

# Cuantificación de carga externa e interna en fútbol masculino semiprofesional

## External and Internal Load Quantification in a semi-professional male football team

Óscar Balaguer Cabeza<sup>1</sup>, Toni Caparrós Pons<sup>1,2</sup>

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

2 SPARG Research Group, Universitat de Vic. España.

### CORRESPONDENCIA:

Óscar Balaguer Cabeza

oscarbalaguer3@gmail.com

Recepción: julio 2020 • Aceptación: septiembre 2020

### CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

Balaguer, O., & Caparrós, T. (2021). Cuantificación de carga externa e interna en fútbol masculino semiprofesional. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16(48), 275-284. <http://dx.doi.org/10.12800/ccd.v16i48.1750>

### Resumen

Con el objetivo de analizar el comportamiento de la carga externa (CE) e interna (CI) en un equipo de fútbol de la Primera División Española Sub-19, se realizó un estudio prospectivo observacional durante un microciclo del periodo competitivo durante la temporada 2018/2019. Durante 5 sesiones de entrenamiento y 1 partido se registró la percepción subjetiva de esfuerzo de sesión (sRPE) y, mediante acelerometría (Polar Team Pro), se analizaron las variables de CE distancia recorrida, número de sprint, velocidad de carrera, desaceleraciones y aceleraciones, y las variables de CI sumatorio de zonas de frecuencia cardíaca (SHRZ; summated heart rate zone) y variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). Se determinó la independencia de las variables y exploraron posibles relaciones entre las variables y su posible coocurrencia. CE y CI se comportaron de manera independiente ( $F=282.05$ ;  $p<.001$ ;  $ES=.25$ ). Se observaron relaciones significativas entre variables de CE y CI: SHRZ se relacionó con la totalidad las variables de CE (Distancia/min,  $r=.845$ ,  $p=.034$ ; Sprint,  $r=.928$ ,  $p=.008$ ; V4/min,  $r=.916$ ,  $p=.01$ ; HSR/min,  $r=.909$ ,  $p=.012$ ; Total DF/min,  $r=.872$ ,  $p=.023$ ; Total AF/min,  $r=.921$ ,  $p=.009$ ). RRMean, con Sprint,  $r=-.856$ ,  $p=.03$ ; Total DF/min,  $r=-.943$ ,  $p=.017$ ; Total AF/min,  $r=-.943$ ,  $p=.017$ ). Se determinó una posible coocurrencia entre CE y CI ( $R^2 = 1.000$ ;  $p = .005$ ) y entre CI y sRPE ( $R^2 = 1.000$ ;  $p = .008$ ). Las variables de CE presentan una posible coocurrencia con la variable de CI SHRZ. La variable subjetiva de CI sRPE presenta una posible coocurrencia con las variables objetivas de CI relativas a la VFC (RR mean, SDNN, RMSSD) y el tiempo de exposición de sesión. Las sesiones de entrenamiento, en un contexto semiprofesional de un equipo de fútbol, no replican las demandas de competición, presentando esta la mayor exigencia del microciclo.

**Palabras clave:** Monitorización, microciclo, acelerometría, SHRZ, VFC, perfil de entrenamiento.

### Abstract

In order to quantify the external and internal load in a Spanish First Division U-19 football team, a prospective observational study was carried out for a microcycle during the 2018/2019 season. For a 5 training sessions and 1 match, session rate of perceived exertion (sRPE) was recorded and, with accelerometry (Polar Team Pro), were analysed studying distance, sprint, running speed, decelerations and accelerations by external load, and summated heart rate zone (SHRZ) and heart rate variability (HRV) by internal load. The independence of the variables was determined and possible relationships between variables and their causality were explored. External and internal load behave independently ( $F=282.05$ ;  $p<.001$ ;  $ES=.25$ ). Significant relationships between external and internal measures were observed: SHRZ was related con to all external variables (Distance/min,  $R=.845$ ,  $p=.034$ ; Sprint;  $r=.928$ ,  $p=.008$ ; V4/min,  $r=.916$ ,  $p=.01$ ; HSR/min,  $r=.909$ ,  $p=.012$ ; Total DF/min,  $r=.872$ ,  $p=.023$ ; Total AF/min,  $r=.921$ ,  $p=.009$ ). RRMean, con Sprint,  $r=-.856$ ,  $p=.03$ ; Total DF/min,  $r=-.943$ ,  $p=.017$ ; Total AF/min,  $r=-.943$ ,  $p=.017$ ). Possible causality was determined between external and internal load ( $R^2=1.000$ ;  $p=.005$ ) and between internal load and sRPE ( $R^2=1.000$ ;  $p=.008$ ). CE variables present a possible co-occurrence with CI variable SHRZ. The subjective IQ variable sRPE presents a possible co-occurrence with the IQ objective variables relative to HRV (RR mean, SDNN, RMSSD) and session exposure time. The training sessions, in a semi-professional context of a soccer team, do not replicate the demands of competition, this being the highest requirement of the microcycle.

**Key words:** Monitoring, microcycle, accelerometry, SHRZ, HRV, training characterization.

## Marco teórico

El fútbol es un deporte de cooperación-oposición de carácter intermitente, caracterizado por la alternancia de esfuerzos realizados a diferentes intensidades con periodos de recuperación variados (Rey-Martínez, 2016), desarrollado durante un período competitivo de unos 9-10 meses, con partidos oficiales de alta exigencia casi cada semana (Brito et al., 2016).

La relación positiva entre disponibilidad de jugadores con ranking de liga y puntos por partido (Bowen et al., 2019) demuestra la elevada correlación entre lesiones deportivas y éxito de equipo (Pol et al., 2018). En un deporte con valores epidemiológicos de seis a nueve lesiones por cada 1.000 horas de exposición, lo que supondría unas cincuenta lesiones por temporada en una plantilla de veinticinco jugadores, o dos lesiones por jugador por temporada (Delecroix et al., 2019; Noya & Sillero, 2012), es necesario preparar de forma específica e individualizada al deportista para afrontar la competición (Casamichana et al., 2013).

De los diferentes modelos de organización y diseño del entrenamiento para el fútbol, la microestructuración y la periodización táctica parecen ser los más propios (Domínguez, 2013). El microciclo estructurado es una unidad de entrenamiento semanal organizada en base al programa del jugador, el estado de recuperación del mismo y las demandas condicionales (Martín-García et al., 2018). Con el objetivo de prevenir la aparición de fatiga o decremento del rendimiento que aparece en calendarios competitivos tan longevos (Brito et al., 2016), se evidencia algo necesario que profesionales especializados, como los preparadores físicos o científicos del deporte, deban controlar determinadas variables que aporten información sobre la carga de entrenamiento.

La cuantificación de la carga de entrenamientos es esencial para determinar cómo se están adaptando los jugadores a la programación, entender las respuestas individuales al entrenamiento, evaluar la fatiga y las necesidades de recuperación, y minimizar los riesgos de sobreentrenamiento y lesión (Bourdon et al., 2017). El mayor riesgo de lesión es una lesión previa, factor interno no modificable, siendo la fatiga el segundo más importante (Delecroix et al., 2019). Sin embargo, es poco probable que una sola variable tenga suficiente poder predictivo del riesgo de lesión (Mccall et al., 2018), debido a la naturaleza multifactorial a diferentes escalas temporales, asociados a características individuales (fisiología, morfología, psicología) o externas al sistema (clima, terreno, rival...) (Pol et al., 2018). Bajo este enfoque integrado se combinan variables de carga externa (CE) e interna (CI) (Bourdon et al., 2017), entendiendo la dimensión externa como

el trabajo físico (carga neuromuscular) realizado durante la sesión, y la interna como las respuestas asociadas al estrés bioquímico (físico y psicofisiológico) y biomecánico (McLaren et al., 2017).

Los conceptos de CE y CI pueden ser valorados por diferentes variables, la aplicabilidad de las cuales depende del contexto. La organización, calidad y cantidad del ejercicio determinan la carga externa (Impellizzeri et al., 2019), monitorizada por tecnología GPS (Global Positioning System) que permite conocer el perfil físico de una manera fiable y válida (Casamichana et al., 2013; Casamichana & Castellano., 2011), mientras que las respuestas psicofisiológicas que ocurren durante la acción motriz del ejercicio determinan la carga interna (Impellizzeri et al., 2019; Campos-Vázquez et al., 2016), medidas principalmente mediante la frecuencia cardíaca, variable objetiva y precisa, y la percepción subjetiva de esfuerzo de sesión (sRPE), método sencillo, no invasivo y económico (Newton et al., 2019).

Las variables de estudio mediante CE más utilizadas son la distancia total recorrida, la distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad establecidas: parado-andando ( $0-6.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera suave ( $7.0-12.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera moderada ( $13.0-17.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera rápida ( $18.0-20.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) y sprint ( $>21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) y las aceleraciones realizadas en diferentes rangos de intensidad: entre  $1.0-1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , entre  $1.5-2.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ,  $2.0-2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  y  $>2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  (Casamichana et al., 2013).

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es un parámetro para medir la CI mediante un sistema de registro fácil y no invasivo que permite evaluar cambios diarios en los deportistas (Capdevila et al., 2008). A partir de los intervalos RR (tiempo en milisegundos entre latidos cardíacos consecutivos) se podría analizar la duración media de todos ellos (RR mean), su desviación estándar (SDNN) y la raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (RMSSD). Estas variables temporales se relacionan con el sistema parasimpático y se definen como indicador global de la fatiga psicofisiológica del deportista (Schmitt et al., 2015). Las variables del dominio frecuencial, que estiman la potencia relativa o absoluta, se dividen en cuatro bandas expresada en Hz (Shaffer & Ginsberg, 2017). También se relaciona el *summated heart rate zone method (SHRZ)*, basado en la división de la sesión de entrenamiento en cinco zonas de frecuencia cardíaca (FC), multiplicando el tiempo en cada zona por un factor de ponderación (Scantlebury et al., 2017).

A pesar de ser un deporte colectivo, cargas de entrenamiento externas teóricamente idénticas podrían provocar cargas internas diferentes en los jugadores del mismo grupo (Gabbett, 2016) debido a las diferencias interindividuales e intraindividuales en el po-

tencial de recuperación, capacidad de ejercicio o tolerancia al estrés. Esta se ha aplicado en el proceso de entrenamiento en otros deportes como el baloncesto (Sansonea et al., 2019), para el control de la fatiga en diferentes modalidades deportivas (Pyne & Martin, 2011) o la prevención de lesiones en fútbol profesional (Ivarsson et al., 2013). En este contexto, parece necesario evaluar a los deportistas individualmente y comparar los resultados obtenidos longitudinalmente (Bourdon et al., 2017) para poder ofrecer a cada deportista la dosis de entrenamiento óptima para maximizar su rendimiento (Newton et al., 2019).

A fin de valorar la posible aplicabilidad del control de las variables de entrenamiento a un ámbito deportivo con mayor número participantes, pero con más limitaciones que el fútbol profesional, el objetivo de esta investigación es analizar el comportamiento de la CE y CI en un microciclo de fútbol, con herramientas de monitorización aplicables para un contexto deportivo semiprofesional.

## Metodología

### Muestra

Veintitrés jugadores de fútbol semiprofesional (edad:  $18.8 \pm .5$  años; altura:  $177.7 \pm 5.5$  cm; masa:  $72.3 \pm 5.8$  kg) de un mismo equipo de la Primera División Española Sub-19, durante la temporada 2018/2019 participaron en el estudio. Los jugadores entrenaban, de media, cuatro días por semana (300-350 min), más un día de competición el fin de semana (138 sesiones; 38 partidos); se analizaron CE y CI de 1 partido (MD, del inglés *match day*) y 5 sesiones de entrenamiento: MD-4, para 4 días antes del partido; MD-3, 3 días antes; MD-2, dos días antes; MD-1, un día antes; MD+1, un día después, donde MD +1R –recuperación– es para jugadores que completaron  $\geq 60$  minutos, y MD +1C –compensación– para los que jugador  $\leq 60$  minutos. Aquellos que no completaron el 80% de las semanas de entrenamiento se excluyeron del estudio, resultando  $n = 18$ . De acuerdo con la Declaración de Helsinki (2013), jugadores, entrenador y club fueron informados del proyecto de investigación, pudiendo abandonarlo en cualquier momento, y preservando el anonimato en el tratamiento de los datos.

### Registro de variables

A cada jugador se le asignó y vinculó un dispositivo Polar Team Pro, el cual posee un sensor de movimiento MEMS de 200 Hz (acelerómetro, giroscopio y brújula digital) y GPS integrado de 10 Hz, que se situaba en el pecho gracias a una banda de frecuencia cardíaca, y también servía para registrar durante la sesión el intervalo RR. El software registraba cada uno de estos intervalos, siendo analizados posteriormente. Previamente al primer registro se programaron cinco categorías de velocidad y cuatro niveles de aceleraciones y deceleraciones diferentes (Casamichana et al., 2013), así como cinco zonas de frecuencia cardíaca (Scanlan et al., 2014) para el cálculo posterior del SHRZ. Se utilizó el método sRPE válido en fútbol (Impellizzeri et al., 2004) para el control de la carga de trabajo.

Del registro de CE se analizó: total de distancia recorrida (DT); velocidades de carrera: velocidad máxima ( $V_{\text{máx}}$ ), velocidad media ( $V_{\text{med}}$ ), número de sprints ( $\geq 25.00 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), distancia de velocidad en zona 1 ( $V1$ ;  $0.00 - 6.99 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), distancia de velocidad en zona 2 ( $V2$ ;  $7.00 - 12.99 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), distancia de velocidad en zona 3 ( $V3$ ;  $13.00 - 17.99 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), distancia de velocidad en zona 4 ( $V4$ ;  $18.00 - 20.99 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) y distancia de carrera a alta intensidad (HSR;  $\geq 21.00 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); total de desaceleraciones 1 ( $D1$ ;  $-0.5 - -1.49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), desaceleraciones 2 ( $D2$ ;  $-1.5 - -1.99 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), desaceleraciones 3 ( $D3$ ;  $-2.00 - -2.49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), desaceleraciones 4 ( $D4$ ;  $\geq -2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), categorizándose las desaceleraciones 3 y 4 de alta intensidad (DF); total de aceleraciones 1 ( $A1$ ;  $0.5 - 1.49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), aceleraciones 2 ( $A2$ ;  $1.5 - 1.99 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), aceleraciones 3 ( $A3$ ;  $2.0 - 2.49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), aceleraciones 4 ( $A4$ ;  $\geq 2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), contabilizando las aceleraciones 3 y 4 de alta intensidad (AF).

### Variables estudiadas

Del registro de CI se analizaron las siguientes variables: intensidad de la sesión (sRPE), modelo de zonas de frecuencia cardíaca sumadas (SHRZ), categorizando zona 1 ( $Z1$ ; 50-59%  $FC_{\text{máx}}$ ), zona 2 ( $Z2$ ; 60-69%  $FC_{\text{máx}}$ ), zona 3 ( $Z3$ ; 70-79%  $FC_{\text{máx}}$ ), zona 4 ( $Z4$ ; 80-89%  $FC_{\text{máx}}$ ) y zona 5 ( $Z5$ ; 90-100%  $FC_{\text{máx}}$ ); y a partir de todos los intervalos RR registrados, se calcularon la duración media de todos los intervalos RR (RR mean), desviación estándar de todos los intervalos RR (SDNN) y raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (RMSSD).

Atendiendo a que la estructura de la competición conlleva encuentros separados cada siete días con cinco sesiones de entrenamiento entre ellos, se siguió el modelo propuesto por Martín-García et al. (2018)

### Procedimiento

Atendiendo a que la estructura de la competición conlleva encuentros separados cada siete días con cinco sesiones de entrenamiento entre ellos, se siguió el modelo propuesto por Martín-García et al. (2018)

Tabla 1. Valores promedio de las variables de CE y CI por sesión de entrenamiento de preparación.

Variable	MD -4	MD -3	MD -2	MD -1
D. Total	5860.0 ± 670.6	6681.3 ± 960.4	4155.6 ± 264.6	4904.8 ± 329.7
D/min.	70.7 ± 8.3	91.4 ± 13.1	52.3 ± 3.4	54.2 ± 3.6
Vmáx.	27.3 ± 1.0	29.3 ± 3.3	27.5 ± 3.0	28.2 ± 2.3
Vmed.	4.3 ± .4	5.5 ± .8	3.3 ± .2	3.4 ± .2
Sprints	29.3 ± 11.5	27.7 ± 14.8	8.9 ± 3.4	14.3 ± 5.1
V3/min.	10.1 ± 2.6	12.2 ± 5.0	4.8 ± 1.2	4.0 ± 1.1
V4/min.	3.0 ± 1.1	3.5 ± 1.4	1.3 ± .4	1.5 ± .6
HSR/min.	3.2 ± 1.6	4.0 ± 2.8	.8 ± .4	1.8 ± 1.0
D3/min.	.8 ± .2	1.0 ± .1	.3 ± .1	.3 ± .1
D4/min.	.8 ± .2	.8 ± .3	.3 ± .1	.3 ± .1
TDF/min.	1.6 ± .4	1.8 ± .3	.6 ± .1	.6 ± .1
A3/min.	1.2 ± .3	1.4 ± .3	.3 ± .1	.4 ± .1
A4/min.	.2 ± .1	.2 ± .1	.4 ± .1	.4 ± .1
TAF/min.	1.4 ± .3	1.6 ± .4	.7 ± .1	.8 ± .2
sRPE	442.3 ± 105.4	493.6 ± 94.2	505.4 ± 96.65	543 ± 106.5
SHRZ	202.1 ± 40.1	204.3 ± 45.4	129.2 ± 34.4	167.3 ± 50.6
RR mean	5.5 ± 4.5	9.1 ± 9.8	17.0 ± 4.9	10.1 ± 11.2
SDNN	84.4 ± 37.7	109.6 ± 54.2	178.0 ± 26.4	116.9 ± 54.4
RMSSD	57.0 ± 49.5	91.7 ± 69.3	175.5 ± 29.0	104.0 ± 64.6

Match Day (MD); distancia (D); minuto (min); velocidad máxima (Vmáx.); velocidad media (Vmed.); zona de velocidad 3 (V3); zona de velocidad 4 (V4); carrera a alta intensidad (HSR); desaceleración nivel 3 (D3); desaceleración nivel 4 (D4). total desaceleraciones 3 y 4 (TDF); aceleración nivel 3 (A3); aceleración nivel 4 (A4); total aceleraciones 3 y 4 (TAF); percepción subjetiva de esfuerzo de sesión (sRPE); summated heart rate zone method (SHRZ); duración media de todos los intervalos RR (RR mean); desviación estándar de todos los intervalos RR (SDNN); raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (RMSSD).

para programar el microciclo de trabajo. Durante un microciclo, previo al inicio de la sesión, el preparador físico colocaba el sensor asignado a cada jugador. Los datos de la sesión se registraban simultáneamente de manera individual. Finalizada la sesión, en el total de las 5 sesiones, se registraba la sRPE. Los jugadores, en una ventana de 30 minutos – 1 hora post sesión o partido, de manera individual y sin conocer las respuestas de los compañeros, respondían a la pregunta “¿Cuánto de exigente ha sido el trabajo?”, recibida mediante un formulario de Google al dispositivo móvil personal. La escala utilizada fue la de Borg CR-10 donde 1 es un esfuerzo muy suave y 10 es un esfuerzo máximo. La intensidad expresada por el jugador se multiplicaba por la duración de la sesión y se expresaba en unidades arbitrarias (UA) (Fanchini et al., 2018).

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el software JASP 0.11.1.0 para Windows 10 (JASP Team, Amsterdam, The Netherlands). En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de tendencia central y determinó la normalidad de la muestra. Atendiendo a la no-normalidad de la muestra, y con el objetivo de determinar la independencia de las variables durante

el transcurso de las sesiones y partido del microciclo, se realizó la prueba de Friedman y, posteriormente, se realizó un test post hoc de Conover's con la corrección de la significación de Bonferroni. Posteriormente, y para determinar la posible relación entre los promedios de las variables de CE y CI de las sesiones de entrenamiento registradas a lo largo del microciclo, y atendiendo a su normalidad, se aplicó el parámetro Rho de Pearson. Los valores del coeficiente fueron entre -1 y +1. Finalmente, se realizaron regresiones lineales múltiples y se exploró la coocurrencia entre las variables de los diferentes parámetros estudiados. El nivel de significación de todos los casos fue  $p < .05$ .

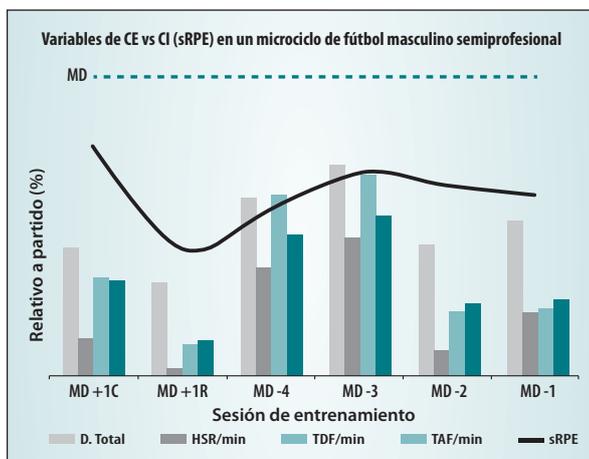
### Resultados

En los 5 entrenamientos registrados con acelerometría (Tabla 1 y Tabla 2), los jugadores sumaron un total de 396 minutos de exposición, se recorrió una distancia media de  $5091.3 \pm 291.7$  metros, se asumieron velocidades medias de  $4 \pm .2$  kilómetros por hora, con valores máximos de  $27.9 \pm .9$  kilómetros por hora, realizando un promedio de  $18.3 \pm 5.2$  sprints y recorriendo una distancia media de  $170.9 \pm 71.9$  metros a alta velocidad (HSR).

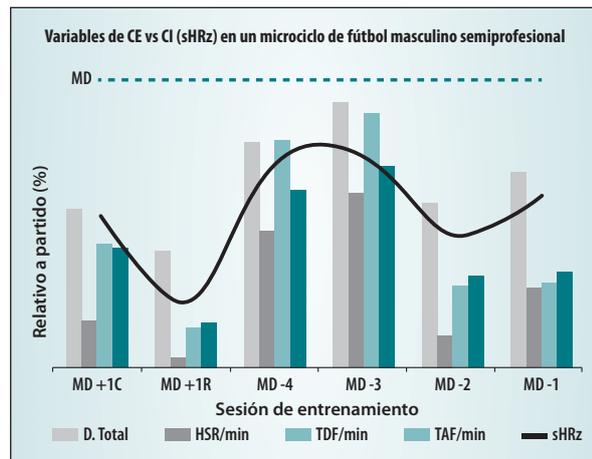
**Tabla 2. Valores promedio de las variables de CE y CI por sesión de entrenamiento compensación, recuperación y partido.**

Variable	MD +1C	MD +1R	MD
D. Total	4029.0 ± 292.9	2952.3 ± 241.8	9589.6 ± 473.9
D/min.	57.0 ± 4.1	42.2 ± 3.3	200.0 ± 10.5
Vmáx.	27.0 ± 2.5	23.4 ± 1.5	30.0 ± 3.8
Vmed.	3.6 ± .2	2.6 ± .2	6.2 ± .4
Sprints	11.4 ± 3.4	3.6 ± 2.2	35.5 ± 5.2
V3/min.	5.8 ± .8	2.0 ± .6	31.3 ± 2.9
V4/min.	1.8 ± .5	.6 ± .4	8.6 ± .9
HSR/min.	1.1 ± .6	.2 ± .2	8.8 ± 2.4
D3/min.	.4 ± .1	.2 ± .1	1.4 ± .1
D4/min.	.5 ± .1	.1 ± .1	1.3 ± .2
TDF/min.	.9 ± .2	.3 ± .1	2.7 ± .2
A3/min.	.4 ± .1	.2 ± .1	1.7 ± .2
A4/min.	.5 ± .2	.2 ± .1	1.3 ± .2
TAF/min.	.9 ± .3	.4 ± .1	3.0 ± .2
sRPE	530.2 ± 123.8	294.4 ± 70.6	614.6 ± 279.8
SHRZ	147.8 ± 36.9	65.7 ± 32.3	330.6 ± 52.8
RR mean	9.9 ± 7.9	17.3 ± 24.7	1.8 ± 1.0
SDNN	114.4 ± 39.9	127.2 ± 74.1	44.2 ± 15.6
RMSSD	100.2 ± 48.0	114.4 ± 39.9	40.1 ± 11.9

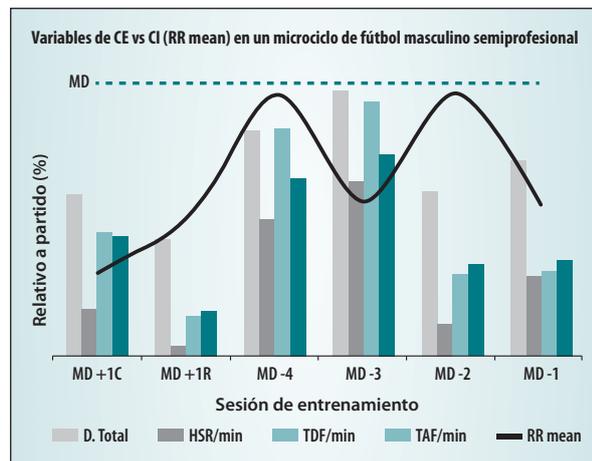
Match Day (MD); compensación (C); recuperación (R); distancia (D); minuto (min); velocidad máxima (Vmáx.); velocidad media (Vmed.); zona de velocidad 3 (V3); zona de velocidad 4 (V4); carrera a alta intensidad (HSR); desaceleración nivel 3 (D3); desaceleración nivel 4 (D4); total desaceleraciones 3 y 4 (TDF); aceleración nivel 3 (A3); aceleración nivel 4 (A4); total aceleraciones 3 y 4 (TAF); percepción subjetiva de esfuerzo de sesión (sRPE); summated heart rate zone method (SHRZ); duración media de todos los intervalos RR (RR mean); desviación estándar de todos los intervalos RR (SDNN); raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (RMSSD).



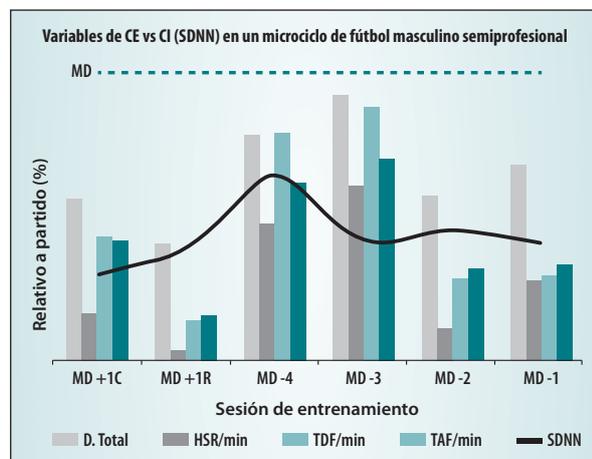
**Figura 1.** Match Day (MD); compensación (C); recuperación (R); distancia (D); minuto (min); carrera a alta intensidad (HSR); total desaceleraciones 3 y 4 (TDF); total aceleraciones 3 y 4 (TAF); percepción subjetiva de esfuerzo de sesión (sRPE).



**Figura 2.** Match Day (MD); compensación (C); recuperación (R); distancia (D); minuto (min); carrera a alta intensidad (HSR); total desaceleraciones 3 y 4 (TDF); total aceleraciones 3 y 4 (TAF); summated heart rate zone method (sHRZ).



**Figura 3.** Match Day (MD); compensación (C); recuperación (R); distancia (D); minuto (min); carrera a alta intensidad (HSR); total desaceleraciones 3 y 4 (TDF); total aceleraciones 3 y 4 (TAF); duración media de todos los intervalos RR (RR mean).



**Figura 4.** Match Day (MD); compensación (C); recuperación (R); distancia (D); minuto (min); carrera a alta intensidad (HSR); total desaceleraciones 3 y 4 (TDF); total aceleraciones 3 y 4 (TAF); desviación estándar de todos los intervalos RR (SDNN).

Tabla 3. Correlaciones de Pearson (Rho) entre los parámetros de CE y CI (n=5).

		SHRz	RR mean	SDNN	RMSSD
Distancia/min	Pearson's Rho	.845	-.669	-.471	-.488
	p-value	.034	.146	.346	.326
Sprints	Pearson's Rho	.928	-.856	-.659	-.686
	p-value	.008	.03	.155	.132
V4/min	Pearson's Rho	.916	-.811	-.595	-.620
	p-value	.01	.05	.212	.189
HSR/min	Pearson's Rho	.909	-.79	-.616	-.634
	p-value	.012	.062	.193	.192
Total DF/min	Pearson's Rho	.872	-.787	-.602	-.630
	p-value	.023	.068	.206	.180
Total AF/min	Pearson's Rho	.921	-.803	-.555	-.579
	p-value	.009	.055	.253	.228

Summated heart rate zone method (SHRZ); duración media de todos los intervalos RR (RR mean); desviación estándar de todos los intervalos RR (SDNN); raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (RMSSD); minuto (min); zona de velocidad 4 (V4); carrera a alta intensidad (HSR); total desaceleraciones 3 y 4 (Total DF); total aceleraciones 3 y 4 (Total AF).

Tabla 4. Regresión lineal múltiple que explica SHRZ en función de variables de CE. Resumen del modelo de regresión.

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajustada	RMSE
1	1.000	1.000	1.000	.354

Variables predictoras: Distancia/min; HSR/min; Total AF/min; Total DF/min. Variable dependiente: SHRZ

## ANOVA de la ecuación

Modelo		Suma cuadrados	df	Media cuadrados	F	p
1	Regression	13444.320	4	3361.080	26837.011	.005
	Residual	.125	1	.125		
	Total	13444.446	5			

Modelo 1 incluye: Distancia/min; HSR/min; Total AF/min; Total DF/min.

## Coeficientes de la ecuación

Modelo		No estandarizado	Error estándar	Estandarizado	t	p
1	(Intercept)	98.623	1.367		72.168	.009
	Distancia/min	-2.631	.037	-.880	-71.473	.009
	HSR/min	31.596	.382	.896	82.625	.008
	Total AF/min	350.828	2.663	3.072	131.759	.005
	Total DF/min	-186.505	1.880	-2.177	-99.197	.006

Asimismo, se reportó una sRPE promedio de  $472.9 \pm 119.9$  u.a., asumiendo  $468.2 \pm 91.9$  unidades arbitrarias por evento, registrándose  $170.1 \pm 7.0$  unidades de SHRZ. Respecto la VFC se obtuvo una duración media de los intervalos (RR mean) de  $10.3 \pm 7.4$ , una desviación estándar de intervalos RR (SDNN) de  $120.7 \pm 16.7$  y una raíz cuadrada media de las diferencias de los intervalos RR (RMSSD) de  $105.7 \pm 9.8$ .

En el partido (Tabla 2) registrado se recorrió una distancia media de  $9589.6 \pm 473.9$  metros, se asumieron velocidades medias de  $6.2 \pm .4$  kilómetros por hora, con valores máximos de  $30.0 \pm 3.8$  kilómetros por hora, con un promedio de  $35.5 \pm 5.2$  sprints y recorriendo una distancia media de  $8.8 \pm 2.4$  metros a alta velocidad (HSR).

La sRPE promedio reportada fue de  $614.6 \pm 279.8$  u.a., registrándose  $330.6 \pm 52.8$  unidades de SHRZ. Los valores de VFC de RR mean fueron de  $1.8 \pm 1.0$ , una SDNN de  $44.2 \pm 15.6$  y una RMSSD de  $40.1 \pm 11.9$ .

Atendiendo al análisis estadístico, se observaron diferencias significativas entre el conjunto de variables de CE y de CI durante las diferentes sesiones del microciclo ( $F=282.05$ ;  $p<.001$ ;  $ES=.25$ ). El posterior análisis post hoc determinó la independencia entre las variables en todos los casos ( $p<.05$ ) excepto entre sRPE y RRMean ( $p=1$ ) y entre SDNN y SHRZ ( $p=1$ ). El test correlacional (Tabla 3) permitió determinar relaciones significativas entre las variables de CE y CI. La variable SHRZ presentó relaciones significativas positivas con la totalidad las variables de CE (Distancia/

**Tabla 5. Regresión lineal múltiple que explica sRPE en función de variables de CI. Resumen del modelo de regresión.**

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajustada	RMSE
1	1.000	1.000	1.000	.014

Variables predictoras: RR mean; SDNN; RMSSD; Tiempo total de sesión (min). Variable dependiente: sRPE.

#### ANOVA de la ecuación

Modelo		Suma cuadrados	df	Media cuadrados	F	p
1	Regression	6.639	4	1.660	9007.643	.008
	Residual	1.843e-4	1	1.843e-4		
	Total	6.640	5			

Modelo 1 incluye: RR mean; SDNN; RMSSD; Tiempo total de sesión (min).

#### Coefficientes de la ecuación

Modelo		No estandarizado	Error estándar	Estandarizado	t	p
1	(Intercept)	21.837	.143		152.527	.004
	RR mean	-.523	.003	-2.131	-183.745	.003
	SDNN	-.242	.003	-6.517	-75.906	.008
	RMSSD	.249	.003	8.383	95.155	.007
	Tiempo total (min)	-.090	8.770e-4	-.624	-102.620	.006

min,  $r=.845$ ,  $p=.034$ ; Sprint,  $r=.928$ ,  $p=.008$ ; V4/min,  $r=.916$ ,  $p=.01$ ; HSR/min,  $r=.909$ ,  $p=.012$ ; Total DF/min,  $r=.872$ ,  $p=.023$ ; Total AF/min,  $r=.921$ ,  $p=.009$ ). Unas de las variables de CI propias de la VFC presentaron relaciones significativas negativas con algunas de las variables de CE. En el caso de RRMean con Sprint,  $r=-.856$ ,  $p=.03$ ; Total DF/min,  $r=-.943$ ,  $p=.017$ ; Total AF/min,  $r=-.943$ ,  $p=.017$ ) y una tendencia también negativa con Sprints ( $r=-.811$ ,  $p=.05$ ). No se observaron relaciones para SDNN y RMSSD.

Finalmente, la regresión lineal múltiple propuesta mostró que SHRZ (CI) podría verse definida por la combinación lineal de las siguientes variables de CE por minuto: Dist/min, HSR/min, Total AF/min y Total DF/min ( $R^2 = 1.000$ ;  $p = .005$ ) (Tabla 4).

El desarrollo de regresión lineal múltiple mostró relación de ( $R^2 = 1.000$ ;  $p = .008$ ) en la definición de la sRPE a partir de la combinación lineal de los parámetros de VFC RR mean, SDNN, RMSSD y Total tiempo de sesión (Tabla 5).

## Discusión

El hallazgo más relevante observado en este estudio es la relación que presentan las variables de CE y CI a lo largo de un microciclo preparatorio, así como la posibilidad de presentar un modelo de monitorización ecológico, en el presente contexto deportivo específico.

CE y CI son propiedades emergentes diferentes donde cada acción física conlleva una respuesta fisiológi-

ca (Newton et al., 2019). Atendiendo a los resultados observados ( $F=282.05$ ;  $p<.001$ ) CE y CI deberían ser valoradas de manera independiente (Impellizzeri et al., 2019), sugiriéndose una respuesta individual a cada una de las diferentes propuestas de entrenamiento. Atendiendo a las posibles diferencias entre variables, precisamente aquellas en las que no se dan sRPE y RR-Mean, ni SDNN con sHRz (ambas con  $p=1$ ), en todos los casos son variables propias de CI. La no existencia de diferencias entre sRPE y RRMean podría ir asociada al comportamiento de ambas variables. La mayor percepción de la intensidad se asocia a FC mayores, momentos en el que la RRMean sería menor (Brito et al., 2016). En este contexto específico, este resultado estaría de acuerdo a la literatura que presenta el sRPE como herramienta subjetiva válida para la valoración de la respuesta fisiológica (CI) objetiva del deportista en modalidades intermitentes (Scott et al., 2013). En todo caso, CE se comporta de manera independiente con todas las variables de CI. Los resultados obtenidos en este estudio permitirían valorar posibles relaciones entre ambos parámetros (Tabla 3), ayudando a comprender el efecto de la CE en el jugador. Por un lado, una variable propia de CI, SHRZ, presentó relaciones significativas positivas con la totalidad de las variables de CE ( $p<.01$ ). Y otra, RR mean, asociada a la VFC, lo hizo de manera negativa ( $p<.05$ ) a los Sprint y Total DF/min y Total AF/min, que establece relación con la afectación a su recuperación, estrés o fatiga acumulados (Sansonea et al., 2019). Estos resultados, en un contexto deportivo multifactorial (Pol et al., 2018), nos

podría ofrecer una primera visión del efecto global de la CE en la recuperación, estrés o fatiga de cada jugador.

Asimismo, las diferencias interindividuales e intra-individuales provocan que CE idénticas provoquen CI diferentes (Bourdon et al., 2017; Gabbett, 2016). Se observa una posible coocurrencia ( $R^2 = 1.000$ ) (Tabla 4 y Tabla 5), donde hallamos que la relación de variables puede ayudar a descifrar la carga de entrenamiento y acercarse a la dosis óptima de entrenamiento, proponiéndose necesaria la monitorización de ambas naturalezas de manera individual y longitudinal (Bourdon et al., 2017).

Tratando de organizar la estructura de las sesiones en busca de optimizar las adaptaciones fisiológicas y aumentar el rendimiento de los deportistas, en un microciclo con una sola competición la concentración de carga más elevada se produce en el componente central del microciclo, MD -4 y MD -3, mientras que 48 horas precompetición (MD -2 y MD -1) se produce un decremento notable (Clemente et al., 2019; Martín-García et al., 2018; Stevens et al., 2017). Así como Martín-García et al. (2018), en la sesión MD +1 se diferencia el grupo de jugadores que completaron la mayor parte del partido ( $\geq 60$  minutos) de los que jugaron un tiempo parcial ( $\leq 60$  minutos), recibiendo los segundos una carga de trabajo superior.

Atendiendo a la naturaleza de un deporte complejo que desarrolla los partidos mediante movimientos impredecibles, resultantes de la combinación de cortos esfuerzos multidireccionales de alta intensidad y largos períodos de baja intensidad (Martín-García et al., 2018; Bradley & Ade, 2018), durante las sesiones de entrenamiento las acciones de máxima intensidad y corta duración predominan sobre las acciones de máxima intensidad y larga duración. En las sesiones MD+1C, MD-4 y MD-3, donde la CE es más elevada, los jugadores tienden a realizar un  $\pm 12\%$  más desaceleraciones que aceleraciones, en cambio, en las sesiones de menor CE (MD+1R, MD-2 y MD-1) sucede lo contrario, las aceleraciones son  $\pm 3\%$  superiores a las desaceleraciones. Tal y como propone la literatura, en deportes colectivos, la intensidad de las acciones para frenar es superior a la intensidad de las acciones para acelerar. Las variables SHRZ y CE presentan una posible coocurrencia ( $R^2 = 1.000$ ) reportando un comportamiento idéntico, a mayor volumen de CE, mayor respuesta de SHRZ (Tabla 4).

A pesar del auge de herramientas objetivas para monitorizar las CE y CI, continúa siendo necesaria la evaluación mediante variables ecológicas, apareciendo así métodos subjetivos como la sRPE (Newton et al., 2019): la segunda regresión lineal propuesta (Tabla 5) permitiría definir la CI del deportista a partir de

la sRPE ( $R^2 = 1.000$ ). El uso de una variable podría permitir interpretar la otra, así como complementar la información que esta reportaría para la gestión de la carga previa y posteriormente a la sesión. Aun así, no deberíamos caer en el error de ofrecer máxima validez a dicho método, puesto podría presentar ciertas limitaciones. Atendiendo a la literatura (Halperin & Emanuel, 2019; Scott et al., 2013), la sRPE presenta un comportamiento similar al SHRZ, por tanto, al comportamiento de las variables de CE pero, contextualizando el análisis de las sesiones MD-2 y MD-1, (Figura 1) en este caso podríamos considerar que no es un método que permita diferenciar la carga absoluta de la sesión, puesto que son dos sesiones con una carga  $\pm 25\%$  menor a MD-4 y MD-3, y la sRPE reportada es muy similar. En relación al perfil de RR mean, coincide con la continuidad temporal de la sesión (Figura 3). En las sesiones MD-4 y MD-2, donde existe pausa entre acciones de máxima intensidad aparecen los valores más altos. Por el contrario, cuando la sesión presenta poca recuperación y mucha continuidad de las tareas (MD+1C, MD-3, MD-1), los valores son inferiores, puesto el tiempo entre latidos es menor y, por tanto, la variabilidad (Brito et al., 2016).

La competición representa la carga absoluta más elevada del microciclo, pero el perfil de las demandas absolutas y por minuto de las sesiones de entrenamiento difiere del de las de la competición. De acuerdo a los resultados del presente estudio, y siguiendo a Casamichana et al. (2013), se observa que, en relación por minuto, tanto el número de desaceleraciones y aceleraciones como la intensidad valorada mediante CI se reproduce e, incluso, se puede sobre solicitar. Sin embargo, variables como HSR o sprint se alejan mucho de la realidad competitiva, presentando diferencias porcentuales de 30-40%. Dicha desemejanza podría venir debido al sobreuso de juegos reducidos en las sesiones de entrenamiento, alejándose del uso de espacios y distancias en que se desarrolla la competición (Casamichana et al., 2013).

El actual estudio presenta una serie de limitaciones. El entorno semiprofesional en una disciplina abierta y compleja puede provocar errores o pérdidas de registro, siendo necesaria una muestra de análisis amplia y longitudinal en el tiempo para la validación del perfil de entrenamiento y competición.

## Conclusiones

Variables de alta intensidad de CE por minuto (D, HSR, TDF y TAF) presentan una posible coocurrencia con la variable de CI SHRZ. Asimismo, también se ha

observado una posible coocurrencia entre variables subjetivas de CI, como la sRPE, y variables objetivas de CI relativa a la VFC (RR mean, SDNN, RMSSD) y el tiempo de exposición de sesión. El perfil de entrenamiento podría definirse por diferentes variables de CE (D. total, V<sub>máx</sub>, V<sub>med</sub>, Sprints, V3, V4, HSR, D3, D4, TDF, A3, A4, TAF) y, a su vez, de CI (sRPE, SHRZ, RR mean, SDNN y RMSSD), pudiéndose comportar de manera independiente y complementaria. Las sesiones de entrenamiento, en un contexto semiprofesional de un equipo de fútbol, no replican las demandas de competición, presentando esta la mayor exigencia del microciclo.

### Aplicaciones prácticas

Ante la necesidad de conocer el estado y las necesidades diarias del o la deportista para su óptimo rendimiento, se descarta el análisis exhaustivo de la totalidad de los datos ofrecidos por las herramientas de CE y CI. Es necesario seleccionar los datos relevantes

para el contexto en el que se desarrolla la actividad, y así extraer perfiles objetivos de manera individual. Conocer las relaciones entre las variables permitiría la posibilidad de simplificar dicho análisis según el objetivo. El análisis de valores de CI previo a sesión podría ofrecer información para programar la CE necesaria a fin de optimizar el desarrollo del humano deportista.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los jugadores que han participado en el estudio y al cuerpo técnico, que ha permitido el desarrollo de la investigación y ayudado en su registro.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(1), 161-170. doi:10.1123/IJSP.2017-0208
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-low, S., & Li, F. (2019). Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5 - 7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. *British journal of sports medicine*, 1-9. doi:10.1136/bjsports-2018-099422
- Bradley, P. S., & Ade, J. D. (2018). Are current physical match performance metrics in elite soccer fit for purpose or is the adoption of an integrated approach needed? *International Journal of Sports Physiology and Performance*. doi:10.1123/ijsp.2017-0433
- Brito, J., Hertzog, M., & P. Nassis, G. (2016). Do match-related contextual variables influence training load in highly trained soccer players? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2). doi:10.1519/JSC.0000000000001113
- Campos-Vázquez, M. Á., González-Jurado, J. A., León-Prados, J. A., Toscano-Bendala, F. J., & Suarez-Arrones, L. (2016). Comparación de la carga interna entre partidos amistosos y un juego condicionado en jugadores profesionales de fútbol. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 11, 67-73. <https://doi.org/10.12800/ccd.v11i31.644>
- Capdevila, L., Rodas, G., Ocaña, M., Parrado, E., Pintanel, M., & Valero, M. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de salud en el deporte: validación con un cuestionario de calidad. *Apunts Medicina de l'Esport*, 62-69. doi:10.1016/S1886-6581(08)70073-2
- Casamichana, D., Castellano, J., & Dellal, A. (2013). Perfil cinemático en partidos amistosos de futbolistas semiprofesionales. *Journal of Sport and Health Research*, 5(3), 283-294.
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2011). Demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol: ¿se entrena igual que se compite? *Cultura, Ciencia y Deporte*, 6, 121-127. doi:10.12800/ccd.v6i17.39
- Clemente, F. M., Owen, A., & Serra-olivares, J. (2019). Characterization of the weekly external load profile of professional soccer teams from Portugal and the Netherlands, 66(March), 155-164. Doi:10.2478/hukin-2018-0054
- Delecroix, B., Delaval, B., Dawson, B., Berthoin, S., & Dupont, G. (2019). Workload and injury incidence in elite football academy players. *Journal of Sports Sciences*. doi:10.1080/02640414.2019.1584954
- Dominguez, E. (2013). Alternativas en la estructura y diseño del microciclo en el fútbol. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, (1), 1-14.
- Fanchini, M., Rampinini, E., Riggio, M., Coutts, A. J., Pecci, C., & McCall, A. (2018). Despite association, the acute:chronic work load ratio does not predict non-contact injury in elite footballers. *Science and Medicine in Football*, 1-7. doi:10.1080/24733938.2018.1429014
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British journal of sports medicine*, (January), 1-9. doi:10.1136/bjsports-2015-095788
- Halperin, I., & Emanuel, A. (2019). Rating of perceived effort: methodological concerns and future directions. *Sports Medicine*. doi:10.1007/s40279-019-01229-z
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *Journal of sports physiology and performance*, (January). doi:10.1123/ijsp.2018-0935
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. doi:10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F
- Ivarsson A, Johnson U & Podlog L. (2013) Psychological predictors of injury occurrence: a prospective investigation of professional Swedish soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2013;22:19-26. doi:10.1123/jsr.22.1.19
- Martín-García, A., Gómez, A., Bradley, P., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 1-8. doi:10.1519/JSC.0000000000002816
- Mccall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2018). Internal workload and non-contact injury: a one- season study of five teams from the UEFA Elite Club Injury Study. *British journal of sports medicine*, 1-6. doi:10.1136/bjsports-2017-098473
- Mclaren, S. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2017). The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: a meta-analysis. *Sports Medicine*. doi:10.1007/s40279-017-0830-z
- Newton, M., Owen, A. L., & Baker, J. S. (2019). Monitoring external and internal training loads: relationships with injury risk in professional soccer: A review. *EC Orthopaedics*, (August), 686-697.
- Noya, J., & Sillero, M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts Medicina de l'Esport*, 1-9. doi:10.1016/j.apunts.2011.10.001
- Pol, R., Hristovski, R., Medina, D., & Balague, N. (2018). From microscopic to macroscopic sports injuries. Applying the complex dynamic systems approach to sports medicine: a narrative review. *British journal of sports medicine*, 1-8. doi:10.1136/bjsports-2016-097395
- Pyne D.B. & Martin D.T. (2011). Fatigue-insights from individual and team sports. In: Marino FE, ed. *Regulation of fatigue in exercise*. New York: Nova Science, 2011:177-85.
- Rey-Martínez, J. (2016). Métodos para la cuantificación de la carga en el fútbol. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 11-23.
- Sansonea, P. A., Tessitore, A., Paulauskas, H., Lukonaitiene, L., Tschanc, H., Plaugar, V. & Conte D. (2019). Physical and physiological demands and hormonal responses in basketball small-sided games with different tactical tasks and training regimes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22, 602-606. doi:10.1016/j.jsams.2018.11.017
- Scanlan, A., Wen, N., Tucker, P., & Dalbo, V. (2014). The relationship between internal and external training load models during basketball training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2397-2405. doi:10.1519/JSC.0000000000000458
- Scantlebury, S., Till, K., Atkinson, G., Sawczuk, T., & Jones, B. (2017). The within-participant correlation between s-RPE and heart rate in youth Sport. *Sports Medicine International Open*, 1. doi:10.1055/s-0043-118650
- Schmitt, L., Regnard, J., & Millet, G. P. (2015). Monitoring fatigue status with HRV measures in elite athletes: an avenue beyond RMSSD? *Frontiers in Physiology*, 6, 343. doi:10.3389/fphys.2015.00343
- Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate variability Metrics and Norms. *Front Public Health*. 2017;28:258. doi:10.3389/fpubh.2017.00258
- Scott, T. J., Black, C. R., Quinn, J., & Coutts, A. J. (2013). Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training in Australian football: a comparison of the CR10 and CR100 scales. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 270-276. doi:10.1519/JSC.0b013e3182541d2e
- Stevens, T. G. A., Ruiter, C. J. De, Twisk, J. W. R., Savelsbergh, G. J. P., & Beek, P. J. (2017). Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 117-125. doi:10.1080/24733938.2017.1282163