



Anàlisi dels períodes d'intensitat submàxima durant el microcicle competitiu en futbolistes professionals

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

¹ Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Barcelona (Espanya).

² FC Barcelona, Barcelona (Espanya).

³ Institut de Recerca de l'Esport, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Bellaterra (Espanya).

⁴ Universitat Pablo de Olavide, Sevilla (Espanya).

Citació

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)

Resum

L'estudi tenia per objectius (a) determinar l'exigència condicional de càrrega externa en funció dels períodes d'intensitat submàxima (PISubM) durant el microcicle competitiu, (b) comparar el nombre i la durada dels esdeveniments PISubM existents en les diferents sessions realitzades en el microcicle competitiu i, a més, (c) comparar aquesta exigència en funció del PISubM en funció de la posició específica ocupada pels futbolistes durant el microcicle competitiu. Es van analitzar un total de 77 sessions d'entrenament durant 15 microcicles competitius i 15 partits oficials de lliga durant la temporada 2019-20 (Lliga Premier de l'Azerbaidjan) en les quals es van obtenir un total de 1,037 registres individuals de 22 jugadors. Les dades es van recollir mitjançant dispositius GPS. Per determinar el percentatge del nombre d'esdeveniments PISubM diaris respecte als trobats en la competició, aquests esdeveniments també es van relativitzar en funció del perfil individual mostrat per jugador en competició. Els principals resultats de l'estudi van ser l'existència de diferències significatives ($p \leq .05$) en cada una de les variables entre els dies d'entrenament/competició i les posicions en funció del PISubM. Alguns indicadors, com la distància a velocitat superior a 19.8 km/h (CAV), la distància a velocitat superior a 25.2 km/h (Esprint), la densitat d'acceleració (DensAc) i la distància a alta intensitat metabòlica superior a 25.5 W/KG (DCMA), van acumular valors de més del 50 % del nombre d'esdeveniments de PISubM en certs dies del microcicle. Tot i així, altres indicadors van mostrar intervals molt més baixos (menys del 15 %) respecte a la competició quant al nombre de proves i el temps per sobre del llindar establert en les variables "metres per minut" (Mmin) i "potència metabòlica mitjana" (PotMet). Aquests nous resultats suggereixen la conveniència de plantejar noves alternatives per controlar la càrrega en els esports d'equip.

Paraules clau: càrrega d'entrenament, esports d'equip, exigència física, futbol, GPS.

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Edu Caro
educarobalada@gmail.com

Secció:

Preparació física

Idioma de l'original:

Anglès

Rebut:

3 d'octubre de 2023

Accepat:

25 de març de 2024

Publicat:

30 d'abril de 2024

Coberta:

Rafa Nadal i Carlos Alcaraz
d'Espanya en acció contra Tallon
Griekspoor i Wesley Koolhof dels
Països Baixos durant el segon
partit de dobles dels Jocs Olímpics
de París el 30 de juliol de 2024.
(Fotografia d'EFE/EPA/
Ritchie B. Tongo)

Introducció

Les eines per controlar la càrrega interna i externa dels esportistes formen part de l'avaluació en la metodologia d'entrenament contemporània (Jaspers et al., 2017). En els esports d'equip a l'aire lliure, el sistema de posicionament global (GPS) proporciona dades valuoses a entrenadors i investigadors que permeten obtenir una informació més precisa de les sessions d'entrenament i competició (Oliva-Lozano et al., 2022).

Durant les últimes temporades, s'ha produït un augment de l'exigència física en els partits de futbol (Barnes et al., 2014). És necessari tenir en compte aquest aspecte en els programes d'entrenament diaris i setmanals per assolir un alt nivell de rendiment individual i col·lectiu (García et al., 2022; Jaspers et al., 2017; Reilly, 2005). En aquest context, és fonamental gestionar la càrrega òptima d'entrenament quant a freqüència, intensitat i volum (Akenhead et al., 2016; Gabbett et al., 2016) atenent l'exigència de cada competició (Illa et al., 2020b).

El present estudi proporciona informació rellevant sobre l'exigència condicional mitjançant una sèrie de variables en els esports d'equip durant el microcicle competitiu, de manera similar a estudis anteriors (Díaz-Seradilla et al., 2022; García et al., 2022; Martín-García et al., 2018). En estudis recents, s'han descrit microcicles en funció de diferents variables (amb valors absoluts o relatius a l'exigència de la competició) (Akenhead et al., 2016; Díaz-Seradilla et al., 2022; Martín-García et al., 2018), així com mitjançant l'estudi de l'efecte de la durada del microcicle sobre la càrrega d'entrenament acumulada (Clemente et al., 2019; Oliva-Lozano et al., 2022) o la comparació de diferents estructures de microcicles d'entrenament i partits (per exemple, quatre sessions d'entrenament i un partit de competició oficial) (Díaz-Seradilla et al., 2022), i la manera en què la distribució de la càrrega pot afectar el resultat del partit (Chena et al., 2021).

Ha augmentat la recerca sobre els períodes d'intensitat màxima (PIM) en el futbol, amb estudis en el context de la competició (Oliva-Lozano et al., 2020) i de l'entrenament (Dios-Álvarez et al., 2024) que han trobat una relació entre la durada del període analitzat i la intensitat mostrada pels jugadors (Rico-González et al., 2022). Tot i així, tenint en compte el perfil d'intermitència que presenten els esports d'equip (Johnston et al., 2014), és possible que l'anàlisi en funció de valors absoluts o PIM no plasmi íntegrament l'activitat d'un jugador (Carling et al., 2019; Gabbett et al., 2016), sobretot durant els períodes d'intensitat submàxima. L'ús exclusiu de la informació proporcionada pels PIM a fi de prescriure l'entrenament (Novak et al., 2021) ha plantejat la necessitat de dissenyar nous mètodes

per mesurar la càrrega dels esportistes durant l'entrenament i la competició. Concretament, el PIM informa d'un únic esdeveniment que no avalua l'exigència a què es veuen sotmesos els jugadors en períodes d'intensitat submàxima. En aquest sentit, les altes exigències (submàximes) que es presenten repetidament (Carling et al., 2019) qüestionen l'ús exclusiu de la informació proporcionada pels PIM a fi de prescriure l'entrenament (Novak et al., 2021).

Per tot això, sembla oportú investigar noves alternatives per quantificar la càrrega dels esportistes durant l'entrenament i la competició (Caro et al., 2022). S'han dut a terme estudis similars en altres esports, com el futbol sala (Illa et al., 2020a; Johnston et al., 2020) i en sessions d'entrenament (Illa et al., 2020b), en què es van mostrar variacions considerables per a cada indicador durant els partits. Les accions de distància total i acceleració són les més exigents a intensitats submàximes (80-90 % i > 90 % del PIM) d'entre les variables analitzades (Illa et al., 2020b). Quant a la distribució de la intensitat respecte al PIM durant els partits de competició en el rugbi i el futbol australians, Johnston et al. (2020) van arribar a la conclusió que la distribució de l'activitat disminuïa a mesura que s'anava apropant als valors màxims.

En relació amb l'anàlisi del microcicle competitiu, Illa et al. (2020a) van trobar diferències entre els dies d'entrenament i els de competició, concretament en l'indicador de càrrega del jugador, la distància, les desacceleracions d'alta intensitat i les acceleracions (Illa et al., 2020b).

En el futbol, la competició s'ha estudiat des d'aquest enfocament (Caro et al., 2022), amb el qual s'han mostrat diferències principalment en el rendiment individual, sobretot en les variables de distància recorreguda a una velocitat superior a 19.8 km/h (CAV), densitat d'acceleració (DensAc), potència metabòlica mitjana (PotMet), metres per minut (Mmin) i en la distància recorreguda a una alta intensitat metabòlica superior a 25.5 W/kg (DCMA). També hi ha diferències entre mitjans en les variables DensAc, PotMet i Mmin i entre posicions a PotMet i Mmin, en el nombre d'esdeveniments d'intensitat submàxima (PISubM) i en el temps per sobre del llindar submàxim (Caro et al., 2022).

L'estudi tenia per objectius (a) determinar l'exigència condicional de càrrega externa en funció dels períodes PISubM durant el microcicle competitiu, (b) comparar el nombre i la durada dels esdeveniments PISubM existents en les diferents sessions realitzades en el microcicle competitiu i, a més, (c) comparar aquesta exigència en funció del PISubM segons la posició específica ocupada pels futbolistes durant el microcicle competitiu.

Metodologia

Participants

Van participar en aquest estudi catorze futbolistes professionals masculins del mateix equip de la Premier League de l'Azerbaidjan (73.74 ± 5.92 kg, 1.79 ± 0.05 metres, 23.86 ± 3.58 anys). Per poder participar en les anàlisis, els jugadors havien d'haver completat almenys tres partits i totes les sessions del microcicle analitzat. Així, es van excloure els jugadors en procés de recuperació, els que feien un treball específic postentrenament (compensatori) o els que s'enfrontaven a circumstàncies inusuals (per exemple, suspensió del següent partit de competició). Es van registrar les dades diàries després de cada sessió o partit. Tots els participants havien format part d'un altre estudi retrospectiu publicat (Caro et al., 2022).

Es va informar tots els participants dels riscos i beneficis de l'estudi i aquests van donar el seu consentiment segons la Declaració de Hèlsinki (Fortaleza, 2013), aprovada pel Comitè Ètic d'Investigació Clínica de l'Administració esportiva de Catalunya, número 035/CEICGC/2021.

Enfocament experimental

Vam analitzar 77 sessions d'entrenament al llarg de 15 microcicles competitiu i 15 partits oficials de lliga durant la temporada 2019-20, amb un total de 1,037 registres individuals. Les dades es van recollir mitjançant dispositius GPS.

Durant els partits, l'equip utilitzava sistemàticament una formació 1-5-3-2, en la qual les posicions eren: tres centrals (C), dos laterals (L), dos migcampistes (MC), un mitjapunta (MP) i dos davanter (D).

Estructura del microcicle

Es va ajustar el microcicle perquè encaixés amb el calendari competitiu. L'endemà d'un partit era un dia de recuperació (DP[Dia de Partit] + 1R) o de compensació (DP + 1C), seguit d'un dia de descans. Els dies de càrrega de treball (DP-4 i DP-3) es produïen quatre i tres dies abans del partit, i els

dies de reducció de càrrega (DP-2 i DP-1), dos dies abans del partit. Per mantenir la coherència, només es van tenir en compte els microcicles que seguien aquesta estructura, validada en estudis anteriors (Martín-García et al., 2018; Oliva-Lozano et al., 2022). En les sessions d'entrenament, es van utilitzar principalment exercicis basats en el joc, en els quals es van modificar les dimensions de l'espai de joc, el nombre de jugadors participants, la durada de la sèrie i altres regles per aconseguir els objectius desitjats.

Durant el DP+1R, es va prioritzar la recuperació dels jugadors que van jugar més de 60 minuts en el partit, amb treball aeròbic de baixa intensitat, carreres progressives fins al 70 % de la velocitat individual subjectiva, exercicis de mobilitat i massatge miofascial amb corrons d'escuma. Els que van jugar menys de 60 minuts van fer un treball compensatori per assolir la càrrega condicional de la competició, al qual es va incorporar treball de força en gimnàs, jocs de posició reduïts (menys de 50 m² per jugador) (Martín-García et al., 2020) i esprints a màxima intensitat, tal com van suggerir estudis anteriors (Martín-García et al., 2018).

El DP-4 incloïa treball específic de força en el camp (exercicis amb correspondència dinàmica amb el futbol, canvis de direcció, acceleracions i desacceleracions, etc.), jocs posicionals reduïts (menys de 50 m² per jugador) i jocs en espais reduïts (JER) (menys de 50 m² per jugador), amb l'objectiu d'estimular neuromuscularment els jugadors mitjançant acceleracions, frenades i canvis de direcció (Martín-García et al., 2018, 2020). El DP-3 se centrava en el treball tàctic mitjançant tasques que implicaven un gran nombre de jugadors en un espai ampli (més de 150 m² per jugador), amb l'objectiu de recrear el context de competició i facilitar accions a velocitat alta i molt alta (Martín-García et al., 2018).

El DP-2 se centrava en aspectes tàctics col·lectius utilitzant tasques en espais reduïts i situacions de tàctica analítica (11 x 0). En el DP-1, s'incidia en el rendiment tàctic individual mitjançant rondos, tàctica analítica, treball tàctic posicional i jugades a pilota aturada. El volum i la intensitat van variar al llarg del microcicle competitiu, tal com es mostra a la Taula 1.

Taula 1

Dades mitjanes de les sessions d'entrenament i els partits.

Tipus de dia	n	Distància	CAV	VCAV	Ac	Dc	m/min
DP + 1R	48	1,910.43 ± 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 ± 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 ± 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 ± 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 ± 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 ± 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 ± 958.25	671.30 ± 270.42	124.55 ± 89.91	65.33 ± 15.58	78.32 ± 19.01	110.12 ± 9.19

n: registres individuals, distància: distància en metres, CAV: distància recorreguda a més de 19.8 km/h, VCAV: distància recorreguda a més de 25.3 km/h, Ac: nombre d'acceleracions superiors a 3 m/s², Dc: nombre de desceleracions inferiors a -3 m/s², m/min: metres per minut

Instruments

La càrrega externa es va supervisar durant els entrenaments i els partits mitjançant dispositius GPS (STATSPORTS® APEX ProSeries, Irlanda del Nord). Aquests dispositius tenien una freqüència de mostratge configurable d'entre 10 Hz i 18 Hz. Incloïen un acceleròmetre de 600 Hz, un giroscopi de 400 Hz i un magnetòmetre de 10 Hz, amb un pes de 45 g i unes dimensions de 33 x 80 x 15 mm. Quant a la validesa i fiabilitat del dispositiu, es va registrar un marge d'error de l'1-2 % en la distància durant diferents proves de validació (circuit de 400 m i 128.5 m) i la prova de velocitat màxima en 20 m (Beato et al., 2018). Els jugadors portaven una armilla especial dissenyada per col·locar el dispositiu en la part superior de l'esquena, entre els omòplats (Beato et al., 2018; Giménez et al., 2020). A fi de garantir la fiabilitat entre dispositius, els jugadors van portar el mateix GPS en totes les sessions de registre (Jennings et al., 2010) i les dades van ser gestionades per la mateixa persona experimentada.

Procediments

Durant cada sessió d'entrenament i partit, es van analitzar les variables següents: distància recorreguda a velocitats superiors a 19.8 km/h (CAV [Carrera a Alta Velocitat]), superiors a 25.2 km/h (Esprint), densitat d'acceleració (DensAc), potència metabòlica (PotMet) mitjana, metres per minut (Mmin) i distància recorreguda a intensitat metabòlica alta (DCMA [Distància amb Càrrega Metabòlica Alta]), superior a 25.5 W/kg, en línia amb estudis anteriors (Caro et al., 2022).

Obtenció i tractament de dades

Es van engegar els dispositius 15 minuts abans de les sessions i els partits. Es va verificar el funcionament correcte dels dispositius mitjançant l'aplicació en directe que aquests ofereixen (STATSPORTS® Apex Live). Les dades brutes es van exportar amb el programa informàtic de la marca (STATSPORTS® 3.0.03112) i es van tractar en Excel (MICROSOFT®, Redmond, WA, EUA), filtrant els registres a 10 Hz mitjançant un filtre Butterworth de doble pas i quart ordre per minimitzar les anomalies. Per a cada variable, es va calcular la mitjana dels tres PIM més alts en competició a fi d'obtenir un valor relatiu al 100 % individual (Caro et al., 2022; Illa et al., 2020a).

Les dades es van tractar mitjançant un script en llenguatge R amb el programa informàtic R Studio (RSTUDIO®, Boston, Massachusetts, EUA), aplicant un llindar del 85 % de la mitjana individual màxima per a cada variable (Caro et al., 2022). El nombre i la durada dels esdeveniments

PISubM es van extreure per a cada dia d'entrenament individualment. La informació es va emmagatzemar en una base de dades per analitzar-la estadísticament. Per determinar el percentatge d'esdeveniments PISubM diaris respecte a la competició, aquests esdeveniments també es van relativitzar en funció del perfil individual mostrat pel jugador en competició.

Anàlisi estadística

Les dades es van presentar com a mitjana $\pm$ desviació típica. Prèviament a l'anàlisi estadística, la prova de Shapiro-Wilk va confirmar que les dades no seguien una distribució normal. Davant d'aquest resultat, es va ocupar un model lineal mixt (MLM) per a cada variable, tenint en compte els tipus de jornada i les posicions dels jugadors. En els casos en què es van trobar diferències significatives ($p < .05$), es van fer proves *post hoc* utilitzant mitjanes marginals estimades (MME) per determinar on residien les diferències esmentades. La fiabilitat intrasessió es va determinar mitjançant la prova Lambda 6 de Guttman amb intervals de confiança del 95 % (Oosterwijk et al., 2016). Per interpretar la magnitud de les diferències trobades en l'anàlisi del model lineal mixt, es va calcular una mida de l'efecte (ME) estandarditzat com la proporció de l'efecte estimat dividit entre el seu error estàndard. Això proporciona una indicació de la importància pràctica dels efectes observats. Es van avaluar les mides de l'efecte en el context de l'estudi, destacant els contrastos que mostraven les diferències més rellevants. Totes les proves estadístiques es van fer amb el programa informàtic R versió 4.0.2 R Studio (RSTUDIO®, Boston, Massachusetts, EUA) amb els paquets "lme4", "lmerTest" i "emmeans" per ajustar models mixtos i fer comparacions *post hoc*.

Resultats

Es van analitzar 1,037 registres individuals (Taula 2), distribuïts en DP + 1R (48), DP + 1C (37), DP-4 (188), DP-3 (223), DP-2 (211), DP-1 (222) i DP (108). Per a això, se'n va determinar la fiabilitat calculant la lambda de Guttman (G6) i els valors intervàlics del coeficient de variació (CV) per als diferents dies: 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). Les mitjanes més baixes es troben a DP + 1R en totes les variables excepte en CAV, mentre que la mitjana CAV més baixa es troba el dia DP-1 (Taula 2).

Taula 2
Mitjana i desviació típica de cada tipus de dia per posició.

Posició	n	DensAc	Durada de DensAc	PotMet	Durada de PotMet	Mmin	Durada de Mmin	CAV	Durada de CAV	Esprint	Durada d'esprint	DCMA	Durada de DCMA
C	15	0.33 ± 0.62**	0.4 ± 0.77**	0 ± 0	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	0 ± 0
MC	6	0.6 ± 1.34	1.08 ± 2.41	0 ± 0	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 ± 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 ± 0	0.13 ± 0.35	0.13 ± 0.37	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C	12	0.33 ± 0.82**	0.37 ± 0.91**	0 ± 0	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	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	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: registres individuals, mateixa posició, diferències significatives amb DP en la prova *post hoc*. *: *p* < .05, **: *p* < .001

Taula 2 (Continuació)
Mitjana i desviació típica de cada tipus de dia per posició.

Posició	<i>n</i>	DensAc	Durada de DensAc	PotMet	Durada de PotMet	Mmin	Durada de Mmin	CAV	Durada de CAV	Esprint	Durada d'esprint	DCMA	Durada 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	D _{P-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	D _{P-1}	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		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	D _P	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		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: registres individuals, mateixa posició, diferències significatives amb DP en la prova *post hoc*. *: *p* < .05, **: *p* < .001

El nombre d'esdeveniments PISubM i la seva durada va ser superior en DP per a PotMet [nombre d'esdeveniments en comparació amb 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) i entre DP-1 i DP-3 ($p < .001$; TE = -1.922) també en la seva durada respecte a DP amb 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) i entre DP-1 i DP-2 ($p < .05$; TE = -1.383), DP-3 ($p < .05$; TE = -1.634) i DP-4 ($p < .05$; TE = -1.739)]. Mmin [nombre d'esdeveniments que comparen DP amb 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), i entre DP-1 i DP-3 ($p < .05$; TE = -1.036), DP-4 ($p < .05$; TE = -1.196) i entre DP-2 i DP-4 ($p < .05$; TE = -0.854) també en la seva durada comparant DP amb 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) i comparant DP-1 i DP-3 ($p < .05$; TE = -1.922)] per a la variable DCMA [(nombre d'esdeveniments comparant DP amb 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) comparant també DP-1 amb DP-4 ($p < .001$; TE = -4.262) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -4.299), DP-2 comparat amb DP-4 ($p < .001$; TE = -4.16) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -4.197) i la comparació de DP-3 amb DP-4 ($p < .001$; TE = -2.009) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -2.046) també en la seva durada, 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) també es van trobar diferències en comparar DP-1 amb DP + 1C ($p < .001$; TE = -3.18) i DP-4 ($p < .001$; TE = -3.848), DP-2 comparat amb DP + 1C ($p < .001$; TE = -2.3) i DP-4 ($p < .001$; TE = -2.968), DP-3 davant de DP + 1C ($p < .001$; TE = -1.769) i DP-4 ($p < .001$; TE = -2.437) i DP-4 en comparació amb DP + 1R ($p < .05$; TE = 2.819)] (Figura 1).

Es van trobar diferències entre DP i respecte a pràcticament tots els dies d'entrenament en el nombre d'esdeveniments per a DensAc, en comparació amb [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) i DP-1 ($p < .001$; TE = 0.969). En durada d'aquests esdeveniments de DP respecte 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) i DP-1 ($p < .001$; TE = 0.558)]. No es van trobar diferències en AccDens respecte al nombre d'esdeveniments de DP respecte a DP-3 ni en la durada dels esdeveniments de DP respecte a DP-4. També hi va haver diferències en aquesta mateixa variable en el nombre d'esdeveniments entre DP-3 i la resta de dies d'entrenament [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) i entre DP-4 i DP-1 ($p < .001$; TE = 0.637), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.404), DP + 1R ($p < .001$; TE = 1.572) i DP + 1C ($p < .001$; TE = 0.458)], també entre DP-1 [a DP-2 ($p < .001$; TE = -0.233) i DP + 1R ($p < .001$; TE = 0.934), DP-2 a DP + 1R ($p < .001$; TE = 0.116) i DP + 1C a DP + 1R ($p < .001$; TE = 1.113)]. Finalment, es van trobar diferències entre la durada dels esdeveniments de DensAc entre DP-3 i la resta dels dies [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) i DP-1 ($p < .001$; TE = 0.751), també entre DP-4 i DP + 1C ($p < .001$; TE = 0.348), DP + 1R ($p < .001$; TE = 1.254), DP-2 ($p < .001$; TE = 0.335) i DP-1 ($p < .001$; TE = 0.487), comparant DP-1 amb DP-2 ($p < .001$; TE = -0.152) i DP + 1R ($p < .001$; TE = 0.767), DP-2 amb DP + 1R ($p < .001$; TE = 0.919) i DP + 1C amb DP + 1R ($p < .001$; TE = 0.906)] (Figura 1).

Quant al nombre d'esdeveniments i a la seva durada en la variable CAV, es van trobar diferències significatives en la comparació dels DP respecte a DP-3 ($p < .001$; TE = 1.271), DP-2 ($p < .001$; TE = 3.887) i DP-1 ($p < .001$; TE = 4.303) en nombre d'esdeveniments i a DP-3 ($p < .001$; TE = 0.992), DP-2 ($p < .001$; TE = 2.415), DP-1 ($p < .001$; TE = 3.15) i DP + 1R ($p < .05$; TE = 1.441) en la seva durada (Figura 1). També entre DP-1 respecte a DP-4 ($p < .001$; TE = -3.772), DP-3 ($p < .05$; TE = -3.032), DP + 1C ($p < .001$; TE = -4.513) i DP + 1R ($p < .001$; TE = -2.822), entre DP-2 en comparació amb DP-3 ($p < .05$; TE = -2.616), DP-4 ($p < .001$; TE = -3.356) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -4.097) i comparant DP-3 amb DP + 1C ($p < .05$; TE = -1.480) en nombre d'esdeveniments. Quant a la durada dels esdeveniments, es van trobar diferències significatives en comparar la DM-1 respecte a la DM-4 ($p < .001$; TE = -3.291), DP-3 ($p < .05$; TE = -2.158) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -3.358), entre DP-2 en comparació amb DP-3 ($p < .05$; TE = -1.423), DP-4 ($p < .001$; TE = -2.556) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -2.624), entre DP-3 amb DP-4 ($p < .001$; TE = -1.133) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -1.2). També es van trobar diferències significatives en comparar DP + 1R amb DP-4 ($p < .05$; TE = 1.582), i DP + 1C ($p < .05$; TE = -1.649) (Figura 1).

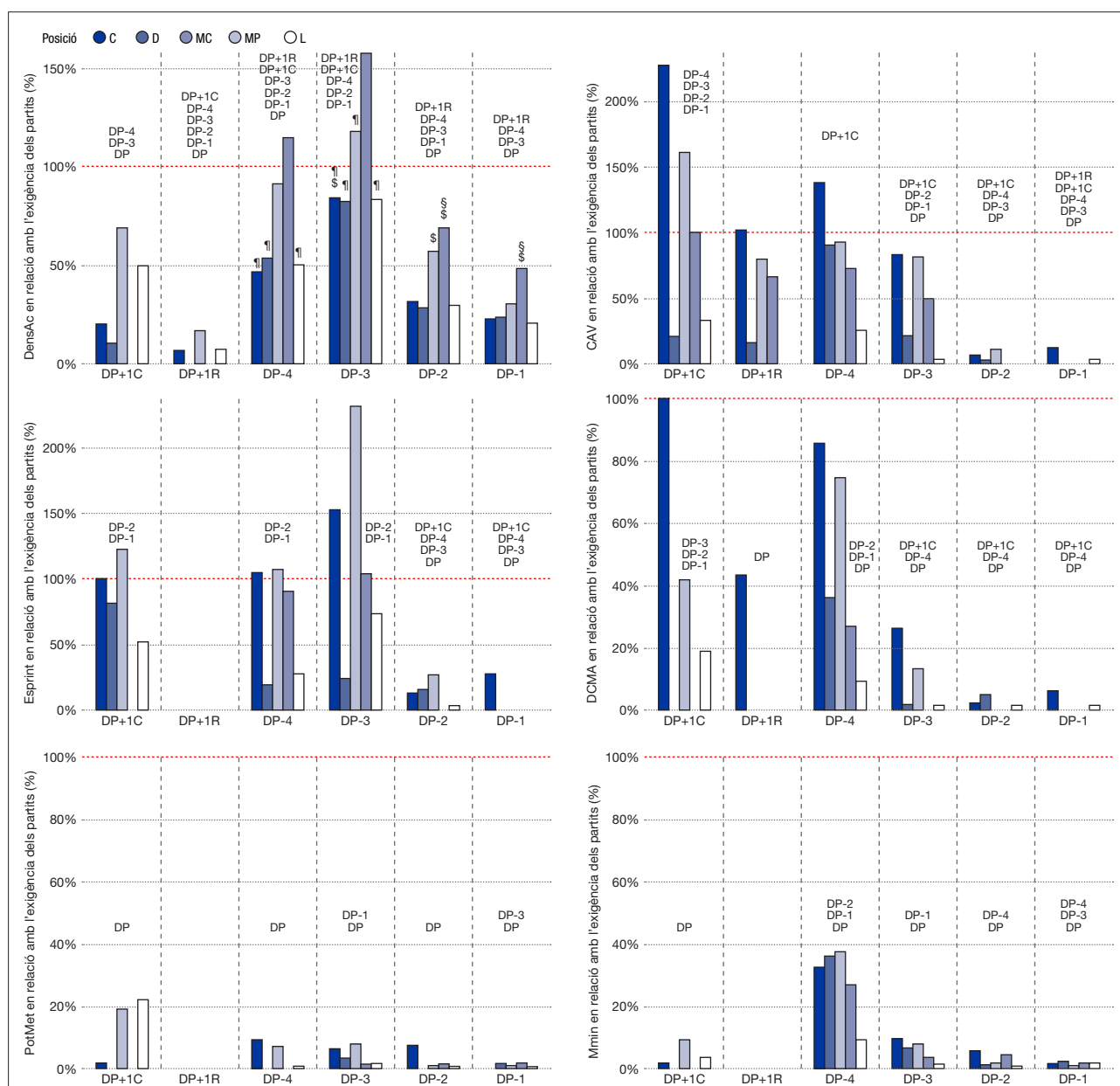
Per a Esprint, es van trobar diferències significatives en el nombre d'esdeveniments i la durada entre la DM respecte a la DM-1 ($p < .001$; TE = 4.528, $p < .001$; TE = 2.607) i DP-2 ($p < .001$; TE = 3.193, $p < .001$; TE = 1.577), entre DP-1 en comparació amb DP-3 ($p < .001$; TE = -4.499, $p < .001$; TE = -2.803), DP-4 ($p < .001$; TE = -3.831, $p < .001$; TE = -2.46) i DP + 1C ($p < .001$; TE = -4.098, $p < .001$; TE = -2.497) i comparant DP-2 amb DP-3 ($p < .001$; TE = -3.163, $p < .001$; TE = -1.773), DP-4 ($p < .001$; TE = -2.496, $p < .001$; TE = -1.43) i DP + 1C ($p < .05$; TE = -2.762, $p < .001$; TE = -1.467).

Segons l'anàlisi post hoc utilitzada per determinar les diferències entre DP i la mateixa posició per als esdeveniments de la variable DensAc, es van observar diferències significatives entre C en DP + 1C; per a DP + 1R, es van trobar diferències significatives en C, L i D; en DP-4, per a C i L; en DP-2, per a C, L i D; i en DP-1, per a totes les posicions (Taula 1). En el cas de la variable PotMet, es van trobar diferències significatives en tots els dies per a totes les posicions, excepte en els dies DP + 1 i en DP-1 per als C. Quant a la variable MMin, es van trobar diferències significatives per a tots els dies i per a totes les posicions, excepte per als dies DP + 1. No es van trobar diferències significatives per a cap posició en les variables d'alta velocitat (CAV i Esprint) ni per a DCMA respecte a DP i qualsevol dels dies d'entrenament.

En l'anàlisi de les posicions i els dies d'entrenament, només la variable DensAc va mostrar diferències significatives entre posicions per a un mateix dia d'entrenament. En particular, MP va mostrar diferències significatives en comparació amb L i D en DP-1 ($p < .05$; TE = 0.712, $p < .001$; TE = 0.807) i DP-2 ($p < .001$; TE = 0.679, $p < .001$; TE = 0.93). En DP-3, els MP diferien significativament de C ($p < .001$; TE = 0.359), L ($p < .001$; TE = 0.553), MC ($p < 0.05$; TE = 0.344) i D ($p < .001$; TE = 0.678), i en DP-4, de C ($p < .001$; TE = 0.539), L ($p < .001$; TE = 0.686), i D ($p < .001$; TE = 0.63). A més, en DP-3, C va mostrar diferències significatives en comparació amb D ($p < .05$; TE = 0.318).

Figura 1

Percentatge d'esdeveniments de PISubM respecte a la competició.



Diferències significatives ($p < .05$ según Bonferroni post hoc) en els esdeveniments PISubM entre: Tipus de dia i posicions dins del mateix tipus de dia. * C, \$: D, #: MC, \$: MP, \$: L

Discussió

Els objectius d'aquest estudi eren (a) determinar l'exigència condicional de càrrega externa en funció dels períodes PISubM durant el microcicle competitiu, (b) comparar el nombre i la durada dels esdeveniments PISubM exigits en les diferents sessions realitzades en el microcicle competitiu, a més de (c) comparar aquesta exigència en funció del PISubM depenent de la posició específica ocupada pels futbolistes durant el microcicle competitiu. La principal conclusió de l'estudi va ser l'existència de diferències significatives en cada una de les variables entre dies d'entrenament/partits de competició i posicions segons l'anàlisi PISubM (nombre de proves i temps per sobre del llindar). Es van destacar els valors que superaven el 50 % dels mostrats en competició. Això es va fer especialment evident en CAV, Esprint, DensAc i DCMA, observades al llarg de diversos dies del microcicle, en nombre d'esdeveniments i en temps per sobre del llindar submàxim. També es van mostrar valors en intervals molt més baixos (menys del 15 %) que els de la competició en nombre d'esdeveniments i temps per sobre del llindar determinat en les variables Mmin i PotMet.

L'estudi dels períodes d'intensitat submàxima en els partits de competició és un tema nou (Caro et al., 2022). Tot i així, continua havent-hi un gran desconeixement sobre les possibles diferències en les característiques d'aquests períodes entre els partits de competició i les diferents sessions d'entrenament durant el microcicle competitiu.

En analitzar el PISubM de variables d'alta velocitat com CAV o Esprint, es van obtenir valors similars (sense diferències significatives) a la competició per a totes les posicions en diverses sessions d'entrenament. Per a la variable CAV en les sessions DP + 1C i DP-4, no es van trobar diferències significatives respecte a la competició. En el cas de la variable Esprint, no es van observar diferències significatives respecte a la competició durant les sessions DP + 1C, DP-4 i DP-3. A diferència d'estudis anteriors que van examinar els valors absoluts o relatius de càrrega en aquestes variables en el futbol masculí i femení (Martín-García et al., 2018; Oliva-Lozano et al., 2022), es van registrar valors d'entre el 45 % i el 65 % de metres d'alta velocitat en els dies d'entrenament amb més estimulació d'aquesta variable (DP-4 i DP-3), en comparació amb la competició. Aquests resultats suggereixen que els jugadors poden reproduir els esforços submàxims realitzats en competició en les variables CAV i Esprint durant les diverses sessions d'entrenament.

Així mateix, durant les sessions DP + 1R, es van acumular esdeveniments PISubM per a la variable CAV, malgrat que aquestes sessions estaven destinades a la recuperació dels esportistes. En aquesta acumulació influeix el disseny d'aquest tipus de sessió, que inclou carreres progressives fins al 70 % de la velocitat màxima subjectiva amb una recuperació curta (cinc carreres progressives de 40 metres amb un descans de

40 segons entre sèries). Aquesta acció repetitiva en un breu espai de temps repercuteix en aquesta variable, sobretot en els jugadors el PIM dels quals per a CAV no és elevat, i s'arriba fàcilment al 85 % (Caro et al., 2022). Aquesta observació podria explicar per què els C mostren valors superiors al 80 % de l'exigència de la competició i els MC s'apropen al 50 % en el nombre d'esdeveniments de CAV PISubM durant les sessions DP + 1R, mentre que els L no registren cap esdeveniment en el mateix exercici. Aquests resultats subratllen la importància de reconèixer diferents perfils, en funció de diverses relacions de PIM i PISubM. Aquestes relacions venen determinades pels valors individuals de PIM i l'exigència física específica de la posició.

També es van observar diferències en l'anàlisi de PISubM en relació amb l'exigència de la competició en variables com PotMet i Mmin. Durant el microcicle, aquestes variables van mostrar valors més baixos: es va assolir un màxim de només el 15 % dels nivells de competició en els dies amb més càrrega d'entrenament (DP-4 i DP-3), tant en la xifra d'esdeveniments com en la durada. Això contrasta amb l'anàlisi per valors relatius a la competició (més del 50 %) en els dies de més càrrega d'entrenament (DP-4 i DP-3) (Chena et al., 2021; Martín-García et al., 2018). Es pot ressenyar que les variables PotMet i Mmin, juntament amb DensAc, presenten valors PISubM més alts en competició, tal com van mostrar Caro et al. (2022).

Contextualitzant les anàlisis en relació amb la naturalesa de les variables, es poden destacar les diferències trobades entre variables contínues com ara DensAc, Mmin o PotMet, i variables d'alta velocitat o DCMA que només es mostren quan el jugador supera cada un dels seus llindars respectius. Com s'ha vist anteriorment, variables com DensAc, Mmin o PotMet són més prevalents durant la competició (Caro et al., 2022), però mostren percentatges més baixos durant les sessions d'entrenament. És possible que hi hagi una infraestimació dels jugadors en variables com ara Mmin i PotMet, les quals mostren diferències significatives en tots els entrenaments en comparació amb la competició. La naturalesa de la variable i la seva connexió amb la tasca d'entrenament poden dilucidar esdeveniments que es produeixen en DP + 1R, on s'assoleixen valors significatius de CAV amb només unes quantes carreres progressives d'intensitat submàxima; no obstant això, no es registra ni un sol esdeveniment de Mmin o PotMet.

Els dies previs a la competició (DM-1 i DM-2) van mostrar valors inferiors en relació amb el percentatge individual màxim del jugador (referit a la competició), la qual cosa s'ajusta a la tendència reflectida durant el microcicle competitiu, quan es fan anàlisis més "clàssiques" (Chena et al., 2021; Díaz-Seradilla et al., 2022; Oliva-Lozano et al., 2022). Aquesta tendència es podria veure influïda per la reducció intencionada de la càrrega d'entrenament que se sol fer abans de la competició (Oliva-Lozano et al., 2022),

la qual, com mostren els resultats del nostre estudi, sembla que també té relació amb els períodes PISubM. Un estudi en futbol sala va demostrar, a partir de situacions d'intensitat alta i molt alta, que el dia més exigent era el DP-2 en diverses variables (Illa et al., 2020b). Atès que el futbol sala és un esport diferent amb una exigència condicional diferent i una distribució de la càrrega potencialment diferent, és possible que les comparacions directes entre estudis no siguin del tot rellevants. No obstant això, que sapiguem, aquest és l'únic estudi que aborda el tema de la PISubM durant un microcicle competitiu en un esport d'equip.

Des de l'anàlisi posicional, els estudis previs que van examinar diverses variables de càrrega externa en xifres absolutes i relatives van mostrar diferències entre les posicions dels jugadors en les variables corresponents a microcicles competitiu (Díaz-Seradilla et al., 2022; Martín-García et al., 2018). Això contrasta amb els resultats dels estudis centrats en els períodes PISubM. Els períodes PISubM sembla que estan influïts per la naturalesa de les dades, que s'individualitzen segons el perfil competitiu. Per tant, un estímul específic de l'esport durant l'entrenament farà que els esdeveniments es distribueixin de manera relativament uniforme en totes les posicions. L'única diferència observada entre posicions va ser en la variable DensAc.

Aquest estudi presenta algunes limitacions. Els resultats procedeixen d'un sol equip amb una metodologia de treball específica, que va examinar microcicles que incloïen un sol partit i tenien una estructura similar. Per afirmar que els resultats d'aquest estudi es poden generalitzar a altres contextos, s'haurien de fer més estudis en aquest sentit, ja que, que ens consti, no existeix bibliografia relacionada. Així mateix, es podria ampliar la mida de la mostra per corroborar les diferències identificades. Una limitació important d'aquest estudi és la interpretació de variables que presentaven mitjanes de zero i una desviació típica de zero en els dies DP + 1R. En aquests casos, no es van observar diferències significatives, la qual cosa es podria deure a la falta de variabilitat de les dades. Aquest fenomen planteja un repte metodològic, ja que l'absència total de variabilitat (quan tots els valors són zero) restringeix la capacitat de les anàlisis estadístiques d'identificar diferències significatives.

Conclusions

El present estudi va demostrar diferències significatives entre les sessions d'entrenament i els partits de competició durant un microcicle competitiu quan es van analitzar mitjançant PISubM. Es van trobar diferències significatives entre els dies d'entrenament en determinades variables, sobretot en DensAc i Esprint, així com diferències notables entre la competició i

els diferents dies d'entrenament en PotMet, Mmin i DCMA (en algunes de les posicions analitzades).

Finalment, es van observar diferències entre els dies d'entrenament, les posicions i la competició. En alguns casos, els resultats d'aquest estudi divergeixen dels obtinguts en estudis anteriors que utilitzaven valors relatius en comparació amb la competició. Això suggereix que l'enfocament actual de l'anàlisi del control de la càrrega d'entrenament podria ser incomplet.

Aplicacions pràctiques

Les diferències observades entre els resultats dels PISubM i altres mètodes de quantificació de la càrrega subratllen la necessitat de trobar noves alternatives per controlar la càrrega en els esports d'equip.

Aquest estudi introdueix una perspectiva nova per analitzar la càrrega d'entrenament i competició. L'anàlisi de PISubM pot ser un complement valuós dels mètodes d'anàlisi que es fan servir en l'actualitat, especialment pel seu enfocament sobre el caràcter intermitent dels esports d'equip.

Durant les sessions d'entrenament realitzades en el microcicle competitiu d'un partit, sembla que els jugadors estan infraestimulats en variables com PotMet, Mmin i DCMA des de la perspectiva d'un esdeveniment de PISubM. Això planteja dubtes sobre la necessitat d'acumular determinats valors d'esdeveniments de PISubM en variables específiques durant el microcicle competitiu perquè la competició sigui eficaç.

L'anàlisi dels períodes de màxima intensitat podria aportar informació sobre un esdeveniment singular de màxima exigència que es produeixi durant les sessions/partits (Caro et al., 2022; Gabbett et al., 2016). Si la intensitat s'associa únicament a aquests pics, es podrien passar per alt els efectes dels esforços intermitents d'intensitat variable (com els màxims, els submàxims, els moderats i les pauses) sobre la fatiga de l'esportista (Carling et al., 2019; Johnston et al., 2014). En aquest context, les fases de joc amb alta intensitat, encara que no assoleixin el pic de partit, han de ser un punt clau de l'entrenament, ja que podrien estar relacionats amb l'acumulació de fatiga en el partit i els processos adaptatius que es pretén generar en les sessions d'entrenament. Tot i així, es pot destacar que el llindar de PISubM està directament relacionat amb el PIM individual del jugador, que és decisiu en els resultats i en la seva interpretació.

Atesa la incertesa que hi ha a l'hora de determinar la càrrega de treball òptima al llarg de la setmana (juntament amb la importància de comprendre la naturalesa de les dades), s'obren noves línies de recerca dirigides a consolidar el PISubM com a eina vàlida i fiable per controlar la càrrega d'entrenament.

Referències

- 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.0000000000001343>
- 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., Rabbani, 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>
- Díaz-Seradilla, E., 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>
- Gimenez, J. V., Garcia-Unanue, J., Navandar, A., Viejo-Romero, D., Sanchez-Sanchez, 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 Educació Física y Deportes*, 142, 80-84. [https://doi.org/10.5672/APUNTS.2014-0983.ES.\(2020/4\).142.10](https://doi.org/10.5672/APUNTS.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/ijsp.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.0000000000003613>
- Martin-Garcia, 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>
- Martin-Garcia, A., Gomez, 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.0000000000002816>
- 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., & Sijsma, 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>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>