 and 18 Hz) for measuring distance and peak speed in team sports. *Frontiers in Physiology*, 9(SEP). <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01288>
- Carling, C., McCall, A., Harper, D., & Bradley, P. S. (2019). Comment on: "The Use of Microtechnology to Quantify the Peak Match Demands of the Football Codes: A Systematic Review." *Sports Medicine*, 49(2), 343-345. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1032-z>
- Caro, E., Campos-Vázquez, M. Á., Lapuente-Sagarra, M., & Caparrós, T. (2022). Analysis of professional soccer players in competitive match play based on submaximum intensity periods. *PeerJ*, 10:e13309. <https://doi.org/10.7717/peerj.13309>
- Chena, M., Morcillo, J. A., Rodríguez-Hernández, M. L., Zapardiel, J. C., Owen, A., & Lozano, D. (2021). The effect of weekly training load across a competitive microcycle on contextual variables in professional soccer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105091>
- Clemente, F. M., Rabbaní, A., Conte, D., Castillo, D., Afonso, J., Clark, C. C. T., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Training/match external load ratios in professional soccer players: A full-season study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173057>
- Díaz-Seradilla, E., Rodríguez-Fernández, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., Castillo, D., Raya-González, J., & Vicente, J. G. V. (2022). Inter and intra microcycle external load analysis in female professional soccer players: A playing position approach. *PLoS ONE*, 17(3 March), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264908>
- Díos-Álvarez, V. de, Castellano, J., Padrón-Cabo, A., & Rey, E. (2024). Do small-sided games prepare players for the worst-case scenarios of match play in elite young soccer players? *Biology of Sport*, 95-106. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2024.127389>
- Fortaleza, Brasil, 64.^a Asamblea General. (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Octubre 2013. <https://oep.umh.es/files/2013/12/Helsinki.pdf>
- Gabbett, T. J., Kennelly, S., Sheehan, J., Hawkins, R., Milsom, J., King, E., Whiteley, R., & Ekstrand, J. (2016). If overuse injury is a "training load error", should undertraining be viewed the same way? *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1017-1018. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096308>
- García, F., Schelling, X., Castellano, J., Martín-García, A., Pla, F., & Vázquez-Guerrero, J. (2022). Comparison of the most demanding scenarios during different in-season training sessions and official matches in professional basketball players. *Biology of Sport*, 39(2), 237-244. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2022.104064>
- Giménez, J. V., García-Unanue, J., Navandar, A., Viejo-Romero, D., Sanchez-Sánchez, J., Gallardo, L., Hernandez-Martin, A., & Felipe, J. L. (2020). Comparison between Two Different Device Models 18 Hz GPS Used for Time-Motion Analyses in Ecological Testing of Football. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6):1912. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061912>
- Illa, J., Fernandez, D., Reche, X., Carmona, G., & Tarragó, J. R. (2020a). Quantification of an Elite Futsal Team's Microcycle External Load by Using the Repetition of High and Very High Demanding Scenarios. *Frontiers in Psychology*, 11(October), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.577624>
- Illa, J., Fernandez, D., Tarragó, J. R., & Reche, X. (2020b). Most demanding passages in elite futsal: An isolated or a repeat situation? *Apunts Educación Física y Deportes*, 142, 80-84. [https://doi.org/10.5672/APUNTOS.2014-0983.ES.\(2020/4\).142.10](https://doi.org/10.5672/APUNTOS.2014-0983.ES.(2020/4).142.10)
- Jaspers, A., Brink, M. S., Probst, S. G. M., Frencken, W. G. P., & Helsen, W. F. (2017). Relationships Between Training Load Indicators and Training Outcomes in Professional Soccer. *Sports Medicine*, 47(3), 533-544. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0591-0>
- Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A. J., Boyd, L. J., & Aughey, R. J. (2010). Variability of GPS units for measuring distance in team sport movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(4), 565-569. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.5.4.565>
- Johnston, R. D., Gabbett, T. J., & Jenkins, D. G. (2014). Applied sport science of rugby league. *Sports Medicine*, 44(8), 1087-1100. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0190-x>
- Johnston, R. D., Thornton, H. R., Wade, J. A., Devlin, P., & Duthie, G. M. (2020). The Distribution of Match Activities Relative to the Maximal Mean Intensities in Professional Rugby League and Australian Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(5):p 1360-1366, May 2022. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003613>
- Martín-García, A., Castellano, J., Méndez-Villanueva, A., Gómez-Díaz, A., Cos, F., & Casamichana, D. (2020). Physical Demands of Ball Possession Games in Relation to the Most Demanding Passages of a Competitive Match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(1), 1-9. <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7039032>
- Martín-García, A., Gómez, A., Bradley, P. S., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3511-3518. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000002816>
- Novak, A. R., Impellizzeri, Franco 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. *Sports Sciences*, 39(16), 1850-1859. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1902138>
- Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2022). Effect of training day, match, and length of the microcycle on workload periodization in professional soccer players: A full-season study. *Biology of Sport*, 39(2), 397-406. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.106148>
- 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. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.97067>
- Oosterwijk, P. R., Van der Ark, L. A., & Sijtsma, K. (2016). Numerical Differences Between Guttman's Reliability Coefficients and the GLB. In *Quantitative Psychology Research Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, vol 167. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38759-8_12
- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 561-572. <https://doi.org/10.1080/02640410400021245>
- Rico-González, M., Oliveira, R., Palucci Vieira, L. H., Pino-Ortega, J., & Clemente, F. M. (2022). Players' performance during worst-case scenarios in professional soccer matches: A systematic review. *Biology of Sport*, 39(3), 695-713. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2022.107022>

Conflictos de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.

© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES

