



ANÁLISIS DE LA CARGA INTERNA Y EXTERNA DE ENTRENAMIENTO, DESENTRENAMIENTO Y COMPETICIÓN EN JUGADORAS DE FÚTBOL DE ÉLITE

Memoria que presenta para la obtención del grado de Doctora:

Dña. Elba Díaz Serradilla

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

INSTITUTO DE BIOMEDICINA (IBIOMED)

León, 2022

Directores:

Dr. Alejandro Rodríguez Fernández. Universidad de León.

Dr. José Gerardo Villa Vicente. Universidad de León.

“Soy porque vosotros fuisteis”

Deseo agradecer a todas aquellas personas que de forma directa o indirecta han participado en esta Tesis Doctoral, y de manera especial:

A mis directores de Tesis, Dr. José Gerardo Villa Vicente, que me ha acompañado desde mis inicios en el mundo de la investigación, siendo clave tanto en mi formación académica como en mi vida profesional y Dr. Alejandro Rodríguez Fernández que ha dedicado muchas horas de forma desinteresada a mi formación y me ha guiado en todo el proceso, no les puedo estar más agradecida.

A la Universidad de León, la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y el Grupo de Investigación VALFIS (Valoración de la condición física en relación con la salud, el entrenamiento y el rendimiento deportivo), por su formación y por facilitarme los recursos necesarios para poder llevar a cabo esta Tesis Doctoral.

Al cuerpo técnico con el que he compartido todos estos años y todas las jugadoras que han formado parte del proceso, especialmente Alberto, Adri, sin vuestra ayuda esto no hubiera sido posible.

A mis compañeros en el Centro de Alto Rendimiento de Madrid, Zigor, Elaia, Aitor, Guille, Pedro, gracias sobre todo por hacerme pensar.

A mis padres, mi familia y mis amigos, siempre vais a ser mi punto de referencia. No tengo hojas para agradeceros todo lo que hebéis hecho por mí.

ÍNDICE



Activación precompetitiva realizada por las jugadoras participantes en una de las fases experimentales de esta Tesis Doctoral. Jugadoras pertenecientes al club Rayo Vallecano de Madrid, S.A.D.

ÍNDICE DE TABLAS	2
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	6
RESUMEN	10
1. ANTECEDENTES	12
1.1. CONTEXTO DEL FÚTBOL FEMENINO	14
1.2. PERFIL DEL RENDIMIENTO DE LA FUTBOLISTA	17
1.2.1. <i>COMPOSICIÓN CORPORAL</i>	19
1.2.2. <i>CUALIDAD CARDIORRESPIRATORIA</i>	21
1.2.3. <i>CUALIDAD NEUROMUSCULAR</i>	24
1.2.3.1 FUERZA	25
1.2.3.2 VELOCIDAD.....	27
1.2.3.3 AGILIDAD	28
1.2.3.4 SALTO	30
1.3 CONTROL Y CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO.....	32
1.3.1 <i>CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA INTERNA</i>	34
1.3.1.1 FRECUENCIA CARDIACA.....	34
1.3.1.2 ESCALAS SUBJETIVAS.....	37
1.3.1.3 TEST NEUROMUSCULARES	40
1.3.1.4 MARCADORES BIOQUÍMICOS.....	42
1.3.2 <i>CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA EXTERNA</i>	43
1.3.2.1 DISPOSITIVOS GPS	43
1.3.2.2 VARIABLES DE CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA REGISTRADAS POR DISPOSITIVOS GPS	46
1.3.2.3 UMBRALES O RANGOS DE VELOCIDAD UTILIZADOS EN LOS DISPOSITIVOS GPS	48
1.3.3 <i>ANÁLISIS DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO</i>	51
1.3.3.1 INTEGRACIÓN DE CARGA INTERNA Y EXTERNA.....	51
1.3.3.2 ESCENARIOS MÁS DEMANDANTES DE LA COMPETICIÓN	53
1.3.3.3 RATIO DE CARGA AGUDO-CRÓNICO	54
1.3.3.4 CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO SEMANAL	56

1.3.3.5	DETECCIÓN DE CAMBIOS INDIVIDUALES.....	57
1.3.3.6	MODELOS PREDICTIVOS MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	59
1.4	CUANTIFICACIÓN DE LAS DEMANDAS DE LA COMPETICIÓN.....	60
1.4.1	<i>ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS INTERNAS DE COMPETICIÓN</i>	61
1.4.1.1	MONITORIZACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA.....	61
1.4.1.2	ESCALAS SUBJETIVAS.....	62
1.4.1.3	TEST NEUROMUSCULARES	63
1.4.1.4	MARCADORES BIOQUÍMICOS.....	64
1.4.2	<i>ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS EXTERNAS DE COMPETICIÓN</i>	66
1.4.2.1	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA	66
1.4.2.2	DISTANCIA RECORRIDA A ALTA INTENSIDAD	68
1.4.2.3	DISTANCIA RECORRIDA A SPRINT.....	71
1.4.2.4	ACELERACIONES Y DECELERACIONES.....	73
1.4.2.5	ACCIONES REPETIDAS DE ALTA INTENSIDAD.....	76
1.4.2.6	PLAYER LOAD.....	77
1.4.2.7	ESCENARIOS MÁS DEMANDANTES DE LA COMPETICIÓN	78
1.4.2.8	ANÁLISIS CUALITATIVO.....	79
1.5	DESENTRENAMIENTO	82
1.5.1	<i>DESENTRENAMIENTO POR INTERRUPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</i>	83
1.5.2	<i>DESENTRENAMIENTO POR ESTÍMULO INSUFICIENTE</i>	84
1.5.3	ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN DEL DESENTRENAMIENTO	85
1.5.3.1	ENTRENAMIENTO MEDIANTE JUEGOS REDUCIDOS.....	86
1.5.3.2	ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD (HIIT).....	90
1.5.3.3	SPEED ENDURANCE TRAINING	93
2.	OBJETIVOS.....	96
2.1	OBJETIVO GENERAL	98
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	98
1.6	HIPÓTESIS	99
3.	METODOLOGÍA.....	100
3.1	PARTICIPANTES.....	102

3.2	PROCEDIMIENTO	102
3.2.1	<i>REGISTRO DE LA CARGA Y DEMANDAS EXTERNAS</i>	102
3.2.2	<i>REGISTRO DE LA CARGA Y DEMANDAS INTERNAS</i>	105
3.2.3	<i>TEST DE RENDIMIENTO</i>	106
3.2.4	<i>DETERMINACIÓN DEL TOTAL SCORE OF ATHLETICISM</i>	108
3.2.5	<i>ANÁLISIS NOTACIONAL</i>	108
3.2.6	<i>INTERVENCIONES DE COMPENSACIÓN</i>	109
3.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	110
4.	RESULTADOS	112
4.1	ANÁLISIS DE LA CARGA EXTERNA INTER E INTRA MICROCICLO EN JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONAL: UN ENFOQUE BASADO EN LA DEMARCACIÓN	114
4.2	ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS DE MÁXIMA EXIGENCIA EN JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONALES: UN ENFOQUE BASADO EN LA DEMARCACIÓN Y EL DÍA DEL MICROCICLO.....	135
4.3	ANÁLISIS DE LOS PATRONES DE GOL EN FÚTBOL PROFESIONAL FEMENINO.....	155
4.4	ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN DE LA CARGA EN JUGADORAS DE FÚTBOL SUPLENTES: EFECTOS EN LA SESIÓN Y EL MICROCICLO	173
4.5	EFECTOS DE UN PERIODO DE DESENTRENAMIENTO DE CORTA DURACIÓN EN MUJERES FUTBOLISTAS: ANÁLISIS DESDE UN MARCADOR GLOBAL DE RENDIMIENTO.	192
5.	CONCLUSIONES	206
6.	BIBLIOGRAFÍA	210

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: VALORES DE COMPOSICIÓN CORPORAL EN MUJERES FUTBOLISTAS.	20
TABLA 2: VALORES EN TESTS DE RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA EN MUJERES FUTBOLISTAS.	23
TABLA 3: VALORES DE FUERZA MÁXIMA EN JUGADORAS DE FÚTBOL.	26
TABLA 4: VALORES DE VELOCIDAD MÁXIMA EN MUJERES FUTBOLISTAS.	28
TABLA 5: VALORES OBTENIDOS EN TESTS DE AGILIDAD POR MUJERES FUTBOLISTAS.	29
TABLA 6: VALORES EN TESTS DE SALTO EN MUJERES FUTBOLISTAS.	31
TABLA 7: VALORES DE VELOCIDAD UMBRAL PARA DETERMINAR LAS DIFERENTES ZONAS DE VELOCIDAD UTILIZADOS EN FÚTBOL FEMENINO.	48
TABLA 8: MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN EN ZONAS DE VELOCIDAD UTILIZANDO UMBRALES INDIVIDUALES.	50
TABLA 9: VALORES DE TD RECORRIDA EN COMPETICIÓN POR MUJERES FUTBOLISTAS.	67
TABLA 10: VALORES DE HID DURANTE COMPETICIÓN EN MUJERES FUTBOLISTAS.	70
TABLA 11: VALORES DE SPD DURANTE LA COMPETICIÓN EN MUJERES FUTBOLISTAS.	72
TABLA 12: VALORES DE ACELERACIONES Y DESACELERACIONES EN COMPETICIÓN EN MUJERES FUTBOLISTAS.	75
TABLA 13: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SSGs. ADAPTADO DE LAURSEN Y BUCHHEIT (2019).....	88
TABLA 14: CARACTERÍSTICAS DE LAS JUGADORAS DE FÚTBOL QUE HAN PARTICIPADO EN LOS DIFERENTES ESTUDIOS.	102
TABLA 15: VARIABLES DE CARGA Y DEMANDAS EXTERNAS REGISTRADAS Y ANALIZADAS MEDIANTE DISPOSITIVOS GPS EN LAS DIFERENTES FASES EXPERIMENTALES.	104
TABLA 16: CARGA EXTERNA MEDIA DURANTE CUATRO MICROCICLOS CONSECUTIVOS.	120
TABLA 17: CARGA EXTERNA MEDIA DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO Y PARTIDO DURANTE CUATRO MICROCICLOS CONSECUTIVOS.	121
TABLA 18: CARGA EXTERNA DEL MICROCICLO EN FUNCIÓN DE LA DEMARCACIÓN OCUPADA EN EL TERRENO DE JUEGO.	122
TABLA 19: CARGA EXTERNA EN FUNCIÓN DE LOS DÍAS QUE FALTAN PARA EL PARTIDO Y LA DEMARCACIÓN DE LAS JUGADORAS.	123
TABLA 20: DEMANDAS FÍSICAS DURANTE LOS ESCENARIOS DE MÁXIMA EXIGENCIA EN COMPETICIÓN EN FUNCIÓN DE LA DEMARCACIÓN EN DIFERENTES VENTANAS TEMPORALES EN JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONALES.	141
TABLA 21: DEMANDAS FÍSICAS DURANTE LOS ESCENARIOS DE MÁXIMA EXIGENCIA EN FUNCIÓN DE LA SESIÓN DEL MICROCICLO EN DIFERENTES VENTANAS TEMPORALES EN JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONALES.	142
TABLA 22. CRITERIOS DE CODIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.	158

<i>TABLA 23: FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LAS ACCIONES DE LOS GOLES EN EL RENDIMIENTO OFENSIVO DE LAS JUGADORAS DE FÚTBOL DE ÉLITE.</i>	<i>160</i>
<i>TABLA 24: RELACIÓN ENTRE EL ESPACIO DE LA PORTERÍA Y EL LUGAR DE FINALIZACIÓN EN PARTIDOS DE FÚTBOL DE JUGADORAS DE ÉLITE. FRECUENCIAS Y PORCENTAJES.</i>	<i>163</i>
<i>TABLA 25: CARGA EXTERNA DE CADA ESTRATEGIA DE COMPENSACIÓN DEL ENTRENAMIENTO Y EL PARTIDO EN MUJERES FUTBOLISTAS DE ÉLITE.</i>	<i>179</i>
<i>TABLA 26: CARGA EXTERNA ACUMULADA EN EL MICROCIclo DE ENTRENAMIENTO ENTRE LAS JUGADORAS TITULARES Y SUPLENTEs EN CADA UNA DE LAS ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN DEL ENTRENAMIENTO.</i>	<i>181</i>
<i>TABLA 27: RESULTADOS DE RSA Y CMJ PREVIOS Y DESPUÉS DE UN PERIODO DE DESENTRENAMIENTO DE DOS SEMANAS EN MUJERES FUTBOLISTAS.</i>	<i>197</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS SOBRE FÚTBOL FEMENINO Y MASCULINO EN LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS. ELABORACIÓN PROPIA, PUBMED (09-02-2022).....	15
FIGURA 2: FACTORES DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO DEL FUTBOLISTA. ADAPTADO DE BRADLEY Y ADE (2018).	17
FIGURA 3: MALETÍN DE CARGA Y TRANSFERENCIA DE DATOS Y DISPOSITIVO GPS UTILIZADOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA Y DEMANDAS EXTERNAS DE ENTRENAMIENTO Y COMPETICIÓN.	103
FIGURA 4: ESCALA DE REGISTRO DE LA PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO MODIFICADA (BORG, 1982).....	105
FIGURA 5: ÍTEMS Y ESCALA DE LIKERT UTILIZADA PARA DETERMINACIÓN DEL WELLNESS.....	106
FIGURA 6: DISTANCIA A SPRINT Y VELOCIDAD MÁXIMA DE JUGADORAS PROFESIONALES DE FÚTBOL RELATIVA AL PARTIDO DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO. CD = DEFENSA CENTRAL; FB = LATERAL/ CARRILERA; CM= MEDIOCENTRO; FW = DELANTERA * = DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON MD-1.....	124
FIGURA 7: DEMANDAS FÍSICAS DURANTE LOS WCS RELATIVOS A COMPETICIÓN. A = 1 MINUTO; C= 3 MINUTOS; C = 5 MINUTOS; D = 10 MINUTOS. TD = DISTANCIA TOTAL; HID = DISTANCIA A ALTA INTENSIDAD; SPD = DISTANCIA A SPRINT; ACC = ACELERACIONES; DECC = DECELERACIONES; HMLD = DISTANCIA DE ALTA CARGA METABÓLICA. * = DIFERENCIA SIGNIFICATIVA CON MD-3; † = DIFERENCIA SIGNIFICATIVA CON MD-1 Y ‡ = DIFERENCIA SIGNIFICATIVA CON MD-2.	143
FIGURA 8: DEMANDAS FÍSICAS DURANTE LOS WCS RELATIVOS A COMPETICIÓN. A = DEFENSA CENTRAL; B =DEFENSA LATERAL /CARRILERO; C= CENTROCAMPISTA; D = DELANTERO. * = DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON MD-4; TD = DISTANCIA TOTAL; HID = DISTANCIA RECORRIDA A ALTA INTENSIDAD; SPD = DISTANCIA RECORRIDA A SPRINT; † = DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON MD-3 Y ‡ = DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON MD-2.....	144
FIGURA 9: PORCENTAJE Y FRECUENCIA DE GOLES ANOTADOS DESDE CADA ZONA DE FINALIZACIÓN EN FÚTBOL FEMENINO DE ÉLITE.	159
FIGURA 10: NÚMERO DE GOLES ANOTADOS POR INTERVALO DE TIEMPO DE 15 MINUTOS EN FÚTBOL FEMENINO DE ÉLITE.	161
FIGURA 11: RESULTADOS DEL WELLNESS EN FUNCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ENTRENAMIENTO EMPLEADA. MD = COMPETICIÓN; RBD = RUNNING BASED DRILLS; SSG = SMALL SIDED GAMES; RBD + SSG = INTERVENCIÓN MIXTA.	180
FIGURA 12: CARGA EXTERNA DE LAS ESTRATEGIAS DE ENTRENAMIENTO: A) RUNNING BASED DRILLS (RBD), B) SMALL SIDED GAMES (SSG) Y C) INTERVENCIÓN MIXTA (RBD +SSG) EL MD+1 RELATIVAS A LAS DEMANDAS DE PARTIDO. TD = DISTANCIA TOTAL; HID = DISTANCIA A ALTA INTENSIDAD; SPD = DISTANCIA A SPRINT; ACC = ACELERACIONES; DECC = DECELERACIONES Y MSS = VELOCIDAD MÁXIMA. * = DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TITULARES Y SUPLENTE.	182

<i>FIGURA 13. CMJ PRE Y POST DESENTRENAMIENTO DE DOS SEMANAS DE DURACIÓN EN MUJERES FUTBOLISTAS. * = DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON PRE.</i>	198
<i>FIGURA 14: RSAMEDIO Y SPRINT DE 30 M PRE Y POST DESENTRENAMIENTO DE DOS SEMANAS DE DURACIÓN EN MUJERES FUTBOLISTA. * = DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON PRE.</i>	198
<i>FIGURA 15: VALORES DE TSA PREVIOS Y DESPUÉS DE DOS SEMANAS DE DESENTRENAMIENTO. EN MUJERES FUTBOLISTAS. DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS Y NIVEL DE SIGNIFICACIÓN P = 0.000.</i>	199
<i>FIGURA 16: VALORES DE Z-SCORE EN LOS TEST DE CMJ, RSAMEDIO Y SPRINT DE 30 M PREVIOS Y DESPUÉS A DOS SEMANAS DE DESENTRENAMIENTO EN MUJERES FUTBOLISTAS. DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS Y NIVEL DE SIGNIFICACIÓN P = 0.000.</i>	199

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACC = Aceleración
ACCHI = Aceleraciones de alta intensidad
ACMJ = Salto Abalakov
ATP = Adenosín trifosfato
ASR = Velocidad de reserva anaeróbica
AU = Unidades Arbitrarias
CD = Defensa central
CEA = Ciclo estiramiento - acortamiento
CK = Creatina Kinasa
CM = Mediocentro
CMJ = Salto con contramovimiento
CRP = Proteína C reactiva
CSD = Consejo superior de deporte
CV = Coeficiente de variación
DECC = Deceleración
DECCHI = Deceleraciones de alta intensidad
DEXA = Densitometría ósea
DCD = Desentrenamiento de corta duración
DLD = Desentrenamiento de larga duración
DJ = *Drop jump*
DOMS = Dolor muscular de origen retardado
DLD = Desentrenamiento de larga duración
EVA = Escala visual analógica del dolor
EWMA = *Exponentially weighted moving averages*
FB = Defensa lateral
FC = Frecuencia cardiaca
FCmax = Frecuencia cardiaca máxima
FCr = Frecuencia cardiaca de reserva
FIFA = Federación internacional de fútbol asociado
FW = Delantero
GPS = Sistema de posicionamiento global
HID = Distancia recorrida a alta intensidad

HIIT = Entrenamiento interválico de alta intensidad
HMLD = Distancia recorrida a alta carga metabólica
IA = Inteligencia Artificial
IFAB = *International Football Association Board*
IMC = Índice de masa corporal
IMU = Unidad de medición inercial
IL-6 = Interleukina - 6
LDH = Lactato deshidrogenasa
LPS = Sistema de posicionamiento local
MAS = Velocidad aeróbica máxima
ML = *Machine Learning*
MSD = Distancia a velocidad moderada
MSS = Velocidad máxima de sprint
Nm = Newton/metro
PCA = Análisis de los componentes principales
PL = *Player load*
Ppm = Pulsaciones por minuto
RBD = *Running Based Drills*
RM = Repetición máxima
RPE = Escala de esfuerzo percibida
RSA = Capacidad de realizar sprints repetidos
RSI = Índice de fuerza reactiva
RHSA = Acciones repetidas de alta intensidad
SEM = *Speed endurance maintenance*
SEP = *Speed endurance production*
SET = *Speed endurance training*
SPD = Distancia recorrida a sprint
S/PS = Ratio simpático/ parasimpático
SS = *Stress Score*
RFD = Ratio de desarrollo de la fuerza
RSI = Índice de fuerza reactiva
RSA = Capacidad de repetir sprints
RSA_T = Entrenamiento de sprints repetidos
SD = Desviación estándar

SJ = Salto sin contramovimiento
SSG = Juego en espacio reducido
sRPE = Sesión RPE
SWC = Mínimo cambio detectable
TD = Distancia total
TEI = Índice de la eficiencia del entrenamiento
TQR = Escala de calidad de la recuperación
TNF - α = Factor de necrosis tumoral α
TRIMP = *Training Impulse*
TSA = *Total Score of Athleticism*
UA = Unidades arbitrarias
UWB = *Ultra wide band*
VAM= Velocidad aeróbica máxima
VFC = Variabilidad de la frecuencia cardiaca
VHSR = Distancia a muy alta intensidad
VO₂ = Consumo de oxígeno
v VO₂max = Velocidad en el consumo máximo de oxígeno
VO₂max = Consumo máximo de oxígeno
VT1 = Umbral aeróbico
VT2 = Umbral anaeróbico
WCS = Escenario de máxima exigencia

RESUMEN

Los deportes colectivos gozan en la actualidad de una gran popularidad, concretamente el fútbol es el deporte con un mayor número de practicantes en el mundo. La FIFA estima que 13.4 millones de mujeres practican este deporte, siendo el número de licencias federativas femeninas en España de 77461 respecto a las 997106 masculinas, en 2020. Esto supone más de un 50% de incremento respecto a las registradas hace una década (33744 en 2010). Dadas las diferencias fisiológicas y antropométricas entre hombres y mujeres, es necesario el análisis específico de las exigencias a las que se ven sometidas las mujeres en sus entrenamientos y competiciones, y no la extrapolación de los resultados obtenidos por los estudios que analizan hombres futbolistas. Concretamente, esta Tesis Doctoral analiza la distribución de la carga de entrenamiento y las demandas de competición a las que se ven sometidas mujeres futbolistas de élite, junto con el análisis de los efectos del desentrenamiento y posibles estrategias para su disminución. Los resultados obtenidos muestran que las sesiones ubicadas en el centro del microciclo (estructura de entrenamiento habitual empleada en el fútbol femenino) son las que presentan una carga más elevada, no existiendo grandes diferencias entre demarcaciones. Además, la distribución de la carga muestra una estrategia de *taper*, disminuyendo la carga los días previos a la competición. Asimismo, la sesión central del microciclo es la única en la que se reproducen las situaciones de máxima exigencia a las que las mujeres se ven sometidas en competición, siendo las defensas laterales las que recorren una mayor distancia a alta intensidad en estos escenarios durante esta sesión. Cuando se pretende simular la carga de competición en aquellas jugadoras que disputan un menor número de minutos (jugadoras suplentes) y tratar así de paliar los posibles efectos del desentrenamiento, una estrategia combinando *Small Sided Games* y *Running Based Drills*, parece ser la que más se acerca a las demandas competitivas. Un periodo de desentrenamiento de dos semanas se ha mostrado suficiente para el descenso del rendimiento, tanto en la capacidad de salto con contramovimiento, en el sprint como en la capacidad de repetir sprints. Por último, el análisis de las situaciones que concluyen en gol en la Primera División femenina española, mostró que las finalizaciones exitosas ocurren principalmente en ataques posicionales, al primer toque, con un incremento en el número de goles en los 15 minutos finales del partido, y que los equipos que marcan el primer gol pierden únicamente un 10% de los partidos.

1. ANTECEDENTES



Jugadoras de fútbol portando un dispositivo GPS (WIMU SPRO, Almería, España) para la cuantificación de la carga externa durante una de las fases experimentales desarrolladas en esta Tesis Doctoral.

1.1.CONTEXTO DEL FÚTBOL FEMENINO

Los deportes colectivos gozan de una gran popularidad en la actualidad, siendo los que suman un mayor número de licencias federativas. El fútbol en concreto es el deporte con un mayor número de practicantes en todo el mundo, según la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) más de 270 millones de personas lo practican de forma activa (Turner & Stewart, 2014). Se trata de un deporte técnico táctico, acíclico, de cooperación y oposición, complejo, con patrones de actividad impredecibles y estocásticos, de cancha compartida y participación simultánea, demandando a los jugadores la realización de esfuerzos de alta intensidad y corta duración, combinados con esfuerzos de menor intensidad y sostenidos en el tiempo (Bradley et al., 2018; Malone et al., 2015; Masanovic et al., 2018).

Desde 1996, momento en el que el fútbol femenino se convirtió en deporte olímpico (Atlanta 96), ha experimentado un crecimiento exponencial en todo el mundo, especialmente en la última década. La FIFA estima que 13.4 millones de mujeres practican este deporte, de las cuales un 76% lo hacen de manera federada. Este crecimiento ha permitido generar una estructura profesional y que se movilicen recursos para su desarrollo, lo que ha originado un incremento del rendimiento y nivel de las competiciones así como de las expectativas puestas en ellas, desencadenando una mayor inversión en investigación científica que pueda ayudar a mejorar el rendimiento de las jugadoras (Strauss et al., 2019).

El número de licencias federativas femeninas de fútbol en España en 2020 registradas en el Consejo Superior de Deportes (CSD) fue de 77461 respecto a las 997106 masculinas, esto supone más de un 50% de incremento de licencias femeninas respecto a las registradas hace una década (33744 en 2010) (CSD, 2021). Actualmente en España hay una Liga Profesional de Fútbol Femenino (Liga Iberdrola) que cuenta con 16 equipos, una segunda división nacional (Liga Reto Iberdrola) que se divide en dos grupos de 16 equipos y una tercera división nacional (Liga Primera Nacional) dividida en 7 grupos de 14 equipos. Las diferentes ligas regionales regidas por cada federación territorial se encuentran en niveles inferiores. Las reglas de juego que rigen el desarrollo de las competiciones son las mismas que rigen la competición masculina, determinadas por la International Football Association Board (IFAB).

Este incremento de popularidad se ha visto reflejado en un incremento del número de publicaciones científicas sobre fútbol femenino en todas las áreas de conocimiento (el análisis de las demandas de competición, estudios epidemiológicos sobre la incidencia lesional, métodos de entrenamiento, o el análisis táctico del juego). Aún así el volumen de publicaciones sigue siendo inferior al que se realizan en el fútbol masculino (111 publicaciones en el fútbol masculino frente a 73 publicaciones en el fútbol femenino en 2022) (Figura 1).

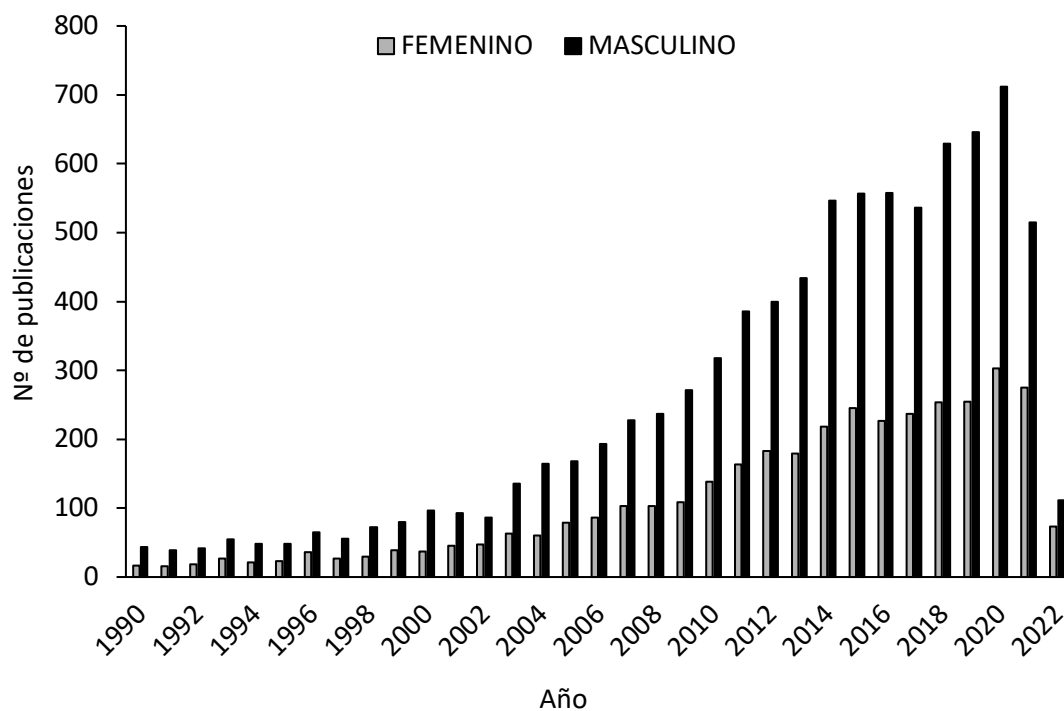


Figura 1. Publicaciones científicas sobre fútbol femenino y masculino en los últimos 30 años. Elaboración propia, PubMed (09-02-2022)

El incremento de la práctica de este deporte, además del interés científico ha originado una profesionalización del mismo, desencadenando en una mejor preparación de la futbolista y por lo tanto mejorando su rendimiento, reflejado esto en una mayor realización de esfuerzos durante competición en todo el rango de intensidades (Bradley et al., 2019). Como reflejan diferentes estudios en los últimos años se ha incrementado la distancia que recorren las futbolistas en competición (Cardoso de Araújo et al., 2020; de Araújo & Mießen, 2017). Por ejemplo, en el último mundial de fútbol femenino (Francia, 2019) la distancia a alta intensidad (HID) y distancia a sprint (SPD) fue un 15% y un 29% respectivamente mayor que en el mundial de Canadá, 2015 (Bradley, 2020)

Este incremento de las demandas de competición, tiene que ser considerado por entrenadores y preparadores físicos con especial relevancia, ya que es necesario que las jugadoras estén en disposición de responder a esas situaciones. Sin embargo, en general la tendencia es a replicar las estructuras de periodización y planificación del entrenamiento (Gentles et al., 2018; Mara et al., 2015a), los tipos de entrenamiento (Turner et al., 2013a, 2013b) y recuperación (Andersson et al., 2008; Sjökvist et al., 2011) del fútbol masculino, siendo necesarios estudios que analicen de forma específica las particularidades del fútbol femenino y las adecuadas estrategias de optimización del rendimiento, así como como cuantificar las cargas de entrenamiento, o del desentrenamiento (Buchheit, 2019; Clemente et al., 2014; Walker & Hawkins, 2018).

1.2. PERFIL DEL RENDIMIENTO DE LA FUTBOLISTA

El rendimiento en fútbol depende de numerosos factores (Figura 2), si bien es cierto que se trata de un deporte eminentemente técnico-táctico, es necesario un alto nivel de condición física o estado de forma, para satisfacer las demandas competitivas (Laursen & Buchheit 2019). Cardoso et al. (2020) establecieron que son necesarios una serie de requisitos condicionales mínimos para alcanzar el fútbol de élite y, aunque es cierto que las actividades explosivas como los sprints o saltos son determinantes en los momentos decisivos (la acción previa al gol más común es un sprint en línea recta) (Faude et al., 2012), aspectos relacionados con la resistencia aeróbica y la capacidad de resistir y repetir acciones de alta intensidad son cruciales a la hora de mantener el ritmo de competición. Por lo tanto, los jugadores deben tener un equilibrio entre la condición física aeróbica y anaeróbica (Iaia et al., 2009), la agilidad, velocidad y fuerza (Turner & Stewart, 2014) y la capacidad de repetir acciones de alta intensidad (RSA) (Rodríguez-Fernández et al., 2019).

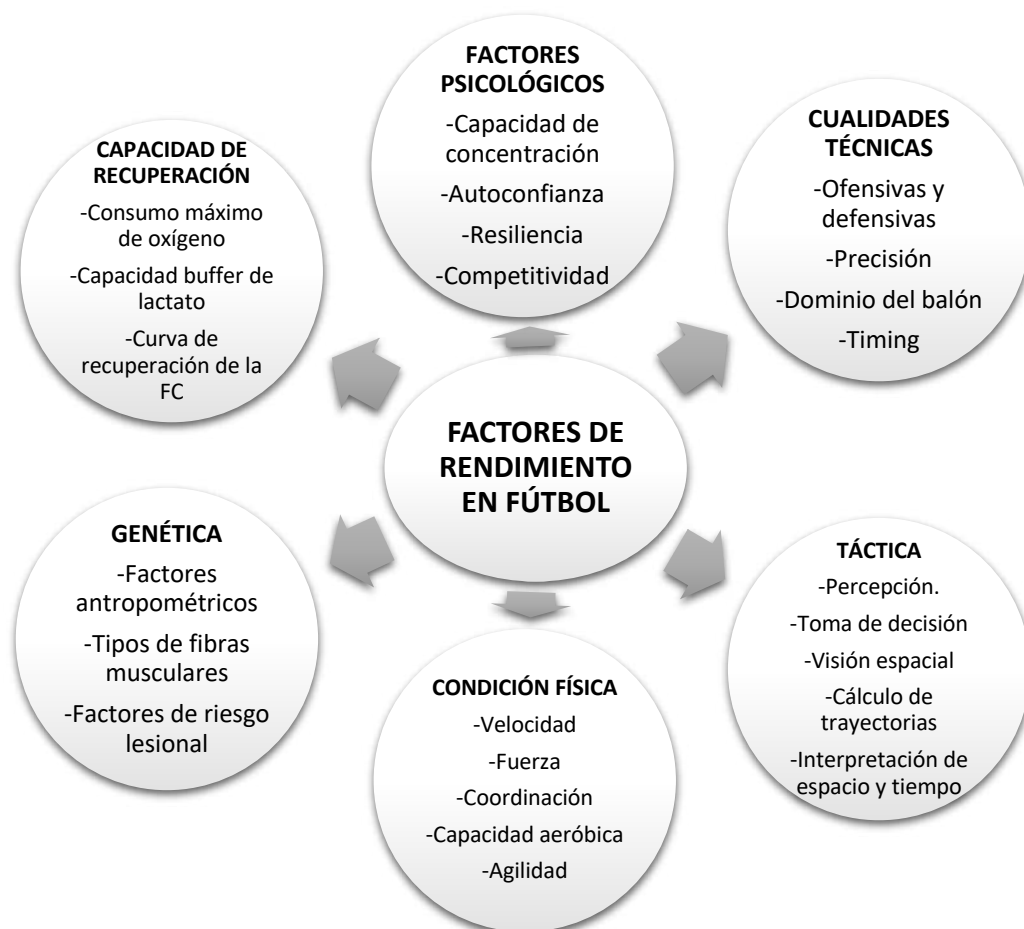


Figura 2: Factores determinantes del rendimiento del futbolista. Adaptado de Bradley y Ade (2018).

Las futbolistas tienen que adaptarse y satisfacer las exigencias de la competición para rendir al más alto nivel. Por lo tanto, el perfil fisiológico de las jugadoras de élite junto con el conocimiento de las demandas de competición, serán los referentes fundamentales en el establecimiento de los factores determinantes del rendimiento y, por lo tanto, en el diseño de los programas de entrenamiento (Reilly et al., 2000). El perfil fisiológico de la jugadora de fútbol, se determina mediante la realización de diferentes test de valoración de la condición física los cuales pueden ser generales o específicos del deporte. En un inicio, en la valoración del futbolista, predominaba la aplicación de test generales utilizando protocolos originales del atletismo (una de las medidas más habituales era la valoración del consumo máximo de oxígeno (VO_2max)) mediante test en el laboratorio (Haugen et al., 2014) o bien test de campo como el Multistage shuttle run test (Castagna et al., 2010) o el Test de la Universidad de Montreal (Bok & Foster, 2021) que pretendían estimar el mismo. Posteriormente se desarrollaron test más específicos, centrándose en las demandas del deporte, como el test intermitente 30:15 (Buchheit, 2008) o el *Yo-Yo Intermittent Test* (Bangsbo et al., 2008; Turner et al., 2011). El rendimiento en estos test, habitualmente se determina registrando las respuestas físicas (distancia recorrida o velocidad) y fisiológicas (Frecuencia Cardíaca, FC) de las jugadoras durante la realización del test, aunque al tratarse como hemos comentado anteriormente de un deporte complejo, en el que el rendimiento está condicionado por la interconexión de diferentes factores, se puede lograr el éxito con una condición física moderada si a nivel técnico-táctico la jugadora presenta un nivel destacado (Pyne et al., 2014).

Turner et al. (2011) proponen una batería de test para valorar jugadores de fútbol de forma previa al inicio de la temporada y a lo largo de la misma para conocer su estado de fitness, compuesta por la evaluación de: antropometría (peso y altura), salto sin contramovimiento (SJ), salto con contramovimiento (CMJ), índice de fuerza reactiva (RSI), repetición máxima (RM) en cargada de potencia, RM en sentadilla, test de agilidad, test de velocidad de 30 metros y test intermitente de capacidad aeróbica (por ejemplo el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test*). Los autores recomiendan realizar la batería en el orden anteriormente expuesto para asegurarse de que haya una recuperación adecuada entre evaluaciones y no se produzca un efecto negativo de una sobre otras. Esta batería de test además ha sido utilizada para valorar a mujeres futbolistas (Lockie et al., 2018).

1.2.1. COMPOSICIÓN CORPORAL

Para mejorar el nivel de rendimiento la composición corporal es un aspecto que se ha considerado clave tanto por su influencia en las capacidades físicas del sujeto como para su salud, siendo importante, además, en la prevención de lesiones (Sutton et al., 2009). A la hora de analizar la composición corporal diferentes métodos han sido empleados en mujeres futbolistas, como valoraciones cineantropométricas (Sedano et al., 2009), bioimpedancia (Oliveira et al., 2021) o la absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) (Hedt et al., 2022)

En el fútbol entre los diferentes componentes de la composición corporal se le presta una especial atención a el porcentaje de masa grasa y el porcentaje de masa libre de grasa ya que un elevado porcentaje de masa grasa presenta efectos negativos para el rendimiento mientras que la masa magra o libre de grasa es importante para la producción de fuerza, potencia y velocidad (Oliveira et al., 2021). Las mujeres futbolistas suelen tener en torno a un 20% de masa grasa y alrededor de 45 kg de masa libre de grasa (Can et al., 2004; Krstrup et al., 2010). En la Tabla 1 se muestran valores de referencia de mujeres futbolistas de diferentes edades y niveles competitivos.

La composición corporal va a estar condicionada por la edad, el sexo, la raza y también por ciertas alteraciones médicas (Sutton et al., 2009). Las futbolistas de élite tienen una mejor composición corporal que las futbolistas amateurs, menor porcentaje de masa grasa ($21.9 \pm 0.97\%$ vs $29.4 \pm 1.15\%$) y mayor porcentaje de masa muscular ($41.5 \pm 0.94\%$ vs $36.1 \pm 0.98\%$) (Sedano et al., 2009). Analizando diferencias entre las demarcaciones específicas únicamente se encuentran diferencias entre las porteras y las jugadoras de campo, teniendo las primeras un mayor porcentaje de masa grasa ($28.44 \pm 2.03\%$) y menor porcentaje de masa muscular ($36.9 \pm 2.8\%$) (Sedano et al., 2009). Estudios en fútbol masculino observan la misma tendencia, además muestran que los porteros suelen ser más altos que la media del equipo y más pesados y tienen una mayor masa grasa y menor masa libre de grasa relativa al peso corporal que los jugadores de campo (Arnason et al., 2004).

Klappotharakos et al. (2006) mostraron diferencias en la composición corporal entre jugadores de equipos mejor o peor clasificados, destacando la importancia de una buena composición corporal para el rendimiento en fútbol. También se han establecido diferencias en el porcentaje de grasa entre futbolistas de élite (entre un 9.9 y 11.9%) y

amateurs (entre un 12.4 y 16.5%) (Slimani & Nikolaidis, 2018). Hasta la fecha no hay estudios que relacionen composición corporal y datos de rendimiento físico como por ejemplo test de salto o sprint o datos de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) de entrenamiento o partido. Sutton et al. (2009) analizan diferencias en composición corporal entre futbolistas de nivel nacional e internacional no encontrando diferencias significativas, por lo que una buena composición corporal es un factor limitante a la hora de llegar al fútbol de élite, pero podría no servir para diferenciar como factor de rendimiento entre futbolistas de alto nivel.

Tabla 1: Valores de composición corporal en mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (kg)	Masa grasa (%)	Masa libre de grasa (kg)
Hammami et al. (2020) *	Selección tunecina sub 17	16.5 ± 0.4	165.4 ± 5.8	66.4 ± 8.4	21.2 ± 3.2	-
Sedano et al. (2009)*	Primera división española	21.3 ± 3.7	161.3 ± 0.7	57.9 ± 0.8	21.9 ± 0.9	-
Emmonds et al. (2019) &	Primera división inglesa	25.4 ± 7.0	167.2 ± 5.3	62.6 ± 5.1	21.31 ± 3.9	46.2 ± 4.5
Oliveira et al. (2021) §	Primera división portuguesa	22.7 ± 6.3	167.5 ± 5.6	60.7 ± 6.6	-	44.9 ± 1.4
Krustrup et al. (2010) §	Primera división danesa	23 ± 5	169 ± 10	60.1 ± 7	18.5 ± 5	-
Can et al. (2004) *	Primera división turca	20.7 ± 2.1	162.4 ± 5.8	56.6 ± 5	19.8 ± 0.7	45.7 ± 3.9
Sedano et al. (2009)*	Amateur	19.1 ± 0.8	161.8 ± 7.1	61.2 ± 11	24.6 ± 5.1	-

* = Cineantropometría; § = Bioimpedancia y & = DEXA

Estudiando cambios en la composición corporal a lo largo de la temporada también se han observado diferencias significativas ($p < 0.001$), con una tendencia a disminuir la masa grasa y aumentar la masa libre de grasa a partir de la mitad de la temporada (-11.9% y 1.3% respectivamente) y hacia el final de la misma (-8.3% y 1.5% respectivamente), probablemente debido a una mayor intensidad de los entrenamientos y mayor acumulación de volumen de competición (Milanese et al., 2015). Estos resultados van en concordancia con la planificación habitual en fútbol, ya que el mejor estado de forma suele alcanzarse al final de la temporada (Mara et al., 2015; Walker & Hawkins, 2018). Son necesarios estudios en mujeres futbolistas que confirmen estos hallazgos.

1.2.2. CUALIDAD CARDIORRESPIRATORIA

Bangsbo (1990) demostró que más del 90% de la energía que se utiliza durante un partido de fútbol se obtiene mediante el metabolismo aeróbico, a su vez Alves (1998) define la cualidad aeróbica como “la capacidad de realizar una prestación de una determinada intensidad sin deterioro de la eficiencia mecánica, a pesar de la acumulación de fatiga”. Por tanto, sus funciones son: mantener la intensidad el mayor tiempo posible, acelerar los procesos de recuperación y mejorar la capacidad de soportar cargas. En este sentido, tener una buena capacidad aeróbica permitirá a las futbolistas mantener las acciones de alta intensidad a lo largo del partido, acelerar el proceso de recuperación y mantener un buen nivel de rendimiento físico hasta el final del partido (Helgerud et al., 2001; Slimani & Nikolaidis, 2018).

Tradicionalmente la metodología para valorar la cualidad aeróbica en fútbol se basó en la realización de test de laboratorio (determinación del $VO_2\max$ y umbrales ventilatorios y lácticos), ya que se consideraban métodos precisos de valoración de la capacidad y potencia aeróbica (Bosquet et al., 2002). A la hora de detectar cambios inducidos por el entrenamiento el $VO_2\max$ ha mostrado no ser suficientemente sensible a mejoras de la condición aeróbica en futbolistas mientras que test submáximos que valoran las concentraciones de lactato a diferentes intensidades se mostraron sensibles a los cambios producidos por el entrenamiento (Bangsbo, 1994a; Casajús, 2001; Helgerud et al., 2001).

Posteriormente para valorar la resistencia de forma más específica en un deporte acíclico como es el fútbol, en el que el rendimiento ha sido relacionado más a la velocidad, fuerza, agilidad y el RSA se comenzaron a utilizar test interválicos progresivos, que alternan

periodos de alta intensidad con periodos de recuperación y simulan mejor las demandas de competición incluyendo también acciones de cambio de dirección o deceleraciones (Buchheit, 2008).

Ejemplos de este tipo de test son el *Yo-Yo Intermittent Endurance Test* desarrollado por Bangsbo et al. (2008) que mostró una correlación significativa entre el rendimiento en el mismo (metros recorridos) y el VO₂max y con la HID (>15 km/h) en competición ($p = 0.71$ en ambos casos). Posteriormente, con el objetivo no solamente evaluar la condición física sino prescribir el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), surgió el *30-15 Intermittent Fitness Test* (Buchheit, 2008) el cual se obtuvo correlaciones significativas con otros test validados previamente en la literatura como el test de *Montreal Track Test* ($p < 0.05$) y *20-m shuttle run test* ($p < 0.05$).

Helgerud et al. (2001) probaron que un mayor VO₂max aumenta el rendimiento en fútbol debido a aumentos medidos en partido en la TD, en el número de sprints, contactos con el balón y la capacidad de mantener una mayor intensidad a lo largo del partido, medida como porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima (%FCmax). Durante un partido de fútbol las deportistas recorren a una media de 10-12 km, similar a la intensidad correspondiente al umbral anaeróbico (80-90% de la FCmax) (Stølen et al., 2005). Aunque al expresar la intensidad de un partido como un promedio se pierde información muy importante al tratarse un deporte acíclico ya que junto con esta gran demanda de la capacidad de resistencia los futbolistas tienen que efectuar numerosas acciones explosivas (i.e. saltos, cambios de dirección, sprints) en cortos periodos de tiempo donde la intensidad es máxima, por lo tanto, la capacidad de repetir estas acciones sin que baje la intensidad junto con una buena capacidad de recuperación van a ser determinantes en el rendimiento en fútbol (Stølen et al., 2005).

Las futbolistas de élite presentan valores de VO₂max por encima de 50 ml/kg/min y superan los 1000 m en el *Yo-Yo Intermittent Endurance Test* Nivel 1, además futbolistas profesionales mostraron una velocidad final en el Test 30-15 de 20.1 ± 0.7 km/h (Manson et al., 2014). De forma más específica en la Tabla 2 se muestran valores de resistencia cardiorrespiratoria en mujeres futbolistas.

Diferentes estudios han mostrado un incremento del VO₂max durante la pretemporada en fútbol (incrementos de entre un 6 y un 9%) (Kalapotharakos et al., 2006; Michaelides et al., 2019). Sin embargo a lo largo de la temporada permanece más constante mientras

que el umbral ventilatorio y la capacidad de eliminación de lactato también sigue mejorando a lo largo de la misma, esto puede ser debido a que el volumen de los entrenamientos se reduce pero aumenta la intensidad de los mismos (Casajús, 2001).

Tabla 2: Valores en tests de resistencia cardiorrespiratoria en mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	VO ₂ max (ml/kg/min)	YYIRTL1 (m)
Hammami et al. (2020)	Selección tunecina sub 17	16.5 ± 0.4	-	996 ± 166
Villaseca-Vicuña et al. (2021)	Selección chilena absoluta	26.8 ± 3.3	-	1437 ± 235
Mujika et al. (2009)	Primera división española	23.1 ± 2.9	-	1224 ± 255
Mujika et al. (2009)	Juniors equipo profesional español	17.3 ± 1.6	-	826 ± 160
Krustrup et al. (2010)	Primera división danesa	23 ± 5	52.3 ± 1.3	-
Andersson et al. (2008)	Primera división noruega	22.6 ± 4.2	55.4 ± 3.6	-
Bunc & Psotta, (2004)	Primera división Rep. Checa	25.3 ± 4.8	53.9 ± 5.7	-

VO₂max = Consumo máximo de oxígeno YYIRTL1= *Yo-Yo Intermittent recovery test level 1*;

Los valores de VO₂max varían en función del nivel de los jugadores, siendo mayor en jugadores de élite (de 59.2 a 66.6 ml/kg/min) que e que en amateurs (de 57.8 a 61.7 ml/kg/min) (Arnason et al., 2004; Slimani & Nikolaidis, 2018). Por lo tanto, la condición aeróbica es una variable importante para alcanzar el alto rendimiento en fútbol y permite discriminar a los jugadores en función del nivel (Datson et al., 2014).

Analizando diferencias entre posiciones se observa que los porteros tienen un menor $VO_2\text{max}$ (60.1 ± 2.3 ml/kg/min jugadores de campo vs 50.5 ± 2.7 ml/kg/min porteros) (Sporis et al., 2009) y obtienen peores resultados en test de resistencia interválicos como el *Yo-Yo Intermittent Test* que los jugadores de campo, esto es un reflejo de las diferentes demandas físicas que tiene esta demarcación ya que recorren una menor TD en partido, pero realizan numerosas acciones explosivas como saltos, caídas o aceleraciones cortas. Entre jugadores de campo en algunos estudios obtienen que laterales y mediocentros tienen mejores consumos que los defensas (Davis et al., 1992; Reilly et al., 2000) aunque no existe un consenso ya que en otros estudios se determina que apenas hay diferencias entre posiciones (Arnason et al., 2004; Ingebrigtsen et al., 2011).

La capacidad de repetir acciones de alta intensidad y sprints es ampliamente reconocida como uno de los factores de rendimiento en fútbol masculino (Bishop et al., 2011; Buchheit et al., 2010) y femenino (Datson et al., 2019). El rendimiento en test de RSA se ha correlacionado con la TD ($r = 0.56$; $p < 0.05$), HID ($r = 0.65$; $p < 0.01$) y SPD ($r = -0.65$; $p < 0.01$) recorrida en competición (Rampinini, Bishop, et al., 2007). Además ha mostrado ser efectivo para diferenciar entre el nivel competitivo ($p < 0.01$) mostrando jugadoras profesionales tiempos menores (20.9 ± 0.5 s) que jugadoras semiprofesionales (23.3 ± 0.4 s) en un test de 6 x 20 sprints con 15 s de recuperación activa (Gabbett, 2010a).

1.2.3. CUALIDAD NEUROMUSCULAR

La cualidad neuromuscular es un factor determinante del rendimiento en fútbol, ya que se ha relacionado con el rendimiento en acciones explosivas como el sprint, salto, golpeo o aceleración (McBride et al., 2009; Meylan et al., 2009), y la reducción del riesgo de lesiones (Hewett et al., 1999; Wing, 2018; Wisloff, 2004). Estas acciones además son esenciales en los momentos determinantes en fútbol, por ejemplo, el sprint en línea recta es la acción previa al gol más común (Faude et al., 2012).

La cualidad neuromuscular engloba diferentes parámetros que se van a sintetizar en fuerza (Paul & Nassis, 2015), velocidad (Altmann et al., 2019) y potencia (estimada mediante la capacidad de salto) (Castagna & Castellini, 2013) ya que se trata de los parámetros más habitualmente valorados en futbolistas (Turner et al., 2011).

1.2.3.1 FUERZA

La fuerza es la cualidad básica sobre la que se sustentan otros parámetros del rendimiento deportivo como son la capacidad de salto, aceleración o velocidad además de ser una uno de los principales factores que disminuyen la incidencia lesional (Turner et al., 2013b; Wing, 2018). Unos buenos valores de fuerza absoluta en un jugador de fútbol le beneficiarán en las situaciones de disputa con otros jugadores y en los golpes mientras que unos valores altos de fuerza relativa le ayudarán a controlar su cuerpo en las aceleraciones y deceleraciones, y cambios de dirección, permitiéndole realizarlos más rápido y con mejores mecánicas reduciendo así el riesgo de lesión (Turner et al., 2013a; Wisløff et al., 1998).

La importancia de tener unos altos valores de fuerza es especialmente relevante en el fútbol femenino ya que se registra una mayor incidencia de lesiones de ligamento cruzado anterior (Larruskain et al., 2018) que en la literatura se han relacionado con déficits de control neuromuscular en las deceleraciones, saltos y cambios de dirección que provocan grandes momentos de valgo de rodilla y déficit de fuerza en la musculatura de la cadena posterior (especialmente musculatura isquiotibial y glúteos) (Hewett et al., 1999; Myer et al., 2008), por tanto, es necesario implementar programas de entrenamiento especialmente dirigidos a las mujeres futbolistas (Turner et al., 2013a). En la Tabla 3 se pueden observar valores de fuerza máxima de mujeres futbolistas.

En el estudio de Case et al. (2020) analizan la relación entre la fuerza relativa en el ejercicio de sentadilla y la incidencia lesional a lo largo de una temporada en hombres y mujeres deportistas. Observando que los deportistas que sufrieron alguna lesión tenían menores valores de RM relativa al peso (1.89 ± 0.35 kg/peso corporal hombres; 1.39 ± 0.26 kg/peso corporal mujeres) que los deportistas que terminaron el año sin lesiones (2.2 ± 0.38 kg/peso corporal hombres; 1.63 ± 0.29 kg/peso corporal mujeres).

Existe una correlación significativa entre el rendimiento en sprint de 9.14 m ($r = -0.605$; $p = 0.01$) y 36.5 m ($r = -0.544$; $p = 0.02$) con la fuerza de miembros inferiores medida usando el RM en sentadilla relativo al peso corporal (McBride et al., 2009). Además McBride et al. (2009) observan que dividiendo a los sujetos entre los que tienen un RM en sentadilla relativo al peso corporal por encima de 2.1 y los que lo tienen por debajo de 1.9, el primer grupo obtiene mejores tiempos tanto en el sprint de 9.14 m como en el 36.5 m. Resultados en consonancia con el metaanálisis de Seitz et al., (2014) en el que

concluyen que mejoras en la fuerza de miembros inferiores tiene una transferencia a la mejora de la velocidad (en sprints de menos de 30 m).

El entrenamiento de fuerza además de provocar mejoras en acciones específicas como el salto o el sprint también se ha relacionado con mayores niveles de éxito, como se establece en el estudio de Arnason et al., (2004) que observan una correlación significativa entre el nivel de éxito de un equipo en la liga y los valores de salto CMJ ($p = 0.009$) y de potencia en la extensión de pierna ($p = 0.097$). Wisloff et al. (1998) comparan al equipo mejor y peor clasificado en la liga profesional noruega, obteniendo mejores valores de fuerza en RM en sentadilla relativa al peso corporal (2.1 ± 0.3 kg/peso corporal vs $1.7 \pm 0,2$ kg/peso corporal, respectivamente) y capacidad de salto (56.7 ± 6.6 cm; vs 53.1 ± 4.0 cm, respectivamente) los primeros. Además, cuando se comparan futbolistas profesionales vs amateur se observa que los profesionales tienen mejores valores en test de máxima fuerza isométrica, test de repetición máxima, fuerza en la extensión de pierna y mayor pico de fuerza en flexores y extensores de rodilla de forma excéntrica (Cometti et al., 2001; Gissis et al., 2006).

Tabla 3: Valores de fuerza máxima en jugadoras de fútbol.

Estudio	Nivel	Edad (años)	RM Squat (kg)	Relativa Squat (RM kg/ Peso)
Villaseca-Vicuña et al. (2021)	Selección chilena absoluta	26.8 ± 3.3	81.9 ± 6.9	1.38 ± 0.15
Andersen et al. (2018)	Liga universitaria EEUU División II	19.7 ± 1.2	73.8 ± 9.98	1.16 ± 0.18
Brooks et al. (2013)	Liga universitaria EEUU División I	20.1	85.7	1.36
Guthrie et al. (2021)	Liga universitaria EEUU División III	-	72.5 ± 13.9	-

RM = Repetición máxima

1.2.3.2 VELOCIDAD

La velocidad es crucial en el fútbol, pues ha evolucionado en las últimas décadas hacia una forma de juego mucho más dinámica y rápida. Se han reducido tiempos de contacto con el balón, aumentado el número de pases y velocidad de las transiciones, por lo que las demandas de los jugadores también se han incrementado, especialmente los requerimientos de velocidad (Altmann et al., 2019; Emmonds et al., 2019). Por lo tanto, el sprint es una de las acciones más determinantes del rendimiento tanto a nivel defensivo como ofensivo en el fútbol y los deportistas están expuestos a cambios de velocidad constantes que les exigen acelerar o decelerar su propio peso corporal (Cross et al., 2017).

Su forma de evaluación más habitual es el sprint lineal que incluye los test de velocidad sobre diferentes distancias y se abarca tanto velocidad de aceleración como la máxima. En el fútbol la distancia que se usa más comúnmente son los 30 metros ya que permite alcanzar la velocidad máxima a los jugadores y en competición no se suelen alcanzar distancias más largas (Jiménez-Reyes et al., 2019).

En mujeres futbolistas profesionales se observan valores en test de velocidad de 30 m de 4.35 ± 0.1 s, mientras que los valores de semiprofesionales son de 4.89 ± 0.2 s (Haugen et al., 2012). La velocidad máxima es dependiente de la demarcación ocupada en el campo, observando mejores valores en delanteros que en defensas y teniendo los porteros peores valores que todos los jugadores de campo, aunque estas diferencias se observan en futbolistas profesionales (Tasmektepligil et al., 2016). Estudios que analizan deportistas amateurs o de edades tempranas no observan diferencias por demarcaciones en un sprint de 30 m (4.92 ± 0.32 s los porteros vs 4.81 ± 0.36 s los defensas vs 4.82 ± 0.31 s los mediocentros vs 4.96 ± 0.40 s los delanteros) probablemente debido a una menor especialización (Wong et al., 2009). En la tabla 4 se muestran valores de referencia de velocidad en mujeres futbolistas.

Además el sprint ha demostrado ser uno de los principales factores discriminantes entre deportistas de élite y amateur, mostrando diferencias en todas las distancias (de 10 a 40 m) por lo que su valoración y entrenamiento es de vital importancia para los preparadores físicos (Slimani & Nikolaidis, 2018). De manera similar, en Australia durante una selección de talentos se observó que los futbolistas seleccionados obtuvieron mejores marcas en test de sprint de 5, 10 y 20 m que los no seleccionados (Datson et al., 2014).

Tabla 4: Valores de velocidad máxima en mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	Tiempo 10 m (s)	Tiempo 20 m (s)	Tiempo 30 m (s)
Andersen et al. (2018)	Liga universitaria EEUU División II	19.7 ± 1.2	2.1 ± 0.1	-	5.16 ± 0.3
Hammami et al. (2020)	Selección tunecina sub 17	16.5 ± 0.4	2.1 ± 0.1	-	5.19 ± 0.3
Emmonds et al. (2019)	Primera división inglesa	25.4 ± 7.0	1.87 ± 0.1	3.21 ± 0.1	4.52 ± 0.1
Bishop et al. (2019)	Semi-Profesional	20.56 ± 1.26	2.00 ± 0.1	-	4.89 ± 0.2
Villaseca-Vicuña et al. (2021)	Selección chilena absoluta	26.8 ± 3.3	1.9 ± 0.1	-	4.74 ± 0.2
Haugen et al. (2012)	Selección noruega	22 ± 4.1	1.67 ± 0.1	3.05 ± 0.1	4.35 ± 0.1
Andersson et al. (2008)	Primera división sueca y noruega	21.6 ± 2.6	-	3.17 ± 0.1	-

1.2.3.3 AGILIDAD

En un deporte como el fútbol dónde los movimientos realizados son multidireccionales con constantes aceleraciones y deceleraciones que pueden incluir rápidos cambios de dirección para evadir o perseguir a un oponente, no sólo es importante la velocidad máxima que alcanza un deportista, sino su capacidad de acelerar, frenar y cambiar de dirección en el menor tiempo posible en función de estímulos externos los cuales condicionan la toma de decisión, es decir, la agilidad (Hicks et al., 2020; Tasmektepligil et al., 2016). Esta cualidad ha sido definida como una habilidad abierta, en la que el organismo responde ante un estímulo externo, por tanto, refleja el componente físico (ejecución) el cognitivo (percepción y toma de decisión (Altmann et al., 2019) y debe de ser analizada por separado de la velocidad en línea recta, debido a su baja relación con la misma ($r = 0.472$) (Draper & Lancaster, 1985).

Tabla 5: Valores obtenidos en tests de agilidad por mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	Test 505 (s)	Illinois Agility Test (s)	T-Test (s)
Andersen et al. (2018)	Liga universitaria EEUU División II	19.7 ± 1.2	2.64±0.12	-	-
Hammami et al. (2020)	Selección tunecina sub 17	16.5 ± 0.4	-	-	10.8 ± 0.5
Emmonds et al. (2019)	Primera división inglesa	25.4 ± 7.0	2.38 ± 0.1	-	-
Bishop et al. (2019)	Semi-Profesional	20.56 ± 1.26	2.52 ± 0.1	-	-
Wallmann et al. (2008)	Liga universitaria EEUU División I	19.17 ± 0.94	-	-	9.7 ± 0.5
Brooks et al. (2013)	Liga universitaria EEUU División I	20.1	-	16.1	-
McFarland et al. (2016)	Liga universitaria EEUU División II	Rango 18 a 23	-	-	11.9 ± 0.6
Villaseca-Vicuña et al. (2021)	Selección chilena absoluta	26.8 ± 3.3	-	17.1 ± 0.4	-

Mujeres futbolistas de la liga universitaria estadounidense muestran tiempos en el Test 505 de 2.64 ± 0.12 s cuando el giro se realiza hacia la derecha y de 2.68 ± 0.12 s cuando es hacia la izquierda, no observándose diferencias significativas entre ambos (Andersen et al., 2018). En el T-Test, mujeres futbolistas pertenecientes a la selección sub 17 nacional tunecina han mostrado valores de 10.8 ± 0.46 s realizándolo sin balón y 12.1 ± 0.38 s con balón (Hammami et al., 2020), mientras que en el *Illinois Agility Test* futbolistas de la liga universitaria estadounidense presentan una duración de 10.24 ± 0.38 s (Vescovi & Mcguigan, 2008).

1.2.3.4 SALTO

En un partido de fútbol los saltos normalmente se realizan en acciones ofensivas o defensivas de forma explosiva para marcar o evitar goles (Loturco et al., 2020). Aunque el número de saltos que se realizan en un partido es relativamente bajo (~10 saltos) (Nedelec et al., 2014), son determinantes en el rendimiento ya que el 22% de los goles y en el 11% de las asistencias incluyen acciones de salto, confirmando su importancia para el rendimiento (Faude et al., 2012). Por tanto, el interés por su valoración ha ido aumentando con el paso de los años debido a la sencillez de su determinación, su fiabilidad y validez y su sensibilidad a la hora de detectar cambios a lo largo de la temporada (Castagna & Castellini, 2013).

En mujeres futbolistas de élite se ha mostrado cómo la capacidad de salto (i.e. DJ, CMJ, SJ) y la cantidad de masa magra de forma conjunta, son variables predictoras en diferentes combinaciones con casi 100% de precisión (r^2 ajustada > 0.99) de la velocidad de sprint de 10 y 20 m, el tiempo en el test de agilidad 505 y en la capacidad de cambio de dirección. Un aumento de una desviación estándar (SD) en la altura de DJ se relacionó con reducciones de -5.6 y -9.1 SD en los tiempos de sprint de 10 y 20 m. Por otro lado, un incremento en una SD en la capacidad de CMJ se relacionó con reducciones de -3.3 y 0.9 SD respectivamente en el tiempo en el test 505 y la capacidad de cambio de dirección. Por tanto, el trabajo de potencia mediante ejercicios pliométricos es fundamental para el desarrollo físico de la futbolista y se relaciona con el rendimiento en otros parámetros relevantes de la condición física (McCurdy et al., 2010; Vescovi & McGuigan, 2008).

En el estudio de Castagna y Castellini (2013) se establecen unos límites aceptables de capacidad de salto para mujeres futbolistas de élite, a través del cálculo de una curva ROC, una vez hecha una discriminación de la muestra en función de su nivel competitivo, siendo 34.4 cm el umbral para el CMJ y 32.9 cm para el SJ y considerando el mínimo aceptable de CMJ 29.8 cm, aunque hay que tener en cuenta la metodología empleada para su medición para poder hacer comparaciones con otras jugadoras o equipos. En la Tabla 6 se muestran valores de referencia en test de salto en mujeres futbolistas.

En numerosos estudios se han observado diferencias en la capacidad de salto entre jugadores de alto nivel (38.7 ± 4 cm y 41.2 ± 3.8 cm en SJ y CMJ respectivamente), sub-élite (34.7 ± 4.6 cm y 39.1 ± 3.7 cm SJ y CMJ respectivamente) y amateurs (34.6 ± 4.7 cm y 37.6 ± 5.6 cm SJ y CMJ respectivamente) (Keiner et al., 2015), mostrando la

importancia de la potencia de miembros inferiores. Por lo tanto, es fundamental tanto su valoración como su desarrollo desde edades tempranas ya que puede ser un factor determinante del éxito (Slimani & Nikolaidis, 2018). En el fútbol se utiliza la comparación entre los valores de CMJ y SJ para analizar la eficiencia del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) de miembros inferiores, ya que va a ser un factor determinante del rendimiento en acciones explosivas (Castagna & Castellini, 2013).

Tabla 6: Valores en tests de salto en mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	SJ (cm)	CMJ (cm)	ACMJ (cm)
Hammani et al., (2020)	Selección tunecina sub 17	16.5 ± 0.4	22.7 ± 3.4	26.9 ± 4.2	-
Mujika et al., (2009)	Primera división española	23.1 ± 2.9	-	32.6 ± 3.7	38.0 ± 4.8
Mujika et al., (2009)	Juniors equipo profesional español	17.3 ± 1.6	-	28.4 ± 1.9	33.1 ± 2.7
Castagna & Castellini, (2013)	Selección italiana	25.8 ± 3.9	30.1 ± 3.7	31.6 ± 4	-
Emmonds et al., (2019)	Primera división inglesa	25.4 ± 7.0	28.0 ± 4	31.0 ± 4	-
Castagna & Castellini, (2013)	Selección italiana Sub 17	14.7 ± 0.4	28.2 ± 2.5	29 ± 2.1	-

SJ = Salto sin contramovimiento; CMJ = Salto con contramovimiento; ACMJ = Salto Abalakov

Además, también se han reportado diferencias en función de la posición que se ocupa en el campo, con mejores valores en el SJ en porteros (46.8 ± 1.4 cm) que en jugadores de campo. Entre jugadores de campo se observan diferencias realizando un análisis por posiciones específicas siendo los delanteros (44.2 ± 3.2 cm) y defensas (42.3 ± 2.1 cm) los que más saltan y mediocentros (41.49 ± 4 cm) los que menos (Sporis et al., 2009), estas diferencias no se observan en jugadores de fútbol base probablemente debido a una menor especialización y un menor desarrollo de las capacidades físicas (Wong et al., 2009).

1.3 CONTROL Y CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

La carga de entrenamiento en el contexto deportivo se define como el *input* que puede ser manipulado para provocar la respuesta de entrenamiento deseada (Gabbett, 2016). Esta carga de entrenamiento a su vez puede ser externa o interna (Impellizzeri et al., 2019). La organización, calidad y cantidad de entrenamiento determina la carga externa, que se define como el trabajo que prescribimos en la planificación del entrenamiento (i.e. distancia total, el tiempo de entrenamiento, o el número de repeticiones). Los entrenadores prescriben este entrenamiento esperando obtener una respuesta psico-fisiológica determinada en el deportista, esta respuesta es lo que consideramos carga interna, por lo tanto, los indicadores de carga interna van a ser medidas que reflejen la respuesta psicológica y fisiológica del deportista al entrenamiento, (i.e. la FC, la concentración de lactato o la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)) (Gabbett, 2016; Impellizzeri et al., 2019; Malone et al., 2017).

La carga interna que supone una tarea o sesión de entrenamiento va a ser específica de cada deportista, independientemente de que la carga externa administrada sea exactamente idéntica, dos deportistas van a tener respuestas psico-fisiológicas diferentes ya que la carga interna depende de otros factores modificables (condición física, salud, estado mental) y no modificables (edad, sexo, genética) (Impellizzeri et al., 2019). Además, como muchos de estos factores son modificables, una misma carga externa aplicada en días diferentes puede provocar respuestas diferentes para un mismo deportista. Por lo tanto, prescribir la carga de entrenamiento tanto a nivel de equipo como de forma individual basándonos en la carga interna entraña una gran dificultad ya que es difícil de estimar, aunque es necesario recogerla para conocer las respuestas que están teniendo los estímulos de entrenamiento prescritos en el deportista y saber si se está adaptando (Gabbett, 2016; Windt & Gabbett, 2017).

Aunque el uso de medidores de carga externos es cada vez más extensivo no hay que dejar de lado la carga interna ya que nos indica cómo está el deportista respondiendo o asumiendo la carga externa propuesta (Impellizzeri et al., 2019). La combinación de indicadores de carga externa e interna nos pueden dar información de la respuesta del deportista al programa de entrenamiento. Si aumentamos la carga externa y la interna se mantiene es que se está adaptando positivamente pero en cambio si se produce un

descenso de la carga externa y un incremento de la interna podría originarse un proceso de sobre-entrenamiento o una mala-adaptación (Gabbett et al., 2017). Este control de cargas de entrenamiento va a incidir en el riesgo de lesión y esto está directamente relacionado con el rendimiento deportivo ya que el tener una amplia disponibilidad de jugadores a lo largo de la temporada, es decir, reducir el número de lesiones, se relaciona con una mayor probabilidad de éxito deportivo en futbolistas profesionales (Eirale et al., 2013).

Taylor et al. (2012) entrevistaron a 100 preparadores físicos de alto rendimiento para conocer los métodos más utilizados para la cuantificación de la carga de entrenamiento y los objetivos principales, obteniendo que son los cuestionarios individuales (84%) y los test neuromusculares máximos (61%) las estrategias más utilizadas. Siendo los principales objetivos perseguidos reducir lesiones (29%), monitorizar la eficacia de los programas de entrenamiento (27%), evitar el sobreentrenamiento (22%) y asegurarse de que se mantiene el rendimiento en los periodos competitivos (22%).

El control de la carga se ha convertido en una estrategia para conseguir adaptaciones al entrenamiento, mejorar la recuperación, optimizar el rendimiento y reducir el riesgo de lesión en deportistas de élite (Windt & Gabbett, 2017). El control de carga incluye la prescripción, monitorización y ajuste tanto de la carga externa como interna (Foster et al., 2017). Al contrario que la carga externa de competición, la de un entrenamiento puede ser adaptada específicamente al deportista para provocar adaptaciones fisiológicas y mejoras del rendimiento enfocado a que el deportista pueda tolerar las demandas de su deporte (Owen, Djaoui, et al., 2017). Aunque, si el balance entre la carga aplicada y la capacidad de recuperación no es bueno el deportista puede tener una situación de sobre-entrenamiento en la que no se consigan las adaptaciones buscadas además de que aumenta exponencialmente el riesgo de lesión o enfermedad (Curtis et al., 2020).

Por otro lado, el control y cuantificación de las demandas de competición es fundamental para conocer las exigencias que tienen los partidos y así poder adaptar los estímulos de entrenamiento para preparar al futbolista para tolerar esas demandas y hacer los entrenamientos más específicos (adaptados tanto a las posiciones de juego como al sistema del equipo). Además, al tratarse el partido del mayor estímulo de carga del microciclo (Malone et al., 2015) también son importantes las estrategias de compensación en base a estas demandas para que los deportistas que disputan menos minutos no tengan un peor estado de forma (Morgans et al., 2018). Una método de manipular estas

demandas del entrenamiento es la periodización (Los Arcos et al., 2017). El consenso general es que la carga del día previo a la competición (MD-1, teniendo en cuenta la competición como la sesión 0) debe ser la menor del microciclo (estrategia de *tapering*) y las cargas de las sesiones centrales del microciclo, o sesiones de adquisición (MD-4 y MD-3) las más altas (Martín-García et al., 2018; Walker & Hawkins, 2018). Estudios previos también han analizado la importancia de la variabilidad en las cargas de entrenamiento para reducir el riesgo de lesiones medida como monotonía del entrenamiento haciendo no sólo referencia a la variabilidad total, sino también teniendo en cuenta la diversidad de estímulos y complejidad de los mismos (Afonso et al., 2021; Foster et al., 2017). Aunque son necesarios más estudios que analicen estas demandas de competición y estrategias de periodización del entrenamiento específicamente en el fútbol femenino.

1.3.1 CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA INTERNA

La carga interna se define como la respuesta psico-fisiológica inducida al deportista como consecuencia del estímulo de entrenamiento que determinará tanto la carga de trabajo como la subsecuente adaptación (Halson, 2014). Como la respuesta interna determina las consecuencias del entrenamiento (adaptaciones o desadaptaciones) es fundamental su registro, independientemente de que también se cuantifique la carga externa, ya que nos permite establecer diferencias entre deportistas y entre momentos de entrenamiento (Impellizzeri et al., 2019).

En la literatura se han propuesto diferentes herramientas para evaluar la carga interna, desde mediciones sencillas con carácter subjetivo mediante cuestionarios como la RPE, hasta mediciones más complejas que requieren de instrumental específico como la medición de concentraciones de lactato sanguíneo, la saturación de oxígeno muscular o el registro de la FC (Halson, 2014).

1.3.1.1 FRECUENCIA CARDIACA

El registro de la FC es uno de los métodos más empleados en la cuantificación de la carga interna en el deporte en general y en el fútbol en particular (Bourdon et al., 2017). Su uso se basa en la relación lineal existente entre FC y VO_2 , aunque hay que tener en cuenta que la FC tiene variaciones diarias, que pueden ser de hasta un 6.5% para valores

submáximos debido a factores como estado de hidratación, medicaciones, consumo de cafeína, estrés o fatiga (Bagger et al., 2003; Halson, 2014).

En un inicio se basó la prescripción y cuantificación de la intensidad de entrenamiento en la división en zonas de intensidad respecto a porcentajes de la FCmax (Borresen & Ian Lambert, 2009). Posteriormente, Karvonen y Vuorimaa (1988) propusieron utilizar la frecuencia cardiaca de reserva (FCr) como una herramienta más precisa para cuantificar la intensidad, debido a que la FCmax disminuye con la edad y la frecuencia cardiaca basal puede verse afectada por diversos factores como el nivel de entrenamiento, la edad o la fatiga (Bagger et al., 2003).

Uno de los primeros modelos de cuantificación de la carga fue el Training Impulse (TRIMP), propuesto por Banister (1991). Este método se basa en registrar la FC durante el entrenamiento y aplicar una fórmula para obtener un único valor de carga global de la sesión de entrenamiento:

$$\text{Banister TRIMP} = \text{Duración} \times \text{FCr} \times A \times e^{B \times \text{FCr}}$$

A = factor corrector con valor 0.64 para hombres y 0.86 para mujeres.

B = es otro factor corrector con valor 1.92 para hombres y 1.67 para mujeres.

FCr = es la frecuencia cardiaca de reserva y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{FCr} = \frac{\text{FCejercicio} - \text{FCbasal}}{\text{FCmax} - \text{FCbasal}}$$

Posteriormente, dado que el método de Banister únicamente aportaba valores medios de la carga de entrenamiento infraestimando la intensidad de la sesión de entrenamiento, surgió el método conocido como TRIMP de Lucía (Lucia et al., 2003), en el cual se cuantifica el tiempo que el deportista entrena en cada una de las tres zonas de FC, se multiplica el tiempo en cada zona por un coeficiente específico (1 para la Zona I, 2 para la Zona II y 3 para la Zona III) y se suman los resultados:

- Zona I (“baja intensidad”, por debajo del umbral aeróbico o por debajo del 70% del VO₂max)
- Zona II (“intensidad moderada”, entre umbral aeróbico y anaeróbico o entre 70 y 90% del VO₂max).
- Zona III (“alta intensidad”, por encima del umbral anaeróbico o por encima del 90% del VO₂max).

Edwards (1993) propuso un método basado en zonas de FC pero utiliza una división en 5 zonas de FC para lograr una mayor precisión con coeficientes que se incrementan también de forma exponencial en cada zona.

La velocidad a la que disminuye la FC al finalizar el ejercicio se ha relacionado con la capacidad de recuperación del sujeto, la función del sistema nervioso autónomo y el estado de entrenamiento (Daanen et al., 2012). Una vez que cesa el ejercicio la actividad simpática disminuye y aumentar la parasimpática y como resultado disminuye progresivamente la FC (Buchheit, 2014). Habitualmente se utiliza un intervalo de 60 s para su medición al finalizar el ejercicio (Daanen et al., 2012; Halson, 2014).

Si el objetivo es evaluar la recuperación del deportista no en una situación aguda tras finalizar el esfuerzo, sino como consecuencia del entrenamiento (asimilación de la carga del entrenamiento) se utiliza en la actualidad la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) (Achten & Jeukendrup, 2003). La VFC describe las oscilaciones en los intervalos entre latidos denominados intervalos R-R, midiendo el equilibrio entre los mediadores del sistema simpático (epinefrina y norepinefrina) y los del sistema parasimpático (acetilcolina) (Naranjo et al., 2015). Por tanto, el análisis de la VFC post ejercicio aportará información sobre la asimilación del esfuerzo, es decir, del impacto del ejercicio ya que aunque la disminución de la VFC durante el ejercicio va a ser similar, ante esfuerzos máximos, la forma en que se recupere tras este esfuerzo sí que va a diferir entre deportistas (Plews et al., 2014). En cuanto a las variables más utilizadas para su análisis en el ámbito deportivo, destacan las de dominio de tiempo, en concreto, RMSSD (raíz cuadrada de la media de las diferencias en la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes), su logaritmo neperiano LnRMSSD, el SDNN (desviación estándar de los intervalos R-R), el Ratio Simpático-Parasimpático (S/PS) y el Stress Score (SS), variables tanto indicativas de actividad simpática como parasimpática (Buchheit, 2014; Mirescu et al., 2017; Orellana et al., 2015). En el ámbito del fútbol ha demostrado ser útil para la monitorización de la asimilación de la carga de entrenamiento y partido de los futbolistas (Dellal et al., 2015; Naranjo et al., 2015), mostrando jugadores de fútbol profesionales valores superiores de LnRMSSD y LnSDNN (4.45 ± 0.44 vs 4.16 ± 0.3 y 4.38 ± 0.33 vs 4.18 ± 0.26 , respectivamente) y menores de LnSS y S/PS (2.26 ± 0.32 vs 2.46 ± 0.25 y 0.14 ± 0.11 vs 0.18 ± 0.009 , respectivamente) frente a jugadores semiprofesionales (Proietti et al., 2017).

1.3.1.2 ESCALAS SUBJETIVAS

Las escalas subjetivas son una de las herramientas más habituales en la cuantificación de la carga interna de los deportistas y nivel de recuperación debido su facilidad a la hora de administrarlas, pudiendo abarcar de forma rápida a un amplio número de jugadores y sin ningún coste (Haddad et al., 2017). Su uso se basa en que un deportista puede monitorizar su estrés psicológico y fisiológico experimentado en una sesión de entrenamiento y a posteriori dar información sobre la percepción de esfuerzo que ha supuesto el entrenamiento o competición (Halsón, 2014; Impellizzeri et al., 2004).

Una de las escalas más utilizadas en la cuantificación de la carga interna es la escala del esfuerzo percibido propuesta por Borg (1987) la cual inicialmente se basaba en una escala numérica del 6 al 20, proponiéndose posteriormente la escala de Borg modificada de 1 al 10, por ser más fácilmente comprensible por los deportistas (Foster et al., 2001). La evidencia sugiere que tiene una buena correlación con mediciones de la FC durante ejercicios cíclicos correlacionando con el Banister TRIMP ($r = 0.76, p < 0.05$) y con el Edwards TRIMP ($r = 0.84, p < 0.05$) (Borresen & Lambert, 2008) y también ha sido validada en el ámbito del fútbol, mostrando correlación con métodos basados en zonas de la FC: Edwards TRIMP ($r = 0.71, p < 0.001$) y Lucia TRIMP ($r = 0.69, p < 0.01$) (Impellizzeri et al., 2004).

Además de la RPE, se ha propuesto la sesión RPE (sRPE) para la cuantificación de la carga global del entrenamiento en ejercicios acíclicos y de adversario ya que mantiene la correlación con los métodos de zonas de FC y es sencillo de aplicar por lo que su uso se ha extendido (Foster et al., 2001). Se determina como el producto del valor de la RPE obtenido por el volumen total del entrenamiento expresado en minutos, siendo un indicador más global de la carga de la sesión (Foster et al., 2017). Aunque su cálculo deriva de la RPE aporta información muy diferente. En el estudio de Rossi et al. (2019) en el que aplican modelos de *machine learning* (ML) para establecer relaciones entre diferentes variables de cuantificación de la carga observan que la RPE está relacionada con el estrés de entrenamiento del jugador en el microciclo previo mientras que la sRPE está afectada únicamente por la carga efectuada en la sesión de entrenamiento actual, por lo que los preparadores físicos deben cuantificar ambas para tener una visión global de las características de los entrenamientos que están condicionando la carga interna del

deportista y así poder planificar las subsecuentes sesiones de entrenamiento (Bourdon et al., 2017).

Para la aplicación de la escala de RPE el consenso en la literatura es administrarla en el margen de los 10-30 min de finalizar el entrenamiento y de forma anónima ya que la respuesta de un deportista podría afectar a la percepción de otro sujeto (Foster et al., 2017). Como demostraron en el estudio de Rodríguez-Marroyo et al. (2022) no se encuentran diferencias significativas entre aplicar la escala a los 5 min hasta las 72 horas post entreno y sí que observaron diferencias cuando se aplica a las 1, 2, 3 y 4 semanas post-ejercicio ($p < 0.05$).

Fanchini et al. (2015) analizaron el efecto en la RPE de cambiar la distribución de la intensidad de la sesión, realizando tres sesiones compuestas por tres bloques de entrenamiento de intensidad baja, media y alta modificando el orden de los bloques en cada sesión. No obtuvieron diferencias significativas en función de la distribución en el valor de RPE medido nada más finalizar la sesión ($p = 0.75$) ni a los 30 min de finalizar la misma ($p > 0.05$). Los valores de sRPE para cada una de las condiciones fueron de 47.4 ± 12.1 unidades arbitrarias (AU) en la condición 1 (distribución moderado-alto-bajo), 47.5 ± 12.0 AU en la condición 2 (bajo-moderado-alto), 42.4 ± 8.1 AU en la condición 3 (alto-bajo-moderado) y 51.7 ± 12.3 AU en la condición 4 (bajo-alto-moderado) por lo que concluyen que la RPE es un indicador fiable de la intensidad global de la sesión y los entrenadores no tienen por qué preocuparse de cómo influirá la distribución de la carga en la percepción de esfuerzo de la sesión.

Además, también se ha analizado la fiabilidad del entrenador en la estimación de la carga del entrenamiento mediante su comparación con el valor de RPE obtenido por los jugadores mostrándose que independientemente del nivel de experiencia del entrenador, la carga estimada fue similar (4.0 ± 1.1 AU los jugadores, 3.7 ± 1.1 AU los entrenadores con mucha experiencia y 3.8 ± 1.0 AU los entrenadores principiantes) correlacionándose significativa y positivamente con el valor de RPE proporcionado por los deportistas ($r = 0.70$; $p < 0.01$; $r = 0.72$; $p < 0.01$, respectivamente) (Rodríguez-Marroyo et al. 2014). Sin embargo, en aquellas sesiones de entrenamiento eminentemente condicionales, los entrenadores subestimaron la carga percibida por los jugadores ($p < 0.01$; $\eta^2 = 0.85$).

A partir de la escala original de RPE, han surgido diferentes modificaciones para valorar la carga específica neuromuscular (de las piernas) o la carga metabólica (a nivel

respiratorio) con la intención de obtener indicadores más específicos (Borg et al., 2010; Weston et al., 2015). Además, a partir de estas escalas se ha diseñado una escala específica para estimar la carga de entrenamiento de las sesiones en fútbol, la *Tom Scale* (Muñoz-Lopez et al., 2017). Esta escala consiste en cuantificar la carga en función de categorías, donde cada categoría se corresponde con tareas habituales de entrenamiento en fútbol a las que se asigna un valor de RPE específico, y a su vez presenta subcategorías para diferentes condicionantes de la intensidad de las tareas, (i.e. el número de equipos, área por jugador o la frecuencia de las pausas) que sumarán o restarán AU al valor original de la tarea. La aplicación de esta escala mostró buenos niveles de correlación tanto con marcadores de carga externa medidos mediante tecnología GPS ($r = 0.87$; $p = 0.00$) como con marcadores de carga interna valorados con metodología basada en la FC ($r = 0.81$; $p < 0.001$) (Muñoz-Lopez et al., 2017).

Con el objetivo de cuantificar el estado de recuperación, surgió la Escala de Calidad de la Recuperación (TQR), la cual a partir de una escala similar a la RPE determina el estado de recuperación del deportista (Osiecki et al., 2015). Esta escala se categoriza numéricamente del 6 al 20, siendo 6 el peor nivel de recuperación (“Muy muy poco recuperado”) y 20 encontrarse completamente recuperado (“Excepcionalmente recuperado”) (Kenttä & Hassmén, 1998). La TQR ha demostrado ser útil para valorar el nivel de fatiga post partido en fútbol, tanto de forma aguda como hasta las 48 horas post-competición, mostrando una correlación significativa ($r = -0.75$; $p < 0.05$) con los niveles de Creatina Kinasa (CK) sanguíneos y con aumentos en la carga de entrenamiento ($r = 0.65$; $p < 0.05$) (Osiecki et al., 2015; Selmi et al., 2020).

En la literatura también se utilizan frecuentemente escalas de bienestar percibido (*wellness*) para determinar un indicador global del nivel de recuperación y bienestar percibido por el deportista (Gallo et al., 2017). Habitualmente estas escalas se dividen en 4 ítems (i.e. calidad del sueño, dolor muscular, fatiga y estrés) que mediante escalas Likert del 1 al 7 utilizan la suma de todos los valores para otorgar un valor final al que se llama *Hooper Index* (Halsón, 2014; Hooper & Mackinnon, 1995). Estudios previos muestran que el *wellness* es sensible a los cambios en la carga de entrenamiento, a periodos de descanso y a las características individuales de los jugadores (Gastin et al., 2013). También se han relacionado reducciones en el *wellness* previo a la sesión con reducciones en la intensidad de trabajo que desarrollarían los jugadores (medida como TD, HID y

Player Load) en la subsecuente sesión de entrenamiento (Gallo et al., 2016; Malone et al., 2018).

1.3.1.3 TEST NEUROMUSCULARES

Evaluar la carga neuromuscular relacionada con el entrenamiento es un proceso complejo ya que es necesario combinar sistemas de registro de la carga externa con la realización de evaluaciones de la condición física antes y después de la realización del entrenamiento (Halsón, 2014; Iturricastillo Urteaga et al., 2018). Los test más empleados en la evaluación de la carga neuromuscular que ha supuesto una tarea o entrenamiento son la utilización del salto (Twist & Highton, 2013) el sprint (Taylor et al., 2012) o test de fuerza isométrica mediante dinamómetros (Halsón, 2014) debido a su facilidad de utilización y que no generan una gran cantidad de fatiga en los deportistas. De los diferentes test de rendimiento, el más aplicado en la literatura para monitorizar la fatiga es el CMJ, debido al bajo riesgo de lesión comparado con por ejemplo un test máximo de sprint junto y lo accesible de sus materiales. Como muestran diferentes estudios tanto el tiempo de contracción (tiempo que transcurre desde el inicio del contra-movimiento hasta que el deportista abandona la plataforma de salto), como la altura de salto, y la fuerza media concéntrica y excéntrica en el salto, son sensibles a cambios en el rendimiento neuromuscular postpartido (Brownstein et al., 2017; Cormack et al., 2008; de Hoyo et al., 2016).

Leduc et al. (2020) proponen el uso de carreras estandarizadas para monitorizar la fatiga neuromuscular en los futbolistas. La fatiga reduce el *leg stiffness*, por tanto, altera la mecánica de carrera así que sugieren analizar la fatiga neuromuscular en base a los cambios en parámetros de acelerometría (cuanto menor sea la contribución del vector vertical a la magnitud total del vector, mayor será la reducción del *leg stiffness*). No existe un consenso en la metodología para su valoración, las distancias que se proponen en la literatura para realizar esta carrera estandarizada son series de 4 x 60 m, de 3 x 50 m, y series más cortas con giros y rangos de velocidades entre 24 y 12 km/h. Tampoco existe consenso en las variables a utilizar para valorar la eficiencia mecánica de la carrera, se proponen el *Player Load*, el tiempo de contacto con el suelo, las fuerzas de reacción verticales contra el suelo, *stiffness* vertical o el ángulo de flexión de rodilla en el apoyo, pero el único estudio que muestra una correlación ($r = 0.62$) entre el *leg stiffness* y un índice de eficiencia de carrera utiliza el ratio entre la fuerza vertical y la velocidad de

carrera, aunque se necesitan nuevos estudios que exploren otras posibles relaciones (Buchheit et al., 2018; Garrett et al., 2019; Leduc et al., 2020b).

La fiabilidad de las carreras estandarizadas es menor que la de los test basados en saltos (rango de 2.1-17.1% vs <5%) y además su análisis es complejo y debe hacerse a posteriori pero las carreras estandarizadas permiten realizar la evaluación en campo, con una mayor validez ecológica y con un menor coste de tiempo en la realización del test (Leduc et al., 2020a).

Cambios en marcadores de daño muscular y en la potencia de salto han mostrado estar correlacionados con la distancia recorrida en competición por encima de 19.8 km/h ($r = 0.67$; 95% CI = [0.4, 0.94]) y $r = 0.54$; 95% CI = [0.35, 0.65] inmediatamente post partido y a las 24 horas de su finalización respectivamente). Por cada 100 m que se recorren por encima de 19.8 km/h en competición la concentración de CK a las 24 horas del partido aumenta un 30% y la potencia de salto disminuye un 0.5%. La HID también ha mostrado estar correlacionada a fluctuaciones en la percepción de fatiga ($r = -0.51$; $p < 0.01$), VFC (utilizando la variable Ln rMSSD) ($r = -0.24$; $p < 0.05$) y CMJ ($r = 0.23$; $p < 0.05$) (Thorpe et al., 2015). El resto de variables de carga externa no mostraron correlaciones significativas con marcadores fisiológicos y neuromusculares de fatiga. Por tanto, otro método para tratar de predecir la fatiga que van a experimentar los deportistas puede ser en base a la cuantificación de la HID que se recorre en competición, tanto de forma inmediata como hasta las 48 horas post partido, aunque se desconocen las consecuencias a medio plazo (48-72 horas post partido) (Hader et al., 2019).

En la literatura se ha propuesto un índice para establecer de forma global el estado de forma del sujeto, el *Total Score of Athleticism* (TSA) (Turner, 2014), este índice podría ser útil para integrar los diferentes valores de los test neuromusculares para detectar fatiga y poder establecer con un marcador global del estado de *readiness* del jugador de cara al siguiente entrenamiento o competición, así como para detectar estados de desentrenamiento (Turner et al., 2019). Se calcula como el promedio de los Z-Score obtenidos por el jugador en los diferentes test:

$$\text{Z-Score} = \frac{\text{Resultado del deportista en el test} - \text{Promedio del equipo}}{\text{Desviación estándar del equipo}}$$

$$\text{TSA} = \frac{\text{Z-Score Test 1} + \text{Z-Score Test 2} + \text{Z-Score Test 3} \dots}{\text{Número de test}}$$

El resultado nos indicará las SD que el sujeto está por encima o por debajo del promedio del equipo, un resultado de +1, indica que su rendimiento fue superior al del 84% del equipo, +2 indicaría que fue superior al 98% del equipo, y en caso de que el valor fuese negativo indicaría que lo hizo peor que el promedio de sus compañeros, lo máximo sería una SD de +3 o -3 ya que el 99% los resultados de una muestra están contenidos en su media \pm 3 SD (Turner, 2014).

1.3.1.4 MARCADORES BIOQUÍMICOS

La evaluación de marcadores bioquímicos es un método objetivo, válido y fiable de cuantificar la carga interna de entrenamiento pero que debido a su coste, tratarse de un método invasivo, complejidad de su análisis y el tiempo necesario para la evaluación no se utiliza habitualmente en el contexto deportivo salvo en determinadas situaciones en el deporte de alto rendimiento (Clarkson & Hubal, 2002).

El tejido muscular puede dañarse después de un entrenamiento intenso y prolongado tanto por factores metabólicos como mecánicos, de hecho, la rabdomiólisis (descomposición de tejido muscular que provoca la liberación de contenidos de las fibras musculares a la sangre) puede resultar del daño directo o indirecto a la membrana muscular (Brancaccio et al., 2010).

Entre los marcadores bioquímicos de daño muscular más utilizados se encuentra la CK, considerándose que un valor por encima de los 300-500 unidades/litro después del ejercicio vería afectada la función muscular (Brancaccio et al., 2007). El entrenamiento habitual puede provocar que los niveles de CK estén elevados de forma permanente, y los niveles de CK son superiores en deportistas que en personas sedentarias pero los incrementos de CK posterior al ejercicio normalmente son superiores en personas sedentarias que en deportistas (Brancaccio et al., 2010). El tiempo de aclarado de la CK post ejercicio depende del tipo de ejercicio realizado, la duración, la intensidad y el nivel de entrenamiento (Hortobágyi & Denahan, 1989).

Otra de las variables más analizadas es la concentración de lactato en sangre que ha sido considerada tradicionalmente un producto de desecho de la glucólisis anaeróbica causante de la deuda de oxígeno post ejercicio y su uso ha sido muy extensivo, especialmente en el atletismo (Maciejewski et al., 2012). Sin embargo, en la actualidad se considera que el lactato es un metabolito anaeróbico en la presencia de anoxia, pero también un metabolito

hipóxico en la presencia de disoxia y un metabolito aeróbico en la presencia de un adecuado aporte de O₂ y utilización de glucosa o glucógeno como sustrato (Gladden, 2004).

Durante el ejercicio intenso una alta liberación de glucocorticoides y catecolaminas está relacionada con la producción de citoquinas proinflamatorias (Clarkson & Hubal, 2002), los marcadores inflamatorios más utilizados en las ciencias del deporte son la interleucina 6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α). La evolución del proceso inflamatorio dependerá del equilibrio entre estas citoquinas proinflamatorias y las citoquinas antiinflamatorias (por ejemplo IL-10), ya que se deberá producir una suficiente respuesta inflamatoria para reparar los tejidos dañados sin generar una respuesta excesiva (Clarkson & Hubal, 2002; Goulart et al., 2022).

1.3.2 CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA EXTERNA

La carga externa está determinada por la organización, calidad y cantidad de entrenamiento y se define como la carga de trabajo que prescribimos en la planificación del entrenamiento (Impellizzeri et al., 2019). Diferentes herramientas han sido utilizadas para la cuantificación de la carga externa como cronómetros (Impellizzeri et al., 2019) potenciómetros (Passfield et al., 2017), vídeo-análisis (Gabbett & Mulvey, 2008) o encoders (Jiménez-Reyes et al., 2021). Sin embargo, en la actualidad la principal herramienta utilizada en el fútbol son los GPS que se combinan con acelerómetros triaxiales, giroscopios y barómetros (Malone et al., 2017). Los tres objetivos principales del uso de dispositivos GPS son: 1) conocer las demandas externas de entrenamiento y competición; 2) optimizar las sesiones y carga de entrenamiento del equipo y 3) ayudar al desarrollo de programas de entrenamiento para jugadores de forma individualizada basándonos en sus déficits específicos para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones (Buchheit & Simpson, 2017; Impellizzeri et al., 2019).

1.3.2.1 DISPOSITIVOS GPS

Los primeros métodos de cuantificación de la carga externa realizada por jugadores de fútbol durante los entrenamientos y competición se basó en sistema de video-cámara semiautomáticos siendo muy costoso por la necesidad de múltiples cámaras para su registro, el requerimiento de personal cualificado para llevar a cabo el registro, los

problemas en la medición cuando se superponían varios jugadores sobre la cámara y la dependencia de las condiciones de iluminación y la zona de juego (Castellano et al., 2014). Con el objetivo de paliar estas carencias, surgieron los dispositivos de seguimiento del jugador que actualmente se puede clasificar en tres tipos:

- Sistemas de Posicionamiento Global (GPS): sistema de seguimiento *outdoor*, depende de la señal de un sistema de satélites para conocer velocidad instantánea y posición del dispositivo (Buchheit & Simpson, 2017).
- Sistemas de Posicionamiento Local (LPS): sistema de seguimiento *indoor*, formado por 19 antenas que permite realizar un seguimiento en tiempo real de la posición y velocidad instantánea del dispositivo en situaciones indoor y la medición de aceleraciones y deceleraciones (Ogris et al., 2012).
- *Ultra Wide Band* (UWB): sistema de seguimiento que se puede utilizar tanto *indoor* como *outdoor*, formado por un sistema de 6-8 antenas que permite conocer la posición y velocidad instantánea del dispositivo (Castillo et al., 2018).

Los GPS son un sistema de navegación creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares, pero su uso se ha comercializado y hecho extensivo en el ámbito deportivo. El sistema utiliza 27 satélites que orbitan alrededor de la Tierra, estos satélites envían información de forma continua a los receptores GPS, y, usando estas señales los GPS pueden calcular la distancia al satélite. Calculando la distancia a un mínimo de 4 satélites se puede calcular de forma precisa la latitud, longitud y altitud del dispositivo, aunque para aumentar la calidad de la medición en la literatura científica se recomiendan entre 6 y 8 satélites (Scott et al., 2016).

Desde que se publicó el primer artículo aplicando la tecnología GPS en la actividad física en el año 1997 (para la evaluación de la actividad física realizada) (Schutz & Chambaz, 1997) la literatura científica en este ámbito ha aumentado exponencialmente. Estas investigaciones se centran principalmente en el análisis de la carga de entrenamiento y el análisis de las demandas de competición, aunque también presentan otras utilizadas como el análisis del riesgo de lesión y la medición de la fatiga a partir de las variables registradas por el dispositivo (Bradley et al., 2018).

Cada marca de GPS usa un método diferente para el cálculo de las variables de distancia y velocidad por lo que cada modelo debe ser sometido a un proceso de validación

específico (Malone et al., 2017). Los dispositivos GPS que se comercializan actualmente calculan la distancia y velocidad de dos formas diferentes:

- *Positional Differentiation*: el dispositivo utiliza información de la distancia que hay a cada satélite y triangula su localización. La distancia se calcula por los cambios de posición entre cada señal emitida por el GPS, de la cual se deriva la velocidad (Malone et al., 2017).
- *Desplazamiento Doppler*: mide cambios en la frecuencia en la que el satélite emite la señal, aportando información casi instantánea de la velocidad, derivando posteriormente la distancia. Este método ha demostrado mejores niveles de precisión y menos error (Malone et al., 2017).

Los dispositivos GPS se clasifican en función de la frecuencia de muestreo por segundo (Hz). En un inicio los dispositivos tenían una frecuencia de 1 Hz (una muestra por segundo) pero el avance en la tecnología ha permitido que actualmente se comercialicen dispositivos GPS con frecuencias de muestreo de 5, 10 y 15 Hz. Los GPS de 1 y 5 Hz presentan ciertas limitaciones a la hora de registrar distancias cortas a alta intensidad mientras que los de 10 Hz parecen haber superado esta limitación. Además, en todos los casos, la fiabilidad inter-dispositivos es menor que intra-dispositivo por lo que se recomienda que siempre sea el mismo dispositivo el que utilice cada deportista (Scott et al., 2016). Varley et al. (2012) observaron que los dispositivos de 10 Hz son de dos a tres veces más precisos para medir la velocidad instantánea en todo el rango de velocidades ($CV = 3.1 - 11.3\%$) que dispositivos de 5 y 1 Hz. Junto con este avance en el incremento de la frecuencia de muestreo se han incorporado a los dispositivos GPS unidades de medición inercial (IMU) (acelerómetros triaxiales) que miden cambios instantáneos en la aceleración en cada uno de los tres ejes (X, Y y Z) (Bastida-Castillo et al., 2019). Estos dispositivos suelen medir a una frecuencia de muestreo de 100 Hz, la cual es mayor que la que utilizan los GPS convencionales (5-18 Hz) y presentan la ventaja de que pueden usarse *indoor* ya que no requieren la conexión a ningún satélite (Malone et al., 2017; Scott et al., 2016).

Una vez que se obtienen los datos cada marca comercial utiliza unos filtros específicos para eliminar o disminuir el ruido de la señal, siendo los filtros mas comunes el filtro de media móvil, filtro de mediana y filtros exponenciales (Scott et al., 2016). Aunque el uso de tecnología GPS supone un gran avance en el mundo del deporte hay que ser conscientes de sus posibles limitaciones: a) la señal de los satélites puede ser

obstaculizada por edificios muy altos o estadios que pueden provocar errores en la medición, b) el número de satélites disponibles condicionan la calidad de la medición y, c) la posición en la que se encuentran los satélites respecto al receptor condiciona la calidad de medición. Esta distribución de los satélites se mide mediante la denominada Dilución de Precisión (DOP), la posición ideal sería que un satélite estuviese posicionado justo encima del receptor y el resto distribuidos alrededor proporcionalmente, mostrando valores que van desde 0 a 50, considerándose valores inferiores a 1 los ideales (Malone et al., 2017). Pero en comparación con otras técnicas de seguimiento el uso de GPS presenta también ciertas ventajas: a) permite la medición a tiempo real, b) el tiempo de análisis es reducido en comparación con técnicas de vídeo-análisis y, c) permite monitorizar a todos los deportistas al mismo tiempo (Scott et al., 2016).

1.3.2.2 VARIABLES DE CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA REGISTRADAS POR DISPOSITIVOS GPS

Los dispositivos GPS combinados con las tecnologías integradas que los acompañan (i.e. acelerómetros triaxiales, giroscopios o barómetros) ofrecen multitud de variables de las que es necesario hacer un cribado y selección, ya que habitualmente se dispone de poco tiempo para analizar los datos y presentar la información necesaria a los entrenadores para la toma de decisiones, por ello es importante no perderse en el dato y saber diferenciar la información relevante y desechar el ruido (Coutts, 2014).

A la hora de seleccionar las variables debemos de tener en cuenta diferentes aspectos (Buchheit & Simpson, 2017):

- Variables que sean lo suficientemente simples de entender tanto para los entrenadores como para preparadores físicos.
- Variables que sean representativas del objetivo de análisis.
- Variables que sean válidas y fiables para poder tomar decisiones.
- Variables que permitan guiar los entrenamientos.

Los distintos tipos de variables que podemos obtener mediante esta tecnología se pueden clasificar en tres niveles (Buchheit y Simpson 2017):

- Nivel 1: distancias que se recorren en diferentes zonas de velocidad, por ejemplo, distancia que se recorre por encima de 25 km/h.

- Nivel 2: aquellas variables relacionadas con cambios en la velocidad, incluyen aceleraciones, deceleraciones y cambios de dirección, por ejemplo, nº de aceleraciones que se producen por encima de 3 m/s^2 .
- Nivel 3: todas las acciones derivadas de los sistemas inerciales (acelerómetros), por ejemplo, el número de impactos medido en G o el *Player Load* (sumatorio de las aceleraciones que se producen en los tres ejes).

Las variables más utilizadas en la cuantificación de la carga de entrenamiento y de competición en el ámbito del fútbol son, las aceleraciones (ACC) (las cuales se clasifican en varios rangos de intensidad, utilizando en la actualidad habitualmente las de alta intensidad o $>3.0 \text{ m/s}^2$), la TD, la HID (específica del sexo y la edad de los deportistas, pero habitualmente seleccionando 19.8 km/h) y la potencia metabólica estimada. La TD se usa habitualmente como un indicador del volumen total de entrenamiento, mientras que la HID nos aporta información sobre la intensidad del entrenamiento, utilizándose en la actualidad como estrategia en la prevención de lesiones para exponer al deportista a un estímulo específico (esfuerzo realizado por los isquiosurales en el sprint (Clavel et al., 2022)). Las ACC y deceleraciones (DECC) aportan información sobre el trabajo mecánico, relacionándose con la aparición de fatiga post-sesión por la realización de esfuerzos excéntricos que pueden ocasionar daño muscular y puede estar relacionada con el riesgo de lesiones (Brownstein et al., 2017). Por último, la potencia metabólica es un híbrido entre los niveles I y II ya que hace una estimación del coste metabólico de las acciones de alta intensidad en su conjunto, combinando ACC y HID (Akenhead & Nassis, 2016; Buchheit & Simpson, 2017).

Estas variables se pueden expresar de forma absoluta o relativa al tiempo de entrenamiento o competición, el expresarlas en valores relativos permite comparar entre jugadores que disputan mayor o menor número de min en competición, entre sesiones de diferente duración o entre diferentes tareas de entrenamiento y la propia competición, además de que son un mejor reflejo de la intensidad de la sesión que las variables absolutas, aunque estas son más sencillas de interpretar y aportan una visión global de la carga de la sesión de entrenamiento (Malone, Lovell, et al., 2017). Además, recientemente se ha propuesto expresar la carga de las sesiones de entrenamiento en porcentaje relativo a la carga de competición ya que puede facilitar la gestión de las cargas de entrenamiento haciendo más sencilla la comunicación, interpretación y prescripción del entrenamiento (Martín-García et al., 2018; Stevens et al., 2017).

1.3.2.3 UMBRALES O RANGOS DE VELOCIDAD UTILIZADOS EN LOS DISPOSITIVOS GPS

No existe en la literatura un consenso en el establecimiento de los umbrales para determinar la distancia recorrida por los futbolistas en diferentes rangos de intensidad, dificultando así la comparación entre estudios (Bradley & Vescovi, 2015). No obstante, en la actualidad parece utilizarse el valor de 25.2 km/h para considerar la SPD y 19.8 km/h para la HID en fútbol masculino (Curtis et al., 2019). Este hecho se acentúa más en el fútbol femenino ya que la literatura muestra diferentes posibilidades (Tabla 7) utilizando habitualmente la estrategia de disminuir de forma arbitraria los umbrales que se utilizan en el fútbol masculino (Bradley & Vescovi, 2015) al igual que sucede con los futbolistas jóvenes (Buchheit et al., 2010).

Tabla 7: Valores de velocidad umbral para determinar las diferentes zonas de velocidad utilizados en fútbol femenino.

Referencia	Umbral de HID (km/h)	Umbral de SPD (km/h)
Bradley y Scott, (2020)	19	23
Romero-Moraleda et al. (2021)	15	-
Passos Ramos et al. (2019)	15.6	20
Strauss et al. (2019)	15.84	20.16
DeWitt et al. (2018)	17.8	22.7
Andersson et al. (2010)	18	25
Bradley y Vescovi (2015)	15.5	20

HID = Distancia recorrida a alta intensidad; SPD = Distancia recorrida a sprint

El uso de umbrales absolutos permite hacer comparaciones entre miembros del propio equipo, por posiciones y también con otros equipos, niveles o deportes (Malone et al., 2015; Owen et al., 2017; Sanchez-Sanchez et al., 2019). También se han utilizado umbrales absolutos para valorar cómo afectan diferentes factores contextuales a las demandas de competición (por ejemplo nivel del oponente o condiciones ambientales)

(Castellano et al., 2011; Curtis et al., 2020; Park et al., 2019; Racinais et al., 2012). Pero la principal limitación del uso de umbrales absolutos es que no atienden a las características individuales de cada deportista, ya que un jugador con una velocidad máxima (MSS) más baja podría ser infraestimado en el cálculo de su SPD mientras que otro con una MSS más alta sobreestimado (Abbott et al., 2018). Por ello se ha propuesto utilizar umbrales individuales que integran las capacidades físicas del deportista en los indicadores de carga externa, lo que nos permite conocer la relación dosis-respuesta en competición, nos informa de la distribución individual de la carga y puede ser útil a la hora de prescribir la carga de entrenamiento de forma más específica (Abt & Lovell, 2009).

Diferentes estudios muestran que el uso de zonas de velocidad individuales hace que se modifiquen las distancias que recorren los jugadores en las diferentes zonas de intensidad (Tabla 8) (Abt & Lovell, 2009; Gabbett, 2015). Abbott et al. (2018) dividen a los jugadores de un equipo de fútbol en tres grupos en función de su velocidad aeróbica máxima (VAM) (i.e. alto, medio y bajo rendimiento) y comparan el efecto de utilizar umbrales absolutos o individualizados en la HID, distancia a muy alta intensidad (VHSR) y SPD. Observan que con los umbrales individualizados el grupo de bajo rendimiento incrementaba sus porcentajes de HID, VHSR y SPD respecto a los umbrales absolutos (7.8, 6.1 y 1.7%, respectivamente), en el grupo de jugadores de rendimiento medio no se observaban diferencias significativas y en el grupo de jugadores de rendimiento alto el método individualizado reducía su HID y VHSR (11.0 y 6.8%, respectivamente). Por tanto, podría ser adecuada la combinación de umbrales absolutos e individuales en el sistema de monitorización de la carga en fútbol para conocer tanto las demandas individuales como hacer comparaciones dentro del grupo aunque actualmente realizar un análisis individual es muy costoso a nivel de tiempo y conocimientos requeridos por lo que es difícil llevarlo a la práctica diaria (Gabbett, 2015; Malone et al., 2017)

A la hora de establecer las zonas de velocidad individualizadas, la literatura propone utilizar diferentes test de rendimiento que se combinan para establecer las diferentes zonas de intensidad (Tabla 8):

- A partir de la velocidad máxima (MSS) (Buchheit et al., 2010): se determina la MSS del sujeto mediante un test de 40 metros en el cual se registran los 10 metros más rápidos, estableciéndose a continuación valores porcentuales sobre el valor obtenido.

- Velocidad aeróbica máxima (VAM) (Abbott et al., 2018): determinada tanto en test incrementales de laboratorio como en test de campo (velocidad a la finalización del test).
- Velocidad en el consumo máximo de oxígeno (vVO₂max) (Hunter et al., 2014): velocidad a la que por primera vez se alcanza un consumo de oxígeno superior al 95% del VO₂ max.
- Velocidad del umbral aeróbico (VT1) (Lovell & Abt, 2013): medido en test incremental de consumo de oxígeno en laboratorio.
- Velocidad de reserva anaeróbica (ASR) (Sandford et al., 2019): rango de velocidad entre la mínima velocidad a la que se alcanza el VO₂max y la MSS.

Tabla 8: Métodos de clasificación en zonas de velocidad utilizando umbrales individuales.

Zonas	Hunter et al. (2014)	Lovell y Abt (2013)	Hunter et al. (2014)	Méndez-Villanueva et al. (2014)	Hunter et al. (2014)	Abbott et al. (2018)
Zona 1	<VT1	<VT1	<79% MAS-	<60% MAS	<49% MSS	80- 99% MAS
Zona 2	VT1- vVO ₂ max	VT1- VT2	80%- 99% MAS	61- 80% MAS	50- 50% MSS	100% MAS- 30% ASR
Zona 3	vVO ₂ max- 29%ARS	>VT2	100- 139% MAS	81- 100% MAS	60- 79% MSS	>30% ASR
Zona 4	30%ARS- MSS		140% MAS- 35 km/h	101% MAS- 30% ASR	80- 100% MSS	
Zona 5				>30% ASR		

VT1 = Umbral aeróbico; VT2 = Umbral anaeróbico; vVO₂max = velocidad al consumo máximo de oxígeno; ASR = Velocidad de reserva anaeróbica; MSS = Velocidad máxima de sprint; VAM = Velocidad aeróbica máxima

Todos estos métodos se basan en aplicar diferentes test de laboratorio o de campo y en base a ellos establecer las zonas de velocidad adaptadas a las capacidades físicas de cada sujeto (Hunter et al., 2014). La literatura ha propuesto un método que tienen en cuenta la velocidad máxima del deportista durante la competición y la media de velocidad máxima de los miembros del equipo (Schimpchen et al., 2016). Dado que la mayoría de la

literatura científica utiliza un umbral de sprint de 25.2 km/h, esta es la velocidad que utilizaron como referencia y calcularon el porcentaje que alcanza cada jugador en competición respecto a la velocidad de referencia:

$$\text{Porcentaje de velocidad de referencia} = \frac{25.2}{\text{Velocidad máxima en competición}} \times 100$$

Una vez calculado el porcentaje de la velocidad de referencia que alcanza cada jugador en competición se calcula el porcentaje medio del equipo y en base a este se calcula el umbral de sprint individual = Porcentaje medio del equipo \times Velocidad máxima en competición

1.3.3 ANÁLISIS DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

Una de las principales dificultades en la monitorización y cuantificación de la carga de entrenamiento es el elevado volumen de datos que proporcionan los diferentes dispositivos (Malone et al., 2017). Almacenamos grandes cantidades de datos, pero es necesario realizar un análisis diario que nos permita la toma de decisiones de manera eficiente y efectiva tanto a corto, medio y largo plazo (Coutts, 2014). Por ello se han propuesto diferentes métodos de análisis como el ratio agudo crónico (Blanch & Gabbett, 2016), la monotonía (Afonso et al., 2021), o en análisis de los momentos más demandantes de la competición (WCS) (Cunningham et al., 2018). Ningún método es la solución definitiva al problema de la planificación, prescripción, monitorización y cuantificación de la carga de entrenamiento y competición, pero debemos adoptar una visión global entendiendo al deportista como un sistema complejo formado por diferentes subsistemas en continua interacción. Por ello, cualquier mínimo cambio en una de las partes afectará a todo el sistema e influirá en los procesos de adaptación y fatiga y la detección de cualquier alteración de la homeostasis del sistema ayudará a la planificación del entrenamiento y las estrategias de recuperación (Stern et al., 2020).

1.3.3.1 INTEGRACIÓN DE CARGA INTERNA Y EXTERNA

Utilizar carga externa de manera única y exclusivamente sólo aporta información sobre la cantidad de trabajo realizado por el deportista, obviando las consecuencias que este trabajo está teniendo en el organismo del deportista (respuesta y adaptación). No podemos

obviar que lo que verdaderamente origina un incremento del rendimiento son las consecuencias internas que tiene la carga externa aplicada (Impellizzeri 2019). Por otra parte, si empleamos únicamente marcadores de carga interna conoceremos las respuestas individuales a la carga propuesta pero no podemos establecer la dosis respuesta y la carga óptima de entrenamiento (Gabbett et al., 2017). Para solventar esta situación, la literatura ha propuesto un enfoque integrador buscando establecer la relación entre la carga externa realizada en una sesión de entrenamiento por un jugador y la respuesta del jugador a esa carga, lo que nos va a aportar una información global sobre el nivel de adaptación individual a la carga propuesta y si el deportista está recuperado para efectuar el siguiente estímulo de entrenamiento (Delaney et al., 2018).

Delaney et al. (2018) propusieron utilizar el *Training Efficiency Index* (TEI) como medio integrador de la monitorización de la carga interna y externa. Este método propone calcular el ratio entre la transformación logarítmica de una variable de carga externa y una variable de carga interna elevada a una constante que es la pendiente de la relación entre las dos variables en su transformación logarítmica:

$$\text{Training Efficiency Index} = \frac{\text{Carga externa}}{\text{Carga interna}^X}$$

En el cálculo del TEI es determinante la selección de las variables de carga interna y externa a comparar, ya que tienen que estar relacionadas. Para ello, especialmente si utilizamos medidas subjetivas como la RPE, debemos de calcular específicamente la correlación entre ellas para nuestra muestra. Diferentes estudios han analizado la correlación entre variables de carga interna y externa en futbolistas (Bartlett et al., 2017; McLaren et al., 2018; Rossi et al., 2019). En el metaanálisis de McLaren et al. (2018) concluyen que la variable de carga externa que muestra una mayor correlación con la sRPE es la TD ($r = 0.79$; ICC = 0.74-0.83), además también mostraron una buena correlación entre ACC ($r = 0.63$; ICC = 0.54-0.70), los impactos ($r = 0.57$; ICC = 0.47-0.64) y la HID ($r = 0.47$; ICC = 0.32-0.59) con la sRPE. Midiendo la carga interna mediante metodología basada en la FC (Edwards TRIMP), se observa una correlación significativa con la TD ($r = 0.78$, ICC=0.68-0.84) y el *Player Load* ($r = 0.8$, ICC=0.71-0.86) (Scott et al., 2013). Las variables que menos correlación han mostrado son aquellas que clasifican las distancias recorridas por zonas de intensidad (como la HID o la SPD) (Bartlett et al., 2017; Conte et al., 2022; Rossi et al., 2019; Scott et al., 2013).

Este índice ha demostrado ser sensible tanto a cambios en la condición física (medidos como rendimiento en un test de 1.2 km) ($ES = 0.87-0.89$) como a cambios en la carga externa realizada ($ES = 0.29-0.33$) pero no a cambios en el bienestar percibido por el deportista (medido mediante la escala de *wellness*) (Delaney et al., 2018). Por lo tanto, puede tratarse de una variable interesante tanto para valorar las adaptaciones crónicas al entrenamiento como para controlar cambios en la condición física de los deportistas de forma sencilla sin tener que recurrir a otros test de rendimiento que por un lado son costosos de administrar por la falta de tiempo, y suponen cierto grado de riesgo de lesión al tratarse normalmente de test máximos (Delaney, et al., 2018; Pyne et al., 2014).

1.3.3.2 ESCENARIOS MÁS DEMANDANTES DE LA COMPETICIÓN

Uno de los principios del entrenamiento es la especificidad de la carga de entrenamiento (Haff & Triplett, 2017). Con el objetivo de aplicar este principio y preparar a los jugadores para las demandas que van a experimentar durante la competición, tradicionalmente se han analizado las demandas de competición (Malone et al., 2015), tratando posteriormente de reproducirlas en las tareas de entrenamiento (Gabbett & Mulvey, 2008). Sin embargo, este análisis, aunque es representativo de las demandas globales de un partido, no analiza aquellas situaciones que se encuentran por encima de esas demandas medias, es decir, los WCS. Estas situaciones suelen coincidir con los momentos más decisivos de la competición y por lo tanto es importante exponer a los jugadores ante estas situaciones, como estímulo de entrenamiento y como familiarización con los mismos (Illa et al., 2020).

Dos metodologías han sido propuestas para la determinación de los WCS (Oliva-Lozano et al., 2021):

- I. *Fixed lenght*: se divide el tiempo total de la competición en periodos de tiempo fijos desde el inicio al final con duración igual a la ventana temporal que se vaya a utilizar.
- II. *Rolling average*: calcula todas las posibles ventanas de la duración establecida que se dan en un partido con una media móvil.

Diferentes estudios muestran como el método “*fixed lenght*” subestima las demandas de la competición, ya que comparándolo con el “*rolling average*” se recorren significativamente menos TD ($p < 0.001$; ; $\eta^2 = 0.52$), HID ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.71$) y SPD

($p < 0.001$; $\eta^2 = 0.36$), (Oliva-Lozano et al., 2021). Federay et al. (2020) también observan que mediante el método “*fixed length*” la TD se infraestima ~7-10% y la HID ~12-25% por lo que se recomienda utilizar el método “*rolling average*”.

Este análisis se puede efectuar en diferentes ventanas temporales en función de las características del deporte, en el fútbol las ventanas temporales más utilizadas son de 1, 3, 5 y 10 min, ya que también reflejan la duración habitual de las tareas de entrenamiento (Oliva-Lozano et al., 2020). En cuanto a la elección de las variables a analizar en estas situaciones más exigentes, no existe un consenso entre estudios, pero para poder representar las demandas que supone la competición para el jugador es recomendable usar variables que ejemplifiquen el volumen total, (TD o *Player Load*), intensidad (HID o SPD) y también variables que reflejen la carga neuromuscular (ACC, DECC, impactos o saltos) (Illa et al., 2020; Martín-García et al., 2020; Oliva-Lozano et al., 2020).

1.3.3.3 RATIO DE CARGA AGUDO-CRÓNICO

Actualmente en el ámbito del deporte se monitoriza y cuantifica la carga de entrenamiento de los deportistas para poder ajustar la programación del volumen e intensidad de las sesiones de entrenamiento (Wallace et al., 2014) y disminuir el riesgo de lesión (Gabbett, 2010b). Para ello se recogen diferentes variables con las que se realizan diferentes cálculos, siendo una de las opciones más habituales determinar las variaciones existentes entre las cargas de entrenamiento y cómo afectan tanto al riesgo de lesión como a las adaptaciones de los deportistas (Sedeaud et al., 2020).

Estas variaciones en la carga se pueden cuantificar mediante diferentes propuestas metodológicas como la monotonía (Afonso et al., 2021) o el porcentaje de cambio semanal (Piggott, 2008) aunque en la actualidad una de las más utilizadas es el ratio entre la carga aguda y la carga crónica, es decir, el ratio entre la carga acumulada los últimos 7 días (carga aguda) relativa a la carga acumulada los últimos 28 días (carga crónica) (Blanch & Gabbett, 2016). La carga aguda representaría la fatiga experimentada por el deportista, mientras que la carga crónica representa el estado de la adaptación o “*fitness*” (Gabbett et al., 2017). Comparar esta carga aguda respecto a la crónica daría una idea del estado de preparación del deportista. Si la carga aguda es baja y la carga crónica alta quiere decir que el deportista experimenta una fatiga mínima y que ha sido expuesto a cargas crónicas altas para desarrollar adaptaciones, por lo que estaría listo para competir

o incrementar la carga de entrenamiento. Por el contrario, si la carga aguda es alta (i.e. se ha aumentado repentinamente la carga) y la carga crónica es baja (i.e. el deportista ha tenido una molestia que ha obligado a bajar las cargas de entrenamiento las últimas semanas), entonces el deportista estará fatigado y en peores condiciones para afrontar la competición (Blanch & Gabbett, 2016; Gabbett, 2016).

A la hora de interpretar el resultado de esta ratio, Gabbett (2016) propone un “*sweet spot*”, es decir, un rango óptimo entre 0.8 y 1.3 AU en el cual el riesgo de lesión se reduce y se producirían las adaptaciones, mientras que si sobrepasamos este límite de 1.3 o 1.5 AU estaríamos incrementando el riesgo de lesión del deportista (Andrade et al., 2020; Blanch & Gabbett, 2016; Malone et al., 2017).

En literatura de forma reciente se han achacado problemas metodológicos y de falta de sensibilidad a este ratio (Impellizzeri et al., 2020; Lolli et al., 2019; Sedeaud et al., 2020) proponiéndose nuevas alternativas. Una de estas alternativas es el EWMA (*Exponentially Weighted Moving Averages*), que se basa en dar un mayor peso a las cargas más cercanas a la carga aguda respecto a las crónicas, basándose en que los efectos que tienen las cargas aplicadas a un deportista se van reduciendo a medida que pasa el tiempo tanto para el desarrollo de la condición física como para la producción de fatiga (Murray et al., 2017). Este modelo ha demostrado una mayor sensibilidad a la hora de identificar riesgo de lesión tanto en temporada como pretemporada y se determina mediante la siguiente ecuación (Williams et al., 2017):

$$EWMA_{today} = Load_{today} \cdot \lambda_{\alpha} + ((1 - \lambda_{\alpha}) \cdot EWMA_{yesterday})$$

Dónde: λ_{α} es un valor entre 0 y 1 que representa el nivel por el que disminuye la carga y

λ_{α} se define como:

$$\lambda_{\alpha} = \frac{2}{N + 1}$$

Donde: N = es la constante de paso del tiempo elegida, normalmente 7 días para la carga aguda y 28 para la crónica

Otra de las discusiones en el uso de esta ratio radica en si la carga aguda debe estar incluida en la carga crónica (“*coupled*”) o si no debe estar incluida (“*uncoupled*”). Lolli et al. (2019) obtuvieron que al incluir la carga aguda en la crónica se produce una falsa correlación entre ambas (correlación espuria), ya que no existe una verdadera relación biológica o fisiológica que la explique, sino que se produce porque la carga aguda está contribuyendo en una gran proporción a la crónica (si se utiliza el método habitual de 4 semanas, la carga aguda explicaría un 25% de la crónica). Por lo tanto, si se pretende realizar posteriores correlaciones con el nivel de condición física o riesgo de padecer lesiones se debe de ser cauteloso. Además, el método “*coupled*” hará que disminuya la varianza y la SD de la carga crónica por lo que también se reducen las diferencias entre deportistas en esta carga crónica (Lolli et al., 2019).

Suarez-Arrones et al. (2020) no mostraron relación entre picos en el ratio agudo:crónico y la incidencia de lesiones. Registraron durante 10 microciclos la incidencia lesional y el ratio agudo: crónico de la TD, distancia a velocidad moderada (MSD), HID, VHSR y SPD en futbolistas profesionales. Durante el registro documentaron dos lesiones, en ambos casos los jugadores tenían una ratio inferior a 1.5 AU, mientras que hubo 13 jugadores que sí que superaron este ratio en varias ocasiones y no sufrieron ninguna lesión.

1.3.3.4 CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO SEMANAL

Dentro de los métodos para la cuantificación de la carga de entrenamiento, la determinación de los cambios en la dinámica de cargas es utilizada habitualmente para detectar estados de fatiga, sobreentrenamiento y riesgo de lesión (Bourdon et al., 2017). Esta dinámica se analiza mediante la determinación de la monotonía (Afonso et al., 2021), el porcentaje de cambio de carga semanas (Piggott, 2008) o el “*strain*” o dureza del entrenamiento (Rossi et al., 2018).

La monotonía se define como el ratio entre el promedio de la carga efectuada en la ventana temporal elegida y su SD y se puede calcular diaria, semanal o mensualmente (Lazarus et al., 2017; Rossi et al., 2019). Diversos estudios han establecido una posible relación entre una alta monotonía (ausencia de variabilidad en el entrenamiento) tanto con descenso en el rendimiento como con un incremento del riesgo de lesión (Anderson

et al., 2003; Putlur et al., 2004). En el estudio de Putlur et al. (2004), concluyen que la carga de entrenamiento explica un 46% de la varianza de la incidencia lesional.

Recientemente Afonso et al. (2021) proponen un nuevo modelo para el cálculo de la monotonía, que, además de tener en cuenta la variación en la carga total administrada tiene en cuenta también la densidad de trabajo semanal y la variación en la orientación de las cargas, es decir, el tipo de carga u orientación de cada tarea de la sesión (i.e. entrenamiento de fuerza, juegos reducidos, partido modificado o tareas de velocidad). Por lo tanto, cada sesión tendrá varias orientaciones de carga diferentes. Este método permite conocer no solo si la magnitud de la carga se mantiene constante de un microciclo a otro sino también si mantenemos la misma densidad y orientaciones de la carga de entrenamiento que también van a contribuir a que el entrenamiento sea más monótono.

El porcentaje de cambio semanal en la carga de entrenamiento se determina calculando la diferencia en la carga total del microciclo previo y el actual en porcentaje (Rogalski et al., 2013). Piggott et al. (2009) observaron que un 40% de las lesiones de jugadores de fútbol de la liga australiana iban asociadas con aumentos bruscos de carga semanal (superiores al 10% respecto a la semana previa). En esta línea otros estudios en futbolistas muestran que aumentos en carga interna absoluta medida como sRPE mayores a ~1750 AU se relacionan con un mayor riesgo de lesión (Rogalski et al., 2013), aunque los umbrales absolutos hay que cogerlos con cautela ya que van a ser dependientes de la muestra analizada.

El *strain* refleja el estrés general de la semana de entrenamiento y se determina mediante el producto de la carga media semanal y la monotonía semanal (Rossi et al., 2019). Aughey et al. (2016) mostraron que las mayores probabilidades de éxito deportivo en fútbol se producen cuanto la relación entrenamiento-estrés calculada mediante el *strain* era positiva ($ICC=0.51 \pm 0.41$), además también se ha relacionado con el riesgo de lesión y enfermedad (Anderson et al., 2003).

1.3.3.5 DETECCIÓN DE CAMBIOS INDIVIDUALES

Debido a la gran diversidad existente dentro de un equipo de fútbol (variaciones entre las demandas de competición en función de la demarcación, la edad o el historial lesional), las necesidades de estímulos de entrenamiento que va a necesitar cada deportista para alcanzar su mejor estado de forma, así como en las consecuencias que van a tener esos

estímulos a nivel psico-fisiológico en cada jugador son específicas, es decir, las respuestas a la carga de entrenamiento son individuales (Gabbett, 2016; Gabbett et al., 2017). Por lo tanto, la cuantificación y control de cargas también debe serlo (Lacome, Simpson, & Buchheit, 2018; West et al., 2021).

En la práctica, una forma habitual de analizar los datos recogidos mediante la monitorización de cargas es el establecimiento de umbrales individuales para cada jugador en cada día del microciclo, realizando el análisis en una variedad de ventanas temporales (de una a seis semanas), como reportan Akenhead y Nassis (2016) en su artículo con opiniones de 45 preparadores físicos de equipos de alto nivel. Estos rangos individuales se determinan como una desviación estándar de su media habitual, a veces simplemente con la desviación estándar de su media, también mediante el Mínimo Cambio Detectable (SWC), calculado como 0.2 por la SD de la media para detectar cambios pequeños, 0.6 para cambios moderados, 1.2 para detectar cambios grandes y 2 para cambios muy grandes (Turner et al., 2016). También se ha propuesto el coeficiente de variación (CV) de la muestra (Hopkins et al., 2009). Para detectar cambios reales entre dos test Turner et al. (2015) recomiendan utilizar $2xCV$ ya que acumulas los errores de medición del primer test y el segundo.

Es necesario realizar un análisis previo de la variable que se va a analizar, su error típico de medida y el CV de la muestra para poder elegir el método más adecuado para detectar los cambios. También se debe de utilizar la ventana temporal más adecuada, pero teniendo en cuenta que en los periodos de acumulación de partidos es cuando más se incrementa el riesgo de lesiones y que las lesiones son 5 veces más frecuentes en partido que en entrenamiento va a ser muy importante analizar cómo está influyendo la carga aguda en el estado del deportista (Akenhead & Nassis, 2016; Turner et al., 2015).

Este modelo de análisis permite detectar cambios en test de fatiga neuromuscular (i.e. CMJ, sprint, test de fuerza) (Turner et al., 2016), cuantificación de carga interna (RPE, VFC, FC, sRPE) (Naranjo et al., 2015), cuantificación de carga externa (HID, SPD, ACC, DECC, PL) (Stevens et al., 2017), o marcadores sanguíneos (CK, urea, lactato, cortisol, testosterona) (Hunkin, 2014) y dada la naturaleza multifactorial del rendimiento deportivo, será necesario tomar mediciones diferentes para determinar si el deportista está preparado o no para entrenar y/o competir, (Stern et al., 2020; Weaving et al., 2017).

1.3.3.6 MODELOS PREDICTIVOS MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Una nueva línea de investigación es la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) al control de las cargas de entrenamiento y del riesgo de lesión de los deportistas (Hulme et al., 2018). Dentro de la IA, especial atención merecen las técnicas de ML que se basan en la aplicación de algoritmos con el objetivo de reconocer patrones y tendencias en los datos para así poder elaborar predicciones, siendo ya una realidad en las ciencias del deporte (Seshadri et al., 2021). Se trata de un campo en continua expansión en el que empiezan a aparecer las primeras investigaciones (Claudino, 2019). Por ejemplo, se está aplicando la técnica Análisis de los Componentes Principales (PCA) para establecer qué variables de carga externa son las que más influyen la respuesta, en forma de carga interna del deportista al entrenamiento (Scantlebury et al., 2020) mediante la utilización de Modelos de Regresión Logística para predecir lesiones (Carey et al., 2018) o Modelos de Redes Neuronales para predecir la RPE en base a variables de carga externa en futbolistas (Bartlett et al., 2017).

1.4 CUANTIFICACIÓN DE LAS DEMANDAS DE LA COMPETICIÓN

El estudio de las demandas de competición ha sido de gran interés para los científicos del deporte y para los entrenadores y preparadores físicos, ya que permite conocer las exigencias que la competición tiene para el deportista y establecer los factores determinantes del rendimiento, ayudando a establecer la dosis de carga externa a aplicar en los deportistas (Impellizzeri et al., 2019). En las últimas décadas se han popularizado los estudios que analizan las demandas de competición en fútbol masculino (Malone et al., 2015; Martín-García et al., 2018), y femenino (Mara et al., 2017; Romero-Moraleda et al., 2021) atendiendo a diferentes criterios como el nivel competitivo (profesionales o amateurs) (Bradley et al., 2009; Sanchez-Sanchez et al., 2019) o la edad (Dalen & Lorås, 2019; Mendez-Villanueva et al., 2012). Además, también se ha analizado cómo afectan a las demandas de competición diferentes factores contextuales como puede ser jugar en casa o fuera (Lago-Peñas et al., 2017b), el sistema de juego empleado (Modric et al., 2020) adelantarse en el marcador (Lago et al., 2010), tener la posesión del balón (Riboli et al., 2021) o la demarcación que el jugador ocupa en el terreno de juego (Curtis et al., 2020). Existe un acuerdo en que este último factor es el factor contextual que más condiciona las demandas de competición a las que se ve sometido el jugador de fútbol (Owen et al., 2017). Pese a la gran variedad de estudios que analizan las demandas de competición en fútbol femenino, la falta de consenso en el establecimiento de los umbrales de las diferentes intensidades analizadas, la variedad de la tecnología utilizada y las múltiples métricas escogidas dificulta el poder comparar entre estudios y generalizar los resultados (Bradley et al., 2018).

La evolución que ha sufrido el fútbol moderno ha originado una modificación de las demandas a las que se ve sometido el jugador, produciéndose un incremento en la HID (>19.8 km/h) y SPD (>25.1 km/h) de entre un 30-50% (2007 vs 2013) (Barnes et al., 2014). Estos cambios, añadidos a un mantenimiento de la TD recorrida por los jugadores, originan sprints más cortos pero repetidos un mayor número de ocasiones. Esta evolución puede deberse a la utilización de sistemas más compactos en el centro, el incremento de la profesionalización o la mayor disposición de medios de análisis y entrenamiento. De la misma manera parece que el fútbol femenino ha sufrido la misma evolución. Bradley y Scott (2020) compararon las demandas de competición de las dos últimas Copas del Mundo Femeninas (Canadá 2015 y Francia 2019), obteniendo que la HID (>19 km/h) y la SPD (>23 km/h) se incrementaron en un 15% y 19% respectivamente, sin observar cambios en la TD. Este incremento de las demandas físicas de competición a intensidades elevadas hace que los preparadores físicos deban preparar a los jugadores para este nuevo escenario en el que se produce un incremento

de las acciones repetidas de alta intensidad con poco tiempo de recuperación que las jugadoras son capaces de llevar a cabo, sin que disminuya su rendimiento y a su vez minimizando el riesgo de lesión (Bradley et al., 2018).

1.4.1 ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS INTERNAS DE COMPETICIÓN

1.4.1.1 MONITORIZACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA

Dada la relación existente entre FC y el VO_2 en actividades intermitentes como el fútbol tanto en futbolistas profesionales (Bangsbo, 1994), como amateurs (Esposito et al., 2004), mujeres (Datson et al., 2014) o jóvenes futbolistas (Castagna et al., 2005) la utilización de la FC en la monitorización de las demandas de la actividad física ha sido ampliamente utilizada, siendo la variable por excelencia en la cuantificación de la intensidad que supone la realización de una determinada actividad física (Borresen & Lambert, 2009). Esta amplia utilización se debe a la mayor facilidad de registro y a que los dispositivos para su determinación son más económicos que en el resto variables fisiológicas. La FC parece ser un método fiable para la estimación de la contribución del metabolismo aeróbico durante un partido de fútbol (Dellal et al., 2012; Esposito et al., 2004) pero no para la estimación de la contribución anaeróbica o de velocidad y potencia (Alexiou & Coutts, 2008; Bangsbo et al., 2006).

Diversos estudios han cuantificado la respuesta de la FC en competición en mujeres futbolistas de élite, mostrando que durante la competición la FC media de las jugadoras es del 86% de la FCmax alcanzando valores pico del 98% de la FCmax (Datson et al., 2014). Jugadoras de la Primera División Danesa durante la competición alcanzan valores de FC media de 167 ppm (152-186 ppm), que corresponde a un 87% (81-93%) de la FCmax. La FC pico alcanzada fue de 186 ppm (171-205 ppm) que corresponde al 97% (96-100%) de la FCmax (Krustrup et al., 2005). Esta respuesta de la FC es uniforme durante toda la competición, ya que no se han obtenido diferencias si dividimos la misma en periodos de 15 min, ni en la FC media ni en la FC pico (Krustrup et al., 2005).

Si anteriormente mencionábamos que la demarcación es la variable que más condiciona las demandas que la competición exige para el jugador, la respuesta de la FC parece ser uniforme entre las diferentes demarcaciones ocupadas por las jugadoras (Andersson et al., 2010a). Otras variables contextuales, como puede ser el nivel del partido (internacional

vs nacional) no parecen afectar a la respuesta de la FC (Datson et al., 2014). Además, tampoco se han observado diferencias en los valores entre la primera (170 ± 1 ppm) y segunda (167 ± 2 ppm) parte en mujeres (Krustrup et al., 2010). Son necesarios nuevos estudios más actuales que analicen esta variable en una muestra más amplia de futbolistas de élite ya que al haber aumentado el nivel de las ligas y las demandas de la competición dirigiéndose hacia una mayor especialización. Esta evolución ha podido originar que estas características fisiológicas podrían haber cambiado y parecerse más a las del fútbol masculino en el que los mediocentros (176 ± 9 ppm) tienen valores más altos de FC en partido en comparación con defensas (166 ± 15 ppm) y delanteros (173 ± 12 ppm), probablemente debido a su función táctica, (e.r. recorren una mayor TD, están mayor tiempo en posesión del balón y participan en un mayor número de duelos) (Dellal et al., 2011, 2012).

En cambio la VFC sí que se ha mostrado sensible a las diferencias de nivel, mostrando diferencias significativas entre futbolistas profesionales y semi-profesionales en las variables $\ln\text{RMSSD}$, $\ln\text{SDNN}$, SS y Ratio S/PS, teniendo mejores valores los futbolistas profesionales tanto en las variables de dominio simpático como parasimpático (Orellana et al., 2015; Proietti et al., 2017). En el estudio de Muñoz-López et al. (2021) mostraron que el $\ln\text{RMSSD}$ desciende un 6% en jugadores que disputan más de 60 min mientras que permanece invariable en jugadores suplentes ($p < 0.05$), y el SS y el ratio S/PS aumentan un 23 y 36% respectivamente en el primer grupo y permanece invariable en los suplentes, recuperando los jugadores titulares los valores basales tras 24 horas de producirse la competición.

1.4.1.2 ESCALAS SUBJETIVAS

La cuantificación de la carga de entrenamiento mediante la RPE se usa habitualmente en el deporte en general (Borresen & Lambert, 2008) y en el fútbol en particular (Impellizzeri et al., 2004) como marcador de la carga interna del deportista (Borresen & Lambert, 2009).

En el fútbol femenino de élite se han reportado valores de 8.4 ± 0.8 AU de RPE y 792 ± 103 AU de sRPE en partidos de la Primera División Española de Fútbol (Romero-Moraleda et al., 2021), siendo similares a los reportados por jugadoras de la primera categoría portuguesa (RPE = 7.9 ± 0.3 AU; sRPE = 604.7 ± 36.5 AU) (Fernandes et al., 2022). Las futbolistas jóvenes también reportan valores similares de sRPE en

competición (892.5 ± 358.5 AU) aunque con una mayor SD, por lo que la variabilidad en las respuestas es mayor, probablemente debido a un menor grado de familiarización con la herramienta (Gentles et al., 2018).

También se han analizado las diferencias de RPE en función de la demarcación, obteniendo las defensas centrales menores valores que las mediocentros y las delanteras ($p < 0.05$), en consonancia con los también menores valores observados en diferentes marcadores de carga externa de las defensas centrales (Romero-Moraleda et al., 2021).

Se ha obtenido un incremento del dolor muscular inmediatamente post competición (ES = 1.63; 95% ICC= 1.2, 2.07) y se mantiene alto hasta las 24 horas posteriores (ES =1.00; 95% ICC=0.4, 1.61) determinado mediante una escala subjetiva (Goulart et al., 2022). La sensación de fatiga y pérdida de vigor también aumenta inmediatamente post competición (ES = 0.91; 95% ICC=-0.13,1.94; ES = -0.74; 95% ICC=-1.41,-0.01, respectivamente) y a las 12 horas (ES = 1.709; 95% ICC=1.06, 2.54; ES = -0.97; 95% ICC=-1.62,-0.32, respectivamente) en mujeres futbolistas (Goulart et al., 2022).

Brownstein et al. (2017) obtuvieron que los deportistas tienen mayores niveles de fatiga (pre: 1.09 ± 0.97 , post: 7.31 ± 1.68 ; $p < 0.001$, post 24 horas: 6.17 ± 1.6 ; $p < 0.001$ y post 48 horas 4.18 ± 1.65 $p < 0.001$), dolor muscular (pre: 1.72 ± 1.67 , post: 7.05 ± 1.60 ; $p < 0.001$, post 24 horas: 6.48 ± 1.73 ; $p < 0.001$ y post 48 horas 5.03 ± 1.56 $p < 0.001$), y tensión (pre: 1.00 ± 1.13 , post: 3.84 ± 3.18 ; $p < 0.01$, post 24 horas: 2.53 ± 2.29 ; $p < 0.01$ y post 48 horas 2.76 ± 1.97 $p < 0.001$), hasta 48 horas post partido, recuperando los valores basales a las 72 horas post competición, utilizando para ello una escala Likert de 10 ítems. Resultados en línea con los obtenidos por Thorpe et al. (2016) que observan descensos del 35-40% en la sensación de dolor muscular el día post competición respecto al día previo a la competición ($p < 0.001$) y mejoras en la percepción de fatiga, calidad del sueño y dolor muscular del día post competición a los tres días de la misma (rango del 17 al 26%; $p < 0.01$) y continúan mejorando a los 4 días post competición (rango del 7 al 14%; $p < 0.01$).

1.4.1.3 TEST NEUROMUSCULARES

Uno de los test más empleados para determinar el estado neuromuscular y como afecta la competición al mismo, son los test de salto (Goulart et al., 2022). Se ha obtenido que la altura de salto disminuye a los 30 min post competición (ES: -0.35), continua

disminuyendo a las 24 horas (ES: -0.53) (de Hoyo et al., 2016) y se ve afectada hasta 48 horas post competición (ES : -0.43), recuperando los valores basales a las 96 horas post competición (Garrett et al., 2019). El porcentaje de descenso de la altura del CMJ que se observa inmediatamente post competición respecto al pre en futbolistas es del $5 \pm 8\%$ (43.4 ± 5.1 cm vs. 41.0 ± 4.6 cm; $p < 0.05$) y a las 24 horas de $4 \pm 6\%$ (41.5 ± 4.6 cm; $p < 0.02$) (Brownstein et al., 2017). En este mismo estudio también analizan los descensos en la capacidad de sprint post partido, no encontrando diferencias significativas cuando se realiza un test de 10 m y únicamente encontrando diferencias inmediatamente post competición en el test de 20 m, con descensos de $4 \pm 2\%$ (3.11 ± 0.11 s vs. 3.23 ± 0.11 s, $p < 0.001$) pero no en ventanas temporales posteriores. Por lo tanto, el test de salto ha mostrado ser más sensible para la detección de cambios provocados por la fatiga neuromuscular además de que resulta menos lesivos para los deportistas (Brownstein et al., 2017)

Goulart et al. (2022) analizaron la aparición de la fatiga post partido en mujeres futbolistas, mostrando que la altura de salto CMJ se reduce significativamente a las 12 (ES = -0.38; 95% ICC=-0.74,-0.03) y 24 (ES = -0.42; 95% ICC=-0.72,-0.13) horas post competición, mostrando un descenso pequeño no significativo a las 48 horas (ES = -0.22; 95% ICC=-0.57,-0.13). Además, la velocidad de sprint en distancias de 10, 20 y 30 m obtienen que desciende significativamente inmediatamente (ES = -0.72; 95% ICC=-1.14,-0.31), a las 24 horas (ES = -0.97; 95% ICC=-1.64,-0.30) y a las 48 horas (ES = -0.75; 95% ICC= -1.43,-0.13) post competición. Estas diferencias en los perfiles de recuperación de diferentes parámetros de rendimiento pueden estar explicadas por la masa muscular activa que requieran los test, la exigencia técnica, el reclutamiento muscular requerido y la coordinación intermuscular entre los respectivos test (Goulart et al., 2022).

1.4.1.4 MARCADORES BIOQUÍMICOS

Pocos estudios en la literatura han analizado las concentraciones de lactato en competición en jugadoras de fútbol debido a las implicaciones metodológicas que origina el registro del mismo (Datson et al., 2014). Krstrup et al. (2010) mostraron que la concentración de lactato en jugadoras de fútbol es de 5.1 ± 0.5 mmol/L y 2.7 ± 0.4 mmol/L al final de la primera parte y al final de la competición respectivamente. Los resultados

de la primera parte son muy similares a los descritos en la literatura para futbolistas varones (entre 4 y 8 mmol/L) (Bangsbo, 1994; Stølen et al., 2005) que indican una alta actividad glucolítica. El descenso mostrado al final del partido puede ser debido a que se reduzca la capacidad de realizar acciones repetidas de alta intensidad o bien a una disminución de las reservas energéticas (Gaitanos et al., 1993). Son necesarios futuros estudios que confirmen estos hallazgos y los relacionen con parámetros de rendimiento físico como la HID o la SPD ya hay que tener en cuenta que las concentraciones de lactato son muy dependientes de la actividad que el jugador ha realizado en los momentos previos a la toma de la muestra por lo que se pueden infra o sobrestimar las demandas globales (Datson et al., 2014; Krstrup et al., 2010).

Goulart et al. (2022) observaron un aumento de diferentes marcadores de daño muscular en mujeres futbolistas tras la competición, concretamente un incremento de la CK y lactato deshidrogenasa inmediatamente después de un partido de fútbol (ES = 1.97 y ES = 3.67 respectivamente) y pasadas 24 (ES = 3.98 y ES = respectivamente) y 48 (ES = 5.67 y ES = 11.94 respectivamente) horas del mismo, manteniéndose incrementados hasta las 72 horas (ES = 3.79 y ES = 7.46 respectivamente). También se ha obtenido una disminución del pH (muscular y sanguíneo) y un incremento del glicerol y ácidos grasos libres en el plasma sanguíneo post competición, justificando los altos requerimientos aeróbicos del fútbol y también las demandas anaeróbicas en ciertos periodos del partido, por ejemplo, durante los WCS (Silva et al., 2018).

Durante la competición en fútbol se produce un gran descenso en los depósitos de glucógeno (de entre un 40 y un 90%) siendo este el principal sustrato energético que se utiliza en el fútbol y, por lo tanto, siendo necesario para mantener las acciones intermitentes de alta intensidad hasta el final del partido. Este descenso en la energía disponible afectará a regulación celular y facilitará la aparición de fatiga (Bangsbo et al., 2007).

Diferentes marcadores inflamatorios también aumentan su concentración tras la realización de un partido y alcanzan su pico al final del mismo: interleukina 6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral (TNF- α) (ES = 2.75), mientras que la proteína C-Reactiva (CRP) aumenta inmediatamente post competición (ES = 0.58) y alcanza su pico a las 24 horas (ES = 1.84) permaneciendo superior a los valores basales a las 48 horas (ES = 0.48) no siendo recuperados hasta las 72 horas post competición (Goulart et al., 2022). El partido de fútbol también produce alteraciones en la homeostasis, estado de

reducción/oxidación y promueve el daño oxidativo, analizado como aumentos en los niveles sanguíneos de diferentes biomarcadores oxidantes (Silva et al., 2018). Por lo tanto, existe un incremento del estrés oxidativo que contribuye a la apoptosis del tejido muscular posterior al partido que puede ser causado por diferentes factores como a) contracciones excéntricas en diferentes movimientos del juego (i.e. deceleraciones, aterrizajes), b) impactos producidos contra los oponentes o contra el suelo, c) el incremento de VO_2 y, d) daños por eventos de isquemia-reperfusión (asociados a acciones de gran demanda de potencia que aumentan la producción de radicales libres) (Fisher-Wellman & Bloomer, 2009; Silva et al., 2018).

Por último, post competición también se ven alteradas las concentraciones de diferentes hormonas como el cortisol (aumenta de forma inmediata post competición, $ES= 0.75$;) y el ratio testosterona/cortisol el cual se ve alterado significativamente ($ES = -0.50$) (Thorpe et al., 2017).

1.4.2 ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS EXTERNAS DE COMPETICIÓN

1.4.2.1 DISTANCIA TOTAL RECORRIDA

La TD que recorren los jugadores es una de las variables de registro de las demandas externas de competición más empleadas en el fútbol masculino (Akenhead & Nassis, 2016) y femenino (Vescovi & Favero, 2014b), debido a que es indicativa del volumen (Dwyer & Gabbett, 2012). No obstante, presenta la carencia de que no refleja la intensidad a la que son sometidos los jugadores (Owen et al., 2017). Esta variable se puede expresar tanto en valores absolutos (i.e. m y km) o en valores relativos al tiempo (i.e. m/min) (Lacome, Simpson, & Buchheit, 2018). Diferentes estudios han mostrado que la TD es de entre 9000-11000 m en mujeres futbolistas de élite (Hewitt et al., 2014; Romero-Moraleda et al., 2021), y entre 7000-8000 m en jóvenes futbolistas de élite (Harkness-Armstrong et al., 2021) (Tabla 9). Comparando la distancia que recorren las futbolistas profesionales con semi-profesionales observamos grandes diferencias, con valores de 5706 m las amateurs (Gentles et al., 2018) respecto a los 9040-10321 referenciados en profesionales (Datson et al., 2017; Romero-Moraleda et al., 2021), por lo que la TD es una variable que parece diferenciar entre niveles de rendimiento en el fútbol femenino.

Se ha obtenido que las jugadoras que ocupan la demarcación de mediocentro son la que recorren una mayor TD (10150 ± 227 m) mientras que las defensas centrales son las que menor TD recorren (8759 ± 284 m) (Romero-Moraleda et al., 2021), resultados en línea con el estudio de DeWitt et al. (2018) que también observan que las defensas centrales son las que menor distancia recorren (7871 ± 1411 m) sin obtener diferencias entre el resto de demarcaciones.

Tabla 9: Valores de TD recorrida en competición por mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	TD (m)	RD (m/min)
Romero-Moraleda et al. (2021)	Primera división española	26.5 ± 5.7	9040 ± 938	95 ± 9
Datson et al. (2017)	Competición internacional	-	10321 ± 859	-
Passos Ramos et al. (2019)	Selección brasileña	26.0 ± 3.6	-	108 ± 5.3
Hewitt et al. (2014)	Selección australiana	23.5 ± 0.7	9631 ± 175	-
Harkness-Armstrong et al. (2021)	Élite sub 16	15.0 ± 0.6	7679 ± 148	92.6 ± 1.7
DeWitt et al. (2018)	Primera división EEUU	25.1 ± 3.3	8883 ± 1877	98.7 ± 22.5
McFadden et al. (2020)	Division I collegiate soccer player	19.3 ± 1.4	8310 ± 900	

TD = Distancia Total; RD = Distancia Relativa

Diversos estudios en la literatura analizan la influencia de diferentes variables contextuales (i.e. jugar en casa o fuera, el marcador o las condiciones ambientales) en el rendimiento físico de los jugadores (Castellano et al., 2011; DeWitt et al., 2018; Lago et al., 2010; Lago-Peñas et al., 2017). La distancia total recorrida en diferentes intensidades durante el tiempo efectivo de juego es mayor en función de la localización de la competición (3931 m vs. 3887 m para partidos disputados en casa y fuera respectivamente), en función del nivel del oponente (4032 m vs. 3938 m vs. 3736 m para partidos disputados frente a equipos de nivel alto, medio y bajo respectivamente) y en función del marcador (3975 m vs 3921 m cuando se va perdiendo frente a cuando se va

ganando) (Castellano et al., 2011). Por cada minuto por encima en el marcador la distancia que se recorre andando o corriendo a baja intensidad se incrementa en 2.1 m comparado con cuando se va perdiendo ($p < 0.05$) (Lago et al., 2010). No obstante, se ha mostrado que la TD es mayor cuando el partido va empatado que con cualquier otro marcador (Castellano et al., 2011; DeWitt et al., 2018; Lago et al., 2010). Si comparamos las demandas de competición en situaciones de estrés térmico por calor respecto a temperaturas normales ($\sim 43^{\circ}\text{C}$ vs $\sim 21^{\circ}\text{C}$) se obtiene que el estrés térmico origina un descenso significativo de un 6% de la TD (Racinais et al., 2012). Sin embargo, estos resultados son obtenidos en estudios de fútbol masculino, siendo necesarios estudios que analicen estas situaciones en mujeres futbolistas.

Analizando la evolución de esta variable, se ha mostrado que se mantiene estable, ya que si comparamos las dos últimas Copas del Mundo Femeninas la diferencia no llega a un 1% (105007 m en 2015 vs. 104364 m en 2019 en la TD total de todo el torneo) (Bradley & Scott, 2020). La TD recorrida es una de las variables de carga externa que refleja una menor variación entre competiciones en jugadoras de fútbol de élite ($\text{CV}=6.8\%$) (Trewin et al., 2018).

1.4.2.2 DISTANCIA RECORRIDA A ALTA INTENSIDAD

Tanto la TD como la HID se han utilizado en la literatura para representar las demandas de competición tanto en hombres (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2009a) como en mujeres futbolistas (Romero-Moraleda et al., 2021). La HID parece ser una medida más representativa ya que muestra una correlación significativa ($r = 0.58$, $p < 0.05$) con la condición física (test Yo-Yo IE2) (Bradley et al., 2011) y discrimina entre niveles competitivos y en función del sexo (Barnes et al., 2014; Mohr et al., 2008). En el fútbol femenino no existe un consenso a la hora de establecer los umbrales para definir esta variable, utilizándose tradicionalmente el umbral de 15 km/h (Passos Ramos et al., 2019; Romero-Moraleda et al., 2021; Strauss et al., 2019) el cual se ha cuestionado recientemente por considerarse muy bajo, proponiéndose utilizar el umbral de 19 km/h (Bradley & Scott, 2020).

La HID ha mostrado tener una gran importancia tanto para el rendimiento como para la prevención de lesiones, considerándose su cuantificación y exposición entre las tres estrategias más importantes para la prevención de lesiones en fútbol junto con el sprint y

el trabajo de fuerza excéntrico por un grupo de expertos de las 5 grandes ligas (McCall et al., 2020), especialmente para las lesiones de isquiosurales (Laursen & Buchheit, 2019). Este trabajo de alta intensidad y sprint no se puede replicar con ejercicios de fuerza en gimnasio ya que no son suficientemente intensos (consiguen <75% de la actividad electromiográfica alcanzada durante un sprint) (van den Tillaar et al., 2017), sugiriéndose que se trata de una actividad que no puede ser reemplazada por ejercicios de gimnasio aislados (Buchheit, 2019)

En un partido de fútbol las jugadoras de élite realizan una media de 125 acciones de alta intensidad (>18 km/h) con una duración media de 2.3 s (Krustrup et al., 2005). Aunque estas acciones solo representan entre el 8 y el 10% de la distancia total que recorren las jugadoras en competición, se considera que se desarrollan en momentos cruciales para el resultado final (Haugen et al., 2012). Se ha registrado que futbolistas profesionales recorren 1108 m de HID (Romero-Moraleda et al., 2021). Por otro lado, Datson et al. (2017) obtienen valores de 608 m (Tabla 10). Estas diferencias pueden ser debidas a los umbrales utilizados, el primer caso se estableció el umbral en 15 km/h y en el segundo en 19.8 km/h. Es necesario que se establezca un consenso para poder realizar comparaciones entre estudios.

Si analizamos la HID en función de la demarcación ocupada por la jugadora, las defensas centrales recorren significativamente ($p < 0.05$) una menor HID que el resto de demarcaciones de campo en competición (Datson et al., 2017; Mohr et al., 2008). Sin embargo, Romero-Moraleda et al. (2021) no obtuvieron diferencias significativas entre ninguna de las demarcaciones ocupadas por las jugadoras en el terreno de juego. Estas discrepancias pueden ser debidas a la falta de consenso en los umbrales para determinar la alta intensidad en el fútbol femenino, ya que Datson et al. (2017) y Mhor et al. (2008) utilizan umbrales entre 18 y 19 km/h mientras que Romero-Moraleda et al., 2021 utilizan 15 km/h.

La HID (>15 km/h) durante competición está condicionada por el nivel de las jugadoras, mostrando jugadoras de elite 12.1 ± 2.4 m/min (Romero-Moraleda et al., 2021) mientras que jugadoras de nivel amateur recorren 4.8 ± 2.9 m/min (Strauss et al., 2019). Además, los partidos disputados a nivel internacional en futbolistas de élite parecen incrementar las demandas de HID, ya que en competición internacional una jugadora de élite recorre un 28% más de HID que en competiciones de ámbito nacional (Mohr et al., 2008).

Cuando se compara la HID recorrida en situaciones de estrés térmico por calor, respecto a situaciones de normotermia (~ 43°C vs ~ 21°C) se hallan diferencias significativas, con un descenso de un 16.4% en la condición de alta temperatura (Racinais et al., 2012). El resultado del marcador parece condicionar la HID, recorriéndose menor distancia (50%) cuando se va ganando respecto a cuando se va perdiendo (Castellano et al., 2011). Disputar la competición en casa o fuera no parece influir en la HID, por lo que la ventaja de jugar en casa parece que no afecta al desempeño físico de los deportistas en esta variable (Lago et al., 2010). Además, también se ha observado que se recorre una mayor HID contra equipos de mayor nivel que contra equipos de peor nivel y que la distancia recorrida a alta intensidad aumenta hacia el final de la temporada, pudiendo ser debido a que los jugadores tienen un mayor volumen de entrenamiento y competición acumulado y por tanto, pueden tener una mejor condición física (Rampinini et al., 2007).

Tabla 10: Valores de HID durante competición en mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	Umbral (km/h)	HID (m)
DeWitt et al. (2018)	Primera división EEUU	25.1 ± 3.3	17.8	570 ± 407
Fernandes et al. (2022)	Primera división portuguesa	24.6 ± 2.3	15.0	880 ± 102
Ramos et al. (2019)	Selección brasileña	27.8 ± 4.5	15.6	756 ± 174
Hewitt et al. (2014)	Selección australiana	23.5 ± 0.7	12.0	2407 ± 125
Romero-Moraleda et al. (2021)	Primera división española	26.5 ± 5.7	15.0	1108 ± 294
Datson et al. (2017)	Competición internacional	-	19.8	608 ± 181
Ramos et al. (2019)	Selección brasileña sub-20	18.1 ± 0.8	15.6	687 ± 120

HID = Distancia a Alta Intensidad

Analizando la evolución de esta variable, se ha obtenido que en los últimos años las jugadoras recorren un 15% más de distancia a alta intensidad (Mundial de Canadá 2015 respecto a Francia 2019) (Bradley & Scott, 2020). Esto puede ser debido a una mayor

profesionalización del fútbol femenino, que ha mejorado tanto los medios como las condiciones de entrenamiento de los equipos permitiendo tanto un mejor desarrollo físico técnico y táctico de las jugadoras (Turner et al., 2013a).

La distancia recorrida a alta intensidad muestra una gran variabilidad entre partidos en el fútbol femenino tanto en los valores de la competición completa (CV = 33%) como en los 5 min más demandantes (CV = 31%) (Trewin et al., 2018).

1.4.2.3 DISTANCIA RECORRIDA A SPRINT

Aunque las jugadoras de fútbol recorren la mayor distancia de competición a baja intensidad, son las acciones de sprint las que se desarrollan en momentos cruciales de la competición, tanto para generar situaciones de gol en ataque como para evitarlas en situaciones defensivas (Faude et al., 2012).

Actualmente no existe un consenso para determinar qué es considerado un sprint en fútbol femenino (Bradley & Vescovi, 2015). En algunos estudios se han utilizado umbrales importados del fútbol masculino (>25 km/h) (Mohr et al., 2008). Otros autores recomiendan basarse en las diferencias de género para determinar este valor, y ya que las mujeres de media son un 10% más lentas que sus compañeros varones, se ha propuesto que el umbral debería situarse en torno a los 22.5 km/h (DeWitt et al., 2018). Aunque por otro lado, también hay autores que sugieren bajar más este umbral para que se igualen las SPD en partido entre hombres y mujeres, recomendando establecer el umbral en 20 km/h (Bradley & Vescovi, 2015). En la literatura los esfuerzos a sprint son reportados tanto en metros, como en número de repeticiones y en ambos casos de forma absoluta o relativos al tiempo (Vescovi, 2012).

Hewitt et al. (2014) utilizando el umbral de sprint de 19 km/h mostraron que la distancia que alcanzan jugadoras de la Selección Nacional Australiana en competición es de 338 m. Por su parte, DeWitt et al. (2018), utilizando un umbral de 22.7 km/h obtuvieron que se realizan 9 sprints por partido en jugadoras de la máxima categoría femenina de EEUU. Nakamura et al. (2017) con un umbral en 20 km/h obtuvieron que se realizan de media 17.7 sprints y se alcanzando 284.5 m a sprint en jugadoras profesionales brasileñas. Por su parte Mohr et al., (2008) con un umbral en 25 km/h y jugadoras de la liga profesional sueca y danesa reportan valores de 380 m sprint en competición (Tabla 11).

Tabla 11: Valores de SPD durante la competición en mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	Umbral (km/h)	SPD (m)
Datson et al. (2017)	Competición internacional	-	25.1	168 ± 82
Ramos et al. (2019)	Selección brasileña	27.8 ± 4.5	20.0	307 ± 119
Harkness-Armstrong et al. (2021)	Élite sub 16	15.0 ± 0.6	22.5	53.4 ± 3.9
Hewitt et al. (2014)	Selección australiana	23.5 ± 0.7	19.0	338 ± 30
Andersson et al. (2010)	Selecciones sueca y danesa	27.0 ± 1	25.0	256 ± 57
Gentles et al. (2018)	Liga universitaria EEUU División II	20.2 ± 1.1	25.0	110 ± 80
Ramos et al. (2019)	Selección brasileña sub-20	18.1 ± 0.8	20.0	223 ± 74

SPD = Distancia a Sprint

Estudios que analizan diferencias en la SPD en función de la demarcación concluyen que la SPD es una variable que nos permite discriminar por demarcaciones específicas (Malone et al., 2015; Owen et al., 2020). Existe un consenso, independientemente del umbral utilizado, en que las defensas centrales son las jugadoras que realizan un menor número de SPD en competición (5.3 ± 8.2 n° vs 9.0 ± 11.1 n° para defensas centrales y resto de demarcaciones; $p < 0.05$) (Mohr et al., 2008). No parece haber diferencias entre delanteras y mediocentros en esta variable (Hewitt et al., 2014). Sin embargo, algunos estudios muestran que las delanteras son las que recorren una mayor SPD (DeWitt et al., 2018) frente a otros que obtienen los maores valores en las mediocentros (Mohr et al., 2008). Estas diferencias, pueden ser debidas al estilo de juego del equipo y el perfil de las propias jugadoras dentro del sistema de juego (Gai et al., 2019).

La SPD también se ve influenciada por factores contextuales, por cada minuto por encima en el marcador la SPD desciende en 0.95 m ($p < 0.05$) comparado con cada minuto perdiendo (Lago et al., 2010). Esta variable también es mayor cuando se juega contra equipos de un nivel similar o superior (114.8 ± 71.8 m y 117.2 ± 75.3 m respectivamente) respecto a cuando se juega contra equipos de menor nivel (102.7 ± 71.9 m) (Castellano

et al., 2011). Además las jugadoras recorren un 14% más de SPD cuando compiten a nivel internacional respecto a cuando lo hacen a nivel nacional (Andersson, et al., 2010). Se ha observado una tendencia a que los equipos más exitosos están más tiempo realizando actividades de alta intensidad durante una competición ($p = 0.06$) (Alves et al., 2019). Respecto a la diferencia entre jugar en casa o fuera de casa no se observan diferencias significativas (Castellano et al., 2011; Lago et al., 2010; Rampinini et al., 2007).

La SPD es una variable que nos permite diferenciar entre el nivel de las jugadoras, tanto para comparar jugadoras amateurs, semi-profesionales y profesionales (Krustrup et al., 2008; Sæterbakken et al., 2019), como para diferenciar entre niveles en las propias deportistas de élite. Mohr et al. (2008) obtuvieron que las jugadoras que compiten a nivel internacional recorren un 24% más de SPD en partido respecto a sus compañeras que compiten a nivel nacional.

Analizando la evolución de esta variable, se observa que las jugadoras recorren actualmente un 29% más de SPD, siendo la variable que sufre un mayor incremento entre las dos últimas copas del mundo (Mundial de Canadá 2015 respecto a Francia 2019), mostrando la mejoras en la condición física de las jugadoras, la mayor velocidad en el juego y la mayor intensidad del mismo (Bradley & Scott, 2020).

Esta variable es la que muestra una mayor variabilidad inter-competición, obteniéndose un valor del 53% de CV en mujeres futbolistas (Trewin et al., 2018).

1.4.2.4 ACELERACIONES Y DECELERACIONES

La capacidad de un jugador de fútbol realizar acciones de alta intensidad en distancias cortas (5-10 m) se considera una demanda específica de este deporte, por encima incluso de la velocidad máxima, debido a que muchas de las acciones ocurren en distancias inferiores a los 10 m (Mara et al., 2017). La capacidad de acelerar, por tanto, condiciona el éxito en acciones defensivas para intentar recuperar el balón y en acciones ofensivas donde el objetivo es conseguir el gol (Harper et al., 2019).

Debido a la gran evolución que han experimentado el fútbol femenino en los últimos años, la intensidad del juego también ha evolucionado y con ello las ACC y DECC, especialmente las de alta intensidad, siendo ahora más frecuentes y de mayor magnitud (Barnes et al., 2014; Harper et al., 2019).

En la literatura se diferencia entre ACC y DECC de alta y baja intensidad, considerándose de baja intensidad entre de 1 m/s^2 y 3 m/s^2 y -1 m/s^2 y -3 m/s^2 y de alta intensidad $>3 \text{ m/s}^2$ y $>-3 \text{ m/s}^2$ para las ACC y DECC respectivamente (Harper et al., 2019). Aunque existe cierta discrepancia, ya que otros estudios proponen el umbral de $>2 \text{ m/s}^2$ y $>-2 \text{ m/s}^2$ para definir las aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad (Mara et al., 2017). Estas variables se encuentran dentro las variables que más frecuentemente registran entrenadores y preparadores físicos registrándose en número o metros recorridos tanto en valores absolutos como relativos al tiempo (Akenhead & Nassis, 2016).

Las ACC y DECC se engloban dentro de la carga mecánica a la que se ve sometido el deportista en competición, aunque las consecuencias que tienen deben analizarse por separado (Mara et al., 2017). Las ACC tienen un gran coste metabólico, superior a la carrera a velocidad constante, es decir, provocan una gran demanda de energía, mientras que las DECC tienen una mayor carga mecánica, debido a mayores fuerzas de impacto y contracciones excéntricas que pueden ocasionar mayores daños musculares y retrasar la recuperación post competición (Harper et al., 2019; Harper & Kiely, 2018). Por lo tanto, el número, intensidad y frecuencia de ACC y DECC en competición se ha asociado en la literatura con descensos en la capacidad neuromuscular del deportista y daños musculares (Dalen et al., 2016) siendo importante su determinación para establecer estrategias de optimización y recuperación.

Mara et al. (2017) mostraron que jugadoras de la liga profesional australiana realizan 423 ACC ($>2 \text{ m/s}^2$) y 430 DECC ($>-2 \text{ m/s}^2$). Por otro lado, Romero-Moraleda et al. (2021) mostraron que jugadoras de élite españolas realizan 255 ACC ($>1 \text{ m/s}^2$) y 78 DECC ($>-1 \text{ m/s}^2$) (Tabla 12). La diferencia en los resultados puede estar condicionada por los diferentes umbrales utilizados (2 m/s^2 vs 1 m/s^2) o los instrumentos de medida utilizados, (videocámara vs. GPS y acelerómetros triaxiales).

En la literatura no se observan diferencias en función de la demarcación en el número de ACC y DECC en competición, por lo que parece que todas las jugadoras mantienen perfiles similares (Mara et al., 2017; Romero-Moraleda et al., 2021). Sin embargo, si existen diferencias en la máxima distancia recorrida acelerando en función de la demarcación, laterales obtienen valores superiores que las defensas centrales ($8.4 \pm 1.3 \text{ m}$ vs $6.6 \pm 1.0 \text{ m}$ respectivamente; $p < 0.01$) y en la máxima distancia recorrida decelerando que es mayor en las delanteras ($10.5 \pm 1.3 \text{ m}$) que en las defensas centrales ($7.5 \pm 1.5 \text{ m}$; $p < 0.01$) y que en las mediocentros ($7.1 \pm 1.4 \text{ m}$; $p < 0.01$) (de Hoyo et al.,

2016; Gastin et al., 2019). Serían necesarios nuevos estudios con umbrales más altos para ver si existen diferencias en las ACC y DECC de alta intensidad.

Tabla 12: Valores de aceleraciones y desaceleraciones en competición en mujeres futbolistas.

Estudio	Nivel	Edad (años)	Umbral (m/s ²)	ACC (nº)	DECC (nº)
Mara et al. (2017)	Primera división australiana	24.3 ± 4.2	>2 y <-2	423 ± 126	430 ± 125
Romero-Moraleda et al. (2021)	Primera división española	26.5 ± 5.7	Total	255 ± 40	78 ± 18
Fernandes et al. (2022)	Primera división portuguesa	24.6 ± 2.3	1; 2 y -1; -2	177.3 ± 8.2	169.0 ± 4.8
Fernandes et al. (2022)	Primera división portuguesa	24.6 ± 2.3	2; 3 y -2; -3	106.8 ± 6.4	98.9 ± 5.9
Fernandes et al. (2022)	Primera división portuguesa	24.6 ± 2.3	3; 4 y -3; -4	34.9 ± 3.4	39.0 ± 4.1
Fernandes et al. (2022)	Primera división portuguesa	24.6 ± 2.3	>4 y <-4	10.3 ± 1.8	18.9 ± 2.9

ACC = Aceleraciones; DECC = Deceleraciones; nº = número

Los futbolistas profesionales son capaces de mantener una mayor intensidad medida como distancia de aceleraciones y deceleraciones en competición (201.7 ± 27.7 m y 176.6 ± 26.1 m respectivamente) que los deportistas semi-profesionales (125.5 ± 43.1 m y 113.9 ± 23.3 m respectivamente) (Draganidis et al., 2015). Los entrenadores también deben ser conscientes de que cambios en el sistema de juego afectan a las demandas físicas de los jugadores. Tierney et al. (2016) mostraron que cuando se pasa de un sistema 1-3-4-3 a un 1-4-4-2 los mediocentros realizan un 20% más de deceleraciones de alta intensidad.

El número de ACC y DECC tiene un CV entre partidos del 17% analizando el partido entero y del 19% si se analizan los 5 min más demandantes (Trewin et al., 2018).

La capacidad de RSA está ampliamente aceptada como un factor de rendimiento en fútbol femenino (Nakamura et al., 2017). Estas acciones suelen ocurrir de forma previa a marcar o recibir un gol, sugiriendo que el RSA puede condicionar el resultado final de la competición (Gabbett, 2010a). En la literatura se han sugerido diferentes protocolos para evaluar esta capacidad, pero es necesario su análisis de forma específica en competición para poder diseñar test en base a las demandas reales que experimentan las jugadoras, así como las estrategias óptimas de entrenamiento (Di Mascio et al., 2015).

Gabbett y Mulvey (2008) obtuvieron que las futbolistas de élite realizan RSA (definidos como un mínimo de 3 sprints consecutivos de al menos 1 s de duración con una recuperación de menos de 21 s entre ellos) al menos en 5 ocasiones en cada competición, con una media de 3 sprints de duración media de 2 s y con un tiempo de recuperación entre sprints de 6 s, siendo esta principalmente activa (~93% de las veces). Estudios posteriores que utilizan tecnología GPS han mostrado una menor frecuencia de acciones (~3) y menor media de sprints en cada secuencia (2 repeticiones), encontrándose pocas diferencias en función de utilizar un umbral absoluto (>20 km/h) o individualizado (90% de la velocidad media en un sprint de 20 m) en el número total de acciones de RSA realizadas durante competición en mujeres futbolistas (Datson et al., 2019; Nakamura et al., 2017).

Datson et al. (2019), analizaron las acciones de RSA utilizando un umbral de muy alta (mínimo de 2 sprints, >25.1 km/h, con menos de 20 s de recuperación entre ellos) y alta (mínimo de 2 acciones de alta intensidad, >19.8 km/h, con menos de 20 s de recuperación) intensidad en competición realizadas por jugadoras internacionales. Obtuvieron que las secuencias de alta intensidad son 5 veces más frecuentes que las de muy alta intensidad y que las defensas centrales realizan menos acciones tanto de muy alta (~0.6 vs ~1.3) como de alta (~22 vs ~37) que el resto de demarcaciones de campo. La frecuencia de acciones repetidas de muy alta intensidad en competición fue entre 1 y 5 aunque el 40% de la muestra no realizó ninguna. La frecuencia de acciones repetidas de alta intensidad fue de 33, con una recuperación media entre diferentes acciones de 40 s aunque en un 40% de las ocasiones la recuperación fue menor a 10 s. El número de esfuerzos medio ambas intensidades fueron de 2 por secuencia y el máximo de 4 y 6 para las secuencias de muy alta y alta intensidad respectivamente.

Las ACC y DECC explican entre el 7-10% y 5-7% de la carga total que un jugador experimenta en una competición de fútbol respectivamente (Dalen et al., 2016). Por lo tanto, para describir las demandas de competición es necesario introducir variables que expliquen la frecuencia y magnitud de las ACC además de recoger la distancia que se recorre en diferentes rangos de velocidad, porque si no actividades como saltos, entradas, impactos, interceptaciones, tiros, carreras de espaldas o laterales y ACC y DECC de corta duración (<0.5 s) van a ser consideradas como actividades de carrera de baja intensidad pese a que suponen una gran carga mecánica para el deportista (Colby et al., 2014; Dalen et al., 2016).

Para tratar de cuantificar de forma global esta carga mecánica y medir los cambios de magnitud de las ACC y DECC se ha propuesto el *Player Load*, que se define como la suma de la magnitud de cambios en la aceleración durante un partido (Boyd et al., 2011). Esta variable se obtiene a través de los acelerómetros triaxiales y mide cambios instantáneos en la aceleración en cualquiera de los ejes de movimiento, incluidos saltos y cambios de dirección (DeWitt et al., 2018). Ha mostrado una buena correlación con la TD en competición ($r= 0.81$; $p < 0.001$) (Oliva-Lozano, Conte, et al., 2022). Se calcula como la raíz de la suma cuadrática del cambio instantáneo de aceleración en los tres ejes (x, y, z) y se expresa en unidades arbitrarias:

$$Player Load = \sqrt{\frac{(accx_n - accx_{n-1})^2 + (accy_n - accy_{n-1})^2 + (accz_n - accz_{n-1})^2}{100}}$$

acc = aceleraciones en los ejes, x, y, z.

n = tamaño muestral.

Oliva-Lozano et al. (2022) analizaron cuál de estos tres ejes tiene una mayor contribución en el *Player Load*, siendo el eje vertical el que tiene una mayor contribución ($p < 0.001$), no observando diferencias significativas en la distribución de ACC entre los tres ejes en función de la demarcación en el campo.

En futbolistas de élite se han encontrado diferencias en función de la demarcación ocupada, siendo las defensas centrales (769 ± 155 AU) las que muestran valores inferiores al resto de demarcaciones (848 ± 191.8 AU) en competición (DeWitt et al., 2018). Analizando el *Player Load* en función del resultado del partido ocurre de forma similar a

otras variables comentadas, la carga total es mayor cuando el marcador está equilibrado (969 ± 1956 AU) que cuando se va ganando (855 ± 200 AU) o perdiendo (834 ± 165 AU) (DeWitt et al., 2018).

1.4.2.7 ESCENARIOS MÁS DEMANDANTES DE LA COMPETICIÓN

En el fútbol femenino profesional se han registrado valores para el WCS de 1 minuto de 167 m/min de TD, 47 m/min de HID (> 15 km/h), 30 m/min VHSR (> 18 km/h) y 19 m/min de SPD (> 21 km/h) (González-García et al., 2022).

Los defensas centrales muestran una tendencia en todos los estudios a tener valores más bajos tanto para TD, HID y SPD y los mediocentros y extremos los más altos en las ventanas de 3, 5 y 10 min (Martín-García et al., 2018; Oliva-Lozano et al., 2020). Analizando ventanas de 1 minuto, se diluyen las diferencias entre demarcaciones (Fereday et al., 2020). González-García et al. (2022) realizan un análisis por demarcaciones en fútbol profesional femenino, observando que las laterales presentan el mayor WCS de TD (168 ± 15.71 m/min) y las mediocentros presentan menores WCS de HID y SPD que delanteras (10.19 m/min y 10.03 m/min, respectivamente), extremos (11.2 m/min y 11.91 m/min, respectivamente) y laterales (12.7 m/min y 10.03 m/min respectivamente). Por lo tanto, parece que los WCS son dependientes de la demarcación ocupada en el terreno de juego por las futbolistas y se deben de tener en cuenta a la hora de diseñar las sesiones de entrenamiento.

Analizando factores contextuales que puedan afectar a los momentos más demandantes de competición, se ha observado que en la primera parte las demandas externas de los WCS es superior a las obtenidas en la segunda para la variable de TD tanto en fútbol masculino ($p < 0.01$) (Oliva-Lozano et al., 2020) como en femenino ($p = 0.013$) (González-García et al., 2022). Sin embargo, no se encuentran diferencias en HID o SPD. Además los WCS son más demandantes cuando se juega fuera de casa que en casa en TD, HID y SPD (Oliva-Lozano et al., 2020). En general, los jugadores suplentes tienen mayores demandas en los WCS en la HID que los titulares mientras que éstos tienen mayor demanda en el de TD (Fereday et al., 2020).

Se han obtenido diferencias significativas si se analizan el primer, segundo y tercer WCS en competición en las variables de TD ($p < 0.01$, $p^2 = 0.45$), HID ($p < 0.01$, $p^2 = 0.75$), SPD ($p < 0.01$, $p^2 = 0.68$), aceleraciones de alta intensidad (ACCHI) ($p < 0.001$, $p^2 = 0.65$)

y deceleraciones de alta intensidad (DECCHI) ($p < 0.01$, $p^2 = 0.69$). También observan que estas diferencias disminuyen al aumentar la ventana temporal, especialmente en las posiciones más defensivas (defensas centrales y laterales) (Oliva-Lozano et al., 2021).

Diferentes estudios han reportado una gran variabilidad entre competiciones en los WCS (~24%) (Carling et al., 2016), especialmente en las variables de HID (CV = 15.6-37.8%) y SPD (CV = 21.1-76.4%) (Novak et al., 2021). En fútbol femenino se obtienen resultados similares (CV = ~32%) (Trewin et al., 2018), por lo que además de analizar las características de estos escenarios es necesario registrar la frecuencia con la que se dan inter e intra competición en el equipo, y en función de la demarcación, ya que sino su aplicación en tareas de entrenamiento podría no ser representativa de las demandas de competición, sobre todo si se realizan de forma descontextualizada (Novak et al., 2021).

Estudios previos sugieren utilizar los valores reportados en los WCS como referencia en el diseño de tareas que repliquen las demandas competitivas (González-García et al., 2022; Oliva-Lozano et al., 2021) siendo la aplicación más empleada en el fútbol profesional (McCall et al., 2020). Martín-García et al., (2020) mostraron que los juegos de posesión (e.g. 4 vs. 4+3 – 8 vs. 8+3) reproducen las demandas de los WCS en ventanas temporales de 3 y 5 min pero no en la HID (menor al 12% de la demandadas durante competición) ni en la SPD (sin prácticamente requerimientos con respecto a los WCS de competición). Por ello, analizar si los entrenamientos reproducen las situaciones de competición más demandantes es importante para entrenadores y preparadores físicos ya que permitirá optimizar el entrenamiento y disminuir el riesgo de lesión

1.4.2.8 ANÁLISIS CUALITATIVO

Uno de los principales objetivos de los entrenadores de fútbol es conseguir generar desequilibrios y desorden en el equipo contrario para tratar de anotar el mayor número de goles (Gonzalez-Rodenas et al., 2019). Este objetivo se debe a que el gol es la acción más determinante del rendimiento y por tanto, ha recibido una gran atención en la literatura (Njororai, 2004; Wright et al., 2011; Yiannakos & Armatas, 2006), aunque represente un 1% de las posesiones (Tenga, Ronglan, et al., 2010). Una de las principales técnicas para el análisis táctico, es el análisis notacional que consiste en realizar un registro y posterior observación de las imágenes relevantes de un entrenamiento o competición, realizando un análisis cualitativo (Vales, 2012).

Kubayi y Toriola (2019) analizaron todos los goles conseguidos en 5 copas del mundo masculinas consecutivas (1998-2014), observando que entre el minuto 76 y 90 de competición es cuando se consigue un mayor número de goles (24.7%), anotándose un mayor número de goles en juego dinámico (71.6%) que en acciones a balón parado (28.4%). Además, los goles principalmente se anotan desde dentro del área pequeña (23.8%) y dentro del área grande (14.6%) y la demarcación que anotó un mayor número de goles fue los delanteros (54.2%), seguido por mediocentros (33.3%) y defensas (2.3%).

Armatas et al. (2007) analizaron la distribución temporal de los goles en las tres copas del mundo femeninas entre 1995 y 2003. Observaron que se anotan más goles en la segunda mitad de la competición y que el periodo de 15 minutos en el que se anotan más goles es entre el minuto 75 y 90, pudiendo ser debido a la fatiga acumulada, la falta de concentración y a aspectos tácticos (Armatas & Mitrotasios, 2014). Por otro lado, Alcock (2010) analizó todos los goles de falta directa en la copa del mundo femenina de 2007, concluyendo que todos los goles se anotaron en un radio de 7 metros alrededor del semicírculo del área grande, el tiempo de vuelo medio del balón es de ~ 1.09 s y el balón entra en una distancia de máximo un metro del poste de la portería, por tanto recomienda buscar estrategias tácticas alternativas al tiro directo en fútbol femenino para las falta más alejadas o desde posiciones menos centradas a portería.

Cuando se comparan las características de las posesiones que acaban en gol entre el fútbol masculino y femenino en competiciones de ámbito internacional (UEFA Champions League masculina y femenina) se observa que en fútbol masculino significativamente se inician menos ataques en el campo contrario ($38.07 \pm 16.82\%$ vs $64.78 \pm 23.30\%$; $p < 0.05$), la duración de las posesiones es mayor (18.48 ± 6.58 ss vs 15.14 ± 6.01 s; $p < 0.05$), hay una mayor proporción e ataques combinativos ($30.83 \pm 16.55\%$ vs $20.55 \pm 16.87\%$; $p < 0.05$), se dan un mayor número de pases por posesión (6.36 ± 2.41 n° vs 4.48 ± 2.08 n°; $p < 0.05$) y la frecuencia de pases es más alta (un pase cada 3.27 ± 0.58 s vs un pase cada 4.01 ± 0.80 s; $p < 0.05$) (Mitrotasios et al., 2021). Al contrario que estos resultados, Pappalardo et al. (2021), observaron que el número de eventos por partido y el número de remates son similares en las últimas copas del mundo femenina y masculina, (1522.62 ± 93.82 n° vs 1549.62 ± 99.55 n°; $p = 0.16$; 21.98 ± 6.03 vs 21.52 ± 5.72 ; $p = 0.69$, respectivamente) pero de nuevo se muestran diferencias significativas en el número de pases (790.86 ± 98.76 n° vs 861.67 ± 101.25 n°; $p = 0.001$), precisión (0.76 ± 0.08 vs 0.84 ± 0.05 ; $p < 0.001$) y velocidad de los pases (2.83 ± 0.12 vs 2.99 ± 0.17 ; $p < 0.001$)

entre hombres y mujeres. Además, obtienen que en el fútbol masculino se realizan pases más largos (19.53 ± 1.53 m vs 20.32 ± 1.70 m; $p < 0.001$) y tiros desde mayores distancias a portería (18.39 ± 1.90 m vs 19.99 ± 1.74 m; $p < 0.001$) que en fútbol femenino.

Por tanto, dadas estas diferencias en el comportamiento técnico-táctico entre fútbol masculino y femenino bien documentadas en la literatura (Mitrotasios et al., 2021; Pappalardo et al., 2021; Pedersen et al., 2019) son necesarios estudios que analicen de forma específica en fútbol femenino las acciones previas y patrones de gol que ayudarán a los entrenadores a establecer las acciones de mayor efectividad durante la fase ofensiva, reconocer carencias dentro de los modelos de juego actuales, mejorar los planteamientos defensivos en base a la efectividad ofensiva, generar tareas de entrenamiento buscando situaciones de tiro desde zonas menos frecuentes y aumentar la variabilidad del tiro buscando espacios de la portería menos comunes (Althoff et al., 2010).

1.5 DESENTRENAMIENTO

El principio de reversibilidad del entrenamiento establece que mientras que el entrenamiento físico regular produce adaptaciones que mejoran el rendimiento deportivo, el detener o reducir notablemente el entrenamiento induce una reversión parcial o total de estas adaptaciones, comprometiendo el rendimiento deportivo (Mujika & Padilla, 2000b). Este principio, por tanto, explica el desentrenamiento, que se define como pérdida parcial o total de las adaptaciones anatómicas, fisiológicas y de rendimiento inducidas por el entrenamiento como consecuencia de una reducción o cese del entrenamiento o la aplicación de un estímulo de entrenamiento insuficiente (Mujika & Padilla, 2000a).

En función de la duración del periodo de cese o insuficiencia de estímulo se distinguen dos tipos de desentrenamiento (Mujika & Padilla, 2000a, 2000b):

- Desentrenamiento de corta duración (DCD): periodos inferiores a cuatro semanas de duración.
- Desentrenamiento de larga duración (DLD): periodos de más de cuatro semanas de duración.

Diferentes situaciones pueden originar en el fútbol escenarios que puedan desencadenar en desentrenamiento tanto de larga como de corta duración. Los deportistas pueden experimentar este desentrenamiento en múltiples circunstancias a lo largo de una temporada, (i.e. procesos de lesión o enfermedad, en la transición entre temporadas o en los parones competitivos y por selecciones), por lo tanto, es muy importante conocer las consecuencias fisiológicas y de rendimiento que tiene el cese parcial o total de la actividad deportiva, así como las estrategias específicas en cada situación para recuperar el nivel de condición física (Martín-García et al., 2018; Rodríguez-Fernández et al., 2020).

Además, en el fútbol también puede producirse un desentrenamiento por insuficiencia de estímulo. Esta situación puede producirse en los futbolistas que disputan un menor número de min en competición, que se ven expuestos a una carga global menor a lo largo del microciclo, especialmente en las acciones de alta intensidad (Anderson et al., 2016; Morgans et al., 2018).

No se debe confundir el proceso de desentrenamiento, en el que tiene que existir una disminución en un marcador objetivo de rendimiento además de un descenso o interrupción de la carga de entrenamiento, con un periodo de *taper* o afinamiento, que se

define como una disminución progresiva en la carga de entrenamiento durante un periodo de tiempo determinado para optimizar el rendimiento de cara a la competición ya que en el primer caso ocurre un descenso en el rendimiento y en el segundo un incremento del rendimiento (Mujika & Padilla, 2000a).

1.5.1 DESENTRENAMIENTO POR INTERRUPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Durante una temporada competitiva se producen habitualmente dos periodos donde pueden desencadenarse situaciones de desentrenamiento:

- Periodo de cese de la competición entre la primera y segunda vuelta, que habitualmente ocurre en el periodo de navidades. Este desentrenamiento podemos clasificarlo como DCD ya que habitualmente presenta una duración menor a 4 semanas.
- Periodo de transición entre temporadas, el cual habitualmente tiene una duración de más de 4 semanas, por lo que podemos clasificarlo como DLD.

Bangsbo y Mizuno (1987) mostraron que un periodo de desentrenamiento de 3 semanas de duración origina un descenso de un 4% ($p < 0.01$) en el rendimiento en un test de carrera específico en campo y un descenso de la actividad enzimática oxidativa, sin cambios en el $VO_2\max$ y el porcentaje de fibras musculares tipo I y tipo II. Sin embargo, Christensen et al. (2011) además de descensos en el rendimiento en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 2* (845 ± 160 m vs 654 ± 99 m; $p < 0.01$) y en la capacidad de RSA (Tiempo total empleado en el test: 33.41 ± 0.96 s vs 34.11 ± 0.92 s; $p < 0.01$) también mostraron descensos en la fracción de fibras lentas ($56 \pm 18\%$ vs $47 \pm 15\%$; $p < 0.05$) y en la cinética del VO_2 ($p < 0.05$). Sin embargo, dos semanas de desentrenamiento parecen no ser suficientes para reducir el rendimiento en test de agilidad y velocidad ni provocar cambios en la composición corporal (Joo, 2018). Este descenso en el rendimiento en el RSA ha mostrado ser mayor en los futbolistas más rápidos respecto a los más lentos, viéndose afectados en mayor medida tanto en el mejor sprint en un test RSA (3.82 ± 0.002 s pre vs 3.98 ± 0.04 s post desentrenamiento; $p < 0.01$) como en el tiempo total de un test RSA (32.45 ± 0.7 s pre vs 33.21 ± 0.29 s post desentrenamiento; $p < 0.01$) tras dos semanas de (Rodríguez-Fernández et al., 2018). Tras un periodo de 26 días de desentrenamiento no se han observado descensos significativos en la capacidad de salto CMJ (40.0 ± 4.3 cm pre vs 40.6 ± 4.1 cm post; $p = 0.02$), velocidad máxima en un test de

10 m ($5.66 \pm 0.40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pre vs $5.64 \pm 0.39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ post; $p = 0.61$) o fuerza máxima en el press de pierna unilateral ($166.8 \pm 9.2 \text{ kg}$ pre; $167.4 \pm 10.2 \text{ kg}$ post; $p = 0.55$) en jóvenes futbolistas de élite (Pereira et al., 2020).

Por otro lado, el DLD ha mostrado efectos negativos en el VO_2max ($60.5 \pm 4.1 \text{ ml/kg/min}$ vs $58.3 \pm 3.9 \text{ ml/kg/min}$; $p < 0.001$) y la capacidad de salto SJ ($41.1 \pm 3.3 \text{ cm}$ vs $38.2 \pm 3.0 \text{ cm}$; $p < 0.001$) y CMJ ($42.8 \pm 3.6 \text{ cm}$ vs $40.1 \pm 2.8 \text{ cm}$; $p < 0.001$) pero no redujo la velocidad máxima en test de 10 y 20 m ni produjo cambios en la composición corporal en futbolistas profesionales en un periodo de 6 semanas (Koundourakis et al., 2014).

Desde nuestro conocimiento, en mujeres futbolistas únicamente un estudio ha analizado los efectos del DLD (4 semanas en el periodo de transición entre temporadas) en el rendimiento, mostrando reducciones en el VO_2max ($51.91 \pm 4.30 \text{ ml/kg/min}$ pre vs 49.60 ± 4.89 post ml/kg/min ; $p = 0.001$), tiempo hasta la extenuación en un test incremental ($10.86 \pm 1.56 \text{ s}$ pre vs $11.82 \pm 1.48 \text{ s}$ post; $p = 0.000$) y fuerza en test isocinético de cuádriceps en pierna derecha ($137.6 \pm 25 \text{ Nm}$, pre vs $130.4 \pm 20.4 \text{ Nm}$ post; $p = 0.013$) e izquierda ($140.5 \pm 27.4 \text{ Nm}$ pre vs $134.2 \pm 28.5 \text{ Nm}$ post; $p = 0.004$). Además, se produce un aumento en el peso ($58.3 \pm 6.5 \text{ kg}$ pre vs $59.4 \pm 5.8 \text{ kg}$ post; $p = 0.001$) y la grasa corporal ($19.8 \pm 3.5 \text{ kg}$ pre vs $21.5 \pm 3.1 \text{ kg}$ post; $p = 0.000$) (Parpa & Michaelides, 2020). Son necesarios estudios con mujeres futbolistas que analicen los efectos del DCD, en test específicos en campo y con futbolistas jóvenes y amateurs.

1.5.2 DESENTRENAMIENTO POR ESTÍMULO INSUFICIENTE

El partido es la sesión con una mayor carga del microciclo competitivo en fútbol (tanto en términos de volumen como intensidad) tanto masculino (Morgans et al., 2018) como femenino (Romero-Moraleda et al., 2021). Estudios longitudinales que analizan la evolución de la condición física a lo largo de una temporada sugieren que disputar un mayor número de minutos en competición a lo largo de la misma puede favorecer el mantenimiento y/o desarrollo de la condición física de los futbolistas (Anderson et al., 2016; Morgans et al., 2018; Silva et al., 2011).

Los jugadores suplentes de una liga profesional (aquellos que fueron titulares en menos del 30% de los partidos de la temporada) recorren de media un 36.8% menos de MSD ($p < 0.05$), un 46.8% menos de HID ($p < 0.05$) y un 74.1% menos de SPD ($p < 0.05$) que los

titulares a lo largo de la temporada, pero no se observan diferencias significativas en la TD ($p = 0.16$) (Anderson et al., 2016).

Estas diferencias en los niveles de carga experimentados por los jugadores, provocan diferencias en la condición física entre los jugadores que disputan más minutos y los que menos (Krustrup et al., 2005). Silva y colaboradores (2011) mostraron que un mayor porcentaje de minutos disputados a lo largo de la temporada se correlacionó con mejoras en el sprint ($r = -0.71$; $p < 0.05$) y la fuerza de la musculatura extensora ($r = 0.79$; $p < 0.05$) y flexora de rodilla ($r = 0.57-0.59$; $p < 0.05$) en futbolistas profesionales. Otros estudios muestran cómo también la HID en competición está correlacionada con el rendimiento en un test de resistencia intermitente (Yo-Yo Test) tanto en hombres ($r = 0.71$; $p < 0.05$) (Krustrup et al., 2003) como en mujeres futbolistas ($r = 0.56$; $p < 0.05$) (Krustrup et al., 2005).

Estos resultados sugieren que la principal diferencia entre la carga acumulada por los jugadores titulares y los suplentes es en la actividades de alta intensidad y no en el volumen total de trabajo por lo que a la hora de plantear las estrategias de compensación del entrenamiento se debe de priorizar simular las demandas de alta intensidad de competición, para así mantener la condición física de todo el equipo, reducir el riesgo de lesional y que todos los jugadores estén preparados para afrontar la competición (Martín-García et al., 2018; Morgans et al., 2018).

1.5.3 ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN DEL DESENTRENAMIENTO

Numerosos métodos de entrenamiento han sido analizados para ver sus efectos en el rendimiento en fútbol (Clemente et al., 2021). Se han analizado tanto métodos analíticos en los que la intensidad se puede pautar de forma más exacta e individualizada como los denominados *Running Based Drills* (Sporis et al., 2008), el entrenamiento HIIT (Laursen & Buchheit, 2019) o el *Speed Endurance Training (SET)* (Ade et al., 2014) y métodos más integrados, en los que se busca replicar además de las demandas físicas también comportamientos técnicos y tácticos de la competición como los *Small Sided Games* (SSG) o Juegos reducidos (Hill-Haas et al., 2009; Iaia et al., 2015).

Con el fin de replicar las demandas de la competición entre los jugadores titulares y suplentes se deben de priorizar entrenamientos de alta intensidad y corta duración, ya que la disponibilidad de tiempo en el fútbol profesional es muy reducida y con este tipo de

tareas se reduce el volumen de entrenamiento y además permiten un mejor control de la carga de trabajo de cada jugador. Pero si el desentrenamiento se ha producido por un periodo de inactividad se debe de respetar el principio de sobrecarga progresiva, donde la intensidad de los entrenamientos debe ir aumentando poco a poco por lo que puede ser recomendable el uso de formatos de juegos reducidos con un mayor número de jugadores o entrenamientos interválicos de menor intensidad (Martín-García et al., 2018; Mujika & Padilla, 2000a).

1.5.3.1 ENTRENAMIENTO MEDIANTE JUEGOS REDUCIDOS

Los Juegos Reducidos (SSG) también denominados juegos de acondicionamiento basados en la habilidad (*Gamed Based Drills*) son juegos modificados que se desarrollan en áreas del terreno de juego más reducidas, empleando un número menor de jugadores y utilizando reglas modificadas para originar la respuesta pretendida en los jugadores (Hill-Haas et al., 2011). Se usan como una alternativa al entrenamiento general, descontextualizado e inespecífico buscando un estímulo de entrenamiento en el que además del componente condicional se desarrollen elementos técnico-táctico (Hill-Haas et al., 2009).

El elemento esencial en la aplicación de los juegos reducidos es que la modificación de las variables constrictoras de la tarea origine en el jugador la respuesta física, fisiológica, psíquica y técnico-táctica deseada (Hill-Haas et al., 2010). Para conseguir este objetivo las principales variables constrictoras y efectos originados con la modificación de las mismas son:

- Espacio Individual de Interacción: cuanto mayor sea el espacio individual de interacción por jugador mayor será la intensidad del juego reducido, analizado como incremento en la FC, concentración de lactato y RPE (Rampinini et al., 2007).
- Número de jugadores: cuanto menor sea el número de jugadores mayores serán las demandas fisiológicas y la percepción subjetiva de esfuerzo del jugador (Hill-Haas et al., 2011).
- Régimen continuo vs intermitente: el realizar descansos entre las series de SSGs aumenta la HID y SPD y no afecta a la carrera a intensidades moderadas o bajas,

mientras que el régimen continuo supone un trabajo a un mayor porcentaje de la FCmax y una mayor RPE (Hill-Haas, Rowsell, et al., 2009).

- Presencia de porteros: los juegos reducidos con porteros muestran una menor intensidad, probablemente debido a que existe una mayor organización defensiva cercana al área que reduce los desplazamientos de los jugadores (Hill-Haas et al., 2011).
- Comodines: las demandas físicas son menores en los jugadores que son elegidos como comodín que en el resto de jugadores (Rábano-Muñoz et al., 2019).
- Tipo de defensa: la defensa mediante marcas individuales hace que aumente la respuesta fisiológica y las demandas de carga externa del entrenamiento (Casamichana et al., 2015).
- Modificación de las reglas: puede alterar la carga de la tarea, por ejemplo, obligando a jugar a un número de contactos máximos por jugador el ritmo de la tarea aumenta frente a situaciones sin limitación en el número de contactos por jugador, se incrementa el número de pérdidas y, por tanto, la intensidad aumenta (Hill-Haas et al., 2010).
- *Coach encouragement*: cuando el entrenador está animando y dando feedback en la tarea aumenta la intensidad del SSG (Rampinini, Impellizzeri, et al., 2007).

Las ventajas de la utilización de los SSG son que replican patrones de movimiento similares a los de competición, las demandas fisiológicas son específicas y los requerimientos técnicos y tácticos se producen en situaciones similares de competición, obligando a los jugadores a tomar decisiones en situación de fatiga (Hill-Haas et al., 2009). Además, se considera que incrementan la motivación de los jugadores al tratarse de tareas específicas (López-Fernández et al., 2018). Por último, son más eficientes temporalmente ya que se trabaja a la vez tanto a nivel técnico-táctico como condicional (Clemente et al., 2021), por lo que los entrenadores suelen preferirlos a las tareas analíticas sin balón (Clemente, 2020). Por el contrario, presentan una serie de limitaciones en su aplicación ya que la HID y a SPD es baja independientemente de la configuración y producen menores mejoras que los entrenamiento mediante *running drills* en la velocidad por lo que podrían no servir de forma aislada para imitar las demandas de partido (Clemente et al., 2021; Dalen et al., 2019) (Tabla 13).

Tabla 13: Ventajas y desventajas de los SSGs. adaptado de Laursen y Buchheit (2019)

Ventajas de los SSG	Desventajas de los SSG
Replica patrones de movimiento de la competición	Difícil de controlar y ajustar la carga de cada jugador
Demandas fisiológicas específicas	Riesgo de lesiones por contacto
Requerimiento técnico-táctico	No imitan demandas de SPD y HID de competición
Toma de decisión específica	Menores efectos que entrenamientos tipo SET o HIIT en la velocidad
Incrementa motivación del jugador	No permiten comparar entre jugadores
Mayor eficiencia temporalmente	Requieren de cierto nivel técnico para poderse desarrollar adecuadamente

Faude et al. (2014) muestran como una intervención mediante SSG mejora la velocidad a la que se alcanza el umbral anaeróbico (+1.3%) y disminuye el pico de FC que se alcanza durante ese periodo de entrenamiento (-1.8%). Una intervención durante 4 semanas con SSGs (3 vs 3 con porteros, y 5-11 series de 3 min) mejoró el tiempo total de RSA (18.96 ± 0.68 s pre vs 18.61 ± 0.56 s post; $p < 0.05$), y disminuyó el porcentaje de pérdida de rendimiento en el RSA ($2.43 \pm 1.42\%$ pre vs $1.48 \pm 1.11\%$ post; $p < 0.05$), produciendo además mejoras en la economía de carrera calculadas como menores VO_2 y FC a las velocidades de 9 km/h (5.2% y 13.0% respectivamente; $p < 0.05$), 11 (4.4% y 9.1% respectivamente; $p < 0.05$) y 14 km/h (4.2% y 6.0% respectivamente; $p < 0.05$) (Owen et al., 2012). Esta mejora de las capacidades aeróbicas mediante los SSGs está bien documentada en la literatura (Clemente et al., 2021; Hill-Haas et al., 2009; Owen et al., 2012) pero su efecto en otras variables del entrenamiento (i.e. velocidad, capacidad de salto, agilidad o cambios de dirección) ha mostrado ser insignificante o muy reducida (Chaouachi et al., 2014; Clemente, 2020; Stevens et al., 2016).

El entrenamiento mediante SSG ha mostrado tener una mayor variabilidad intersujeto en la respuesta fisiológica (%FCr) que el entrenamiento mediante HIIT (CV = 11.8% vs 5.9%, respectivamente). Si analizamos la variabilidad entre los diferentes tipos de SSGs,

los que se realizan con porteros presentan una mayor variabilidad que aquellos realizados sin porteros (CV = 15.6% vs. 8.8% respectivamente) (Dellal et al., 2008). Esta variabilidad aumenta si se analizan actividades a alta intensidad como la HID (>18 km/h) (25.7-56.0%) (Hill-Haas et al., 2008). Por lo tanto, los entrenadores deben ser conscientes de que va a haber diferencias entre la carga planeada y la carga efectuada por cada uno de los jugadores del equipo (por razones de demarcaciones específicas, estilo de juego o condición física), esta variabilidad en el estímulo puede ser una condición importante para las adaptaciones es aspectos técnicos y tácticos del fútbol, sin embargo, una gran variabilidad en las demandas físicas puede no ser una buena opción para realizar una adecuada progresión en el proceso de entrenamiento, ya que entornos más controlados permiten prescribir la carga de forma más individualizada y estandarizada (Clemente, 2020; Dalen et al., 2019).

Riboli et al. (2020) obtuvieron que es necesario un espacio de juego mayor en los SSGs con porteros que sin porteros para las variables TD ($187 \pm 5 \text{ m}^2$ vs 115 ± 35 , respectivamente; ES = 1.60), HID ($262 \pm 72 \text{ m}^2$ vs $166 \pm 39 \text{ m}^2$, respectivamente; ES = 1.66) y SPD ($316 \pm 75 \text{ m}^2$ vs $295 \pm 99 \text{ m}^2$, respectivamente; ES = 0.24) para reproducir las demandas de competición. Djaoui et al. (2017) muestran que en futbolistas profesionales la MSS en competición es superior a la alcanzada en los SSGs en formatos desde 4 vs. 4 hasta 10 vs. 10 (entre todos los formatos de SSGs se alcanza una media del $82.67 \pm 10.74\%$ de la MSS de competición). Además, la velocidad alcanzada en los SSGs está correlacionada positivamente con el área de juego ($r = 0.45$; $p < 0.001$), la longitud del campo ($r = 0.53$; $p < 0.001$) y el número de jugadores involucrados ($r = 0.38$; $p < 0.001$).

Comparando las demandas de diferentes formatos de SSGs (4 vs 4, 6 vs 6, 8. vs 8 y 10 vs 10, en todos los casos con porteros), con las demandas de competición se observan menores exigencias físicas para todos los formatos de SSGs, salvo en el formato 10 vs 10 en las variables de TD y HID (ES = 0.59 ± 0.38 a -7.36 ± 1.2). Por otro lado, el SSGs de 4 vs 4 solicita un mayor trabajo mecánico que la propia competición (ES = 0.61 ± 0.77 a 2.3 ± 0.64) (Lacome et al., 2018). Por lo tanto, a la hora de simular las demandas de competición en las variables de distancia a altas intensidades (HID, SPD y MSS) son necesarios escenarios similares a los de la competición (amplios y con un gran número de jugadores), mientras que si lo que se desea es sobrecargar el sistema neuromuscular y que el trabajo sea similar en ACC, DECC y trabajo mecánico se deberán utilizar formatos

más reducidos tanto de número de jugadores como de área por jugador (Dalen et al., 2019; Lacombe et al., 2018; Riboli et al., 2020).

1.5.3.2 ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD (HIIT)

El HIIT suele ser definido como episodios repetidos de trabajo a alta intensidad por encima del umbral láctico o a la potencia/velocidad crítica, intercalados con periodos de recuperación activa o pasiva (Buchheit, 2019). La principal ventaja de este método de entrenamiento es que permite acumular mayor volumen de trabajo a alta intensidad en una sesión con un menor volumen de entrenamiento y, generar adaptaciones que pueden ser específicas a las demandas del deporte (Laursen & Buchheit, 2019).

Dentro de la metodología HIIT Laursen y Buchheit (2019) proponen una clasificación de los diferentes métodos de entrenamiento en función de su objetivo (aeróbico, anaeróbico o neuromuscular):

- El HIIT de intervalos largos: este tipo de HIIT provoca adaptaciones en parámetros cardiovasculares como el tamaño del corazón, la capacidad de flujo sanguíneo y la distensibilidad arterial. Estos cambios mejoran la capacidad del sistema cardiovascular de transportar oxígeno, la cinética del VO_2 y el VO_{2max} . Por tanto, si el deportista puede obtener una mayor cantidad de energía a través del metabolismo aeróbico podrá mantener ejercicios de alta intensidad durante un mayor tiempo y mejorará su capacidad de recuperación. Los tiempos de trabajo se establecen entre 2 y 5 min y la recuperación debe ser corta, de 1 a 3 min si es pasiva o recuperaciones más largas en caso de que sea activa. La intensidad de este HIIT debe ser de alrededor de la intensidad de VO_{2max} (95-105%) o del 80-90% de la VIFT siendo el tiempo total de trabajo efectivo recomendado de entre 15 y 30 min. Un ejemplo de entrenamiento HIIT de intervalo largo sería realizar 6 series de 3 min con 1 min de recuperación pasiva entre series al 95% del VO_{2max} (Iaia et al., 2009; Laursen & Buchheit, 2019).
- El HIIT de intervalos cortos: la principal respuesta fisiológica de este tipo de HIIT es la estimulación del sistema aeróbico oxidativo, pero aún así también hay una sollicitación substancial del sistema anaeróbico glucolítico. Este entrenamiento ha mostrado ser efectivo para la mejora del tiempo máximo a intensidad de VO_{2max} ,

la actividad de enzimas anaeróbicas, la producción de energía mediante el sistema anaeróbico (lo que mejora la capacidad de producción de energía en un periodo muy corto de tiempo (potencia)), incrementar el número de proteínas transportadoras en la membrana que regulan la concentración de pH y mejorar la actividad de la bomba sodio-potasio que retrasará la aparición de fatiga muscular. Se utilizan tiempos de trabajo menores a 60 s y con recuperaciones de una duración similar. La intensidad de trabajo debe ser del 90 al 105% de la VIFT. Un ejemplo de HIIT de intervalo corto sería realizar dos veces 8 series de 30 s de trabajo y 15 s de recuperación pasiva al 110% del $VO_2\text{max}$ (Iaia et al., 2009; Laursen & Buchheit, 2019).

- Entrenamiento de sprints repetidos (RSA_T): este entrenamiento se basa en la capacidad de mantener la máxima potencia y velocidad en una serie de sprints (< 10 s) con cortos intervalos de recuperación (< 60 s) (Girard et al., 2011). Se trata de una capacidad que es ampliamente considerada como factor de rendimiento en los deportes colectivos en general y en el fútbol en particular (Bishop et al., 2011; Hoffmann et al., 2014). El RSA_T ha mostrado ser efectivo para la mejora del $VO_2\text{max}$ (de 5 a 6.1% de mejora) (Bravo et al., 2008; Schneiker et al., 2008), aunque otros métodos de entrenamiento HIIT han reportado mayores mejoras (más del 10% de incremento en el $VO_2\text{max}$) (Dupont et al., 2004; Helgerud et al., 2001). El RSA_T también ha mostrado ser efectivo para la mejora de la velocidad máxima y media en el test (Buchheit et al., 2010; Mohr et al., 2007). Los protocolos más habituales para el RSA_T son la realización de entre 6 y 10 sprints con periodos de recuperación de entre 15 y 60 s, siendo habitual el uso de cambios de dirección para simular las demandas específicas del deporte (Bishop et al., 2011; Bravo et al., 2008). Un ejemplo de entrenamiento de RSA_T sería realizar dos series de 6 sprints máximos de 30 m con una recuperación de 15 s.
- Entrenamiento interválico de sprint (SIT): se trata de un entrenamiento que se basa en la realización de sprints a la máxima intensidad, similar al RSA_T pero con una duración de los sprints más larga (de 20 a 45 s). La recuperación es pasiva y también de una mayor duración (de 1 a 4 min). Las respuestas fisiológicas a este tipo de entrenamiento son principalmente a nivel del sistema glucolítico anaeróbico y capacidad neuromuscular. Un ejemplo de este tipo de entrenamiento sería realizar 8 series de sprints de 30 s con 2 min de recuperación entre las series (Laursen & Buchheit, 2019)

- *Game-Based* HIIT: son un tipo de HIIT de intervalo largo que incluye toma de decisión e interacción con oponentes y compañeros. Las duraciones más habituales son de 2 a 4 min de trabajo a la intensidad específica de juego siendo la duración de la recuperación de entre 90 s a 4 min y principalmente pasiva. Este método de entrenamiento permite alcanzar concentraciones de lactato y FC similares a las de la competición, y producen mejoras tanto es aspectos técnico-tácticos como de resistencia y fuerza específica. Un ejemplo de entrenamiento *game-based* HIIT sería realizar 6 series de 3 min de trabajo con 1 minuto de recuperación pasiva (Laursen & Buchheit, 2019).

Para prescribir la intensidad de este tipo de entrenamiento se ha utilizado diferentes herramientas como la RPE, proponiendo intensidades por encima de 6 en la escala de Borg de 1-10 (Borg et al., 1987), la VAM determinada en laboratorio o en campo (este método se suele utilizar para entrenamientos HIIT largo ya que es una intensidad que se puede mantener entre 2 y 6 min), la FC (habitual sobre todo en deportes de resistencia), y de forma recomendada la velocidad final en un test incremental como el 30-15 IFT junto con la reserva anaeróbica de velocidad (ASR) que representa el rango de velocidad entre la velocidad final en un test incremental y la velocidad máxima en un test de sprint (Laursen & Buchheit, 2019).

Los tipos de HIIT más empleados en el fútbol debido a la respuesta que origina en el organismo del deportista, son el HIIT de intervalos cortos (los ratios trabajo/descanso más habituales en fútbol son 10/10, 15/15, 20/20 y 10/20 s) (Laursen & Buchheit, 2019), el RSA (los ratios de trabajo descanso más habituales en fútbol son 5/10 y 10/25 s) (Bishop et al., 2011) y el *Gamed-based* HIIT (3-4 series de 3-4 min de trabajo) (Hill-Haas et al., 2011).

Iaia et al. (2009) mostraron que el entrenamiento durante periodos de 8 a 12 semanas tipo HIIT ha mostrado ser efectivo para la mejora de la capacidad aeróbica (VO_{2max} (5-11%), economía de carrera (3- 7%) y *Yo-Yo Recovery test* (~13%). Comparado la modalidad de HIIT largo y RSA_T en futbolistas se han observado mayores mejoras en el grupo que realiza RSA_T en el rendimiento en el *Yo-Yo Recovery Test* (1917 ± 439 m pre; 2455 ± 488 m post) que en el grupo que realiza HIIT (1846 ± 329 m pre; 2077 ± 300 m post; $p = 0.003$) mostrando únicamente el grupo RSA_T mejoras en el tiempo medio del test de RSA (7.53 ± 0.21 s pre vs 7.37 ± 0.17 s post), mejorando ambos grupos el VO_{2max} y el umbral anaeróbico (Bravo et al., 2008).

El HIIT de intervalos cortos durante 10 semanas (12 series de 15 s de actividad 15 s de descanso y 12 series de 40 m de sprint con 30 s de recuperación entre ella) ha mostrado ser efectivo en futbolistas para la mejora de la VAM ($8.1 \pm 3.1\%$; $p < 0.001$) y la velocidad en sprint de 40 m ($3.5 \pm 1.5\%$; $p < 0.001$) (Dupont et al., 2004).

El entrenamiento tipo HIIT ha mostrado ser más efectivo que los SSGs en futbolistas para la mejor de la velocidad en un sprint lineal ($ES = 0.42$; $p = 0.012$) y los cambios de dirección ($ES = 1.04$; $p = 0.005$), pero no la capacidad de salto tipo CMJ ($ES = 0.47$; $p = 0.22$), por lo que los entrenamientos tipo SSGs deberían suplementarse con otros métodos de entrenamiento para mejorar las capacidades físicas de los jugadores (Clemente et al., 2021).

Comparando la TD y HID en los WCS de 1 y 6 min durante una sesión HIIT y la competición en fútbol se observa que ambas son superiores en la sesión tipo HIIT (1 minuto: TD 180 ± 16 m vs 186 ± 3 m; $ES: 0.38 \pm 0.37$ para la sesión HIIT y la competición respectivamente) mientras que el trabajo mecánico es menor que el de la competición ($ES: -10.5 \pm 0.37$, -7.58 ± 0.37 para la sesión HIIT y la competición respectivamente) (Lacome et al., 2018).

1.5.3.3 SPEED ENDURANCE TRAINING

El *Speed Endurance Training* (SET) se trata de un tipo de entrenamiento de alta intensidad anaeróbico, con el objetivo de permitir al deportista mejorar su sistema anaeróbico para poder mejorar el rendimiento en las acciones de alta intensidad en competición (Gunnarsson et al., 2012). A nivel metabólico la respuesta del organismo se caracteriza por la contribución tanto de la fosfocreatina, la glucólisis anaeróbica como el metabolismo aeróbico, en función del ratio trabajo:descanso seleccionado (Hoffmann et al., 2014). Este tipo de entrenamiento reduce el gasto energético, aumenta la actividad de la bomba sodio/potasio, lo que puede preservar la excitabilidad de las células musculares, y retrasar el desarrollo de fatiga durante el ejercicio (Bangsbo, 2015). En el fútbol se diferencian dos tipos de SET:

- *Speed endurance production* (SEP): su objetivo es mejorar el rendimiento en acciones de alta intensidad de cortos periodos de tiempo. La duración del ejercicio suele ser de entre 5 y 40 s, la recuperación de hasta 5 veces la duración del tiempo

de trabajo, la intensidad debe ser la máxima que se pueda mantener y se realizan entre 2 y 10 series de trabajo (Iaia & Bangsbo, 2010).

- *Speed endurance maintenance* (SEM): su objetivo es la mejora de la capacidad de mantener y recuperar del trabajo a alta intensidad. Se utilizan tiempos de actividad muy variados, de 5 a 90 s, el tiempo de recuperación es más corto, de 1 a 3 veces el tiempo de trabajo, la intensidad debe ser la máxima que se pueda mantener y se realizan entre 2 y 15 series de trabajo (Iaia et al., 2009).

La suplementación con SEP durante 5 semanas (de 6 a 9 series de 30 s de ejercicio al 90-95% de la intensidad máxima) mejoró el rendimiento en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2* (11%; $p < 0.05$) y la capacidad de RSA pero sin cambios ni en la velocidad máxima ni en la agilidad (Gunnarsson et al., 2012), resultados en concordancia con Fransson et al. (2018) que tras realizar un protocolo de entrenamiento tipo SEP (6-10 series de 30 s con 3 min de recuperación entre series) durante 4 semanas con futbolistas observaron mejoras en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2* respecto a una intervención con SSGs (39%; $p < 0.05$) y actividad de la enzima citrato sintetasa (18%; $p < 0.05$).

El entrenamiento SEM durante 7 semanas en futbolistas (4 series de 4 min de trabajo al 90-95% de la FCmax y con 3 min de recuperación activa al 60-70% de la FCmax) mejoró el rendimiento en el *Yo-Yo Recovery Test* (846 ± 329 m pre vs 2077 ± 300 m post; $p = 0.003$), el $VO_2\text{max}$ (52.8 ± 3.2 ml/kg/min pre vs 56.3 ± 3.1 ml/kg/min post; $p < 0.05$) y el VO_2 en el umbral anaeróbico (43.6 ml/kg/min pre vs 45.2 ± 3.0 ml/kg/min post; $p < 0.05$) pero no la capacidad de RSA, el sprint o el salto (Bravo et al., 2008).

Mohr y Krstrup (2016) comparan los efectos de suplementar con dos sesiones semanales de SEP (8-10 series de 30 s de actividad y 150 s de recuperación pasiva) o SEM (8-10 series de 45 s de actividad y 45 s de recuperación pasiva) durante 4 semanas de la temporada en un grupo de futbolistas semi-profesionales. Ambos métodos de entrenamiento mejoran tanto el rendimiento en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2* ($p < 0.001$), aunque el SEP lo hizo en mayor medida junto con un incremento en la capacidad de RSA ($p < 0.05$). Iaia et al. (2015) compararon el efecto de suplementar con SEP (6-8 repeticiones de 20 s a la máxima intensidad con 2 min de recuperación pasiva) y SEM (6-8 repeticiones de 20 s a la máxima intensidad con 40 s de recuperación pasiva) a jóvenes futbolistas profesionales. El entrenamiento SEP redujo el tiempo total en un test RSA (2.5%; $p < 0.01$) y el entrenamiento SEM mejoró el rendimiento en la prueba

de sprint de 200 m (2%; $p < 0.01$). Ambos entrenamientos mejoraron el rendimiento en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2*, en un 10.1% el SEP ($p < 0.001$) y en un 3.8% ($p < 0.05$) el SEM. En los test de sprint de 20 m y 40 m no se observaron diferencias en el rendimiento. Por tanto, ambos métodos de entrenamiento mejoran capacidades específicas del fútbol, siendo dependientes del protocolo de entrenamiento aplicado, el entrenamiento mediante SEP mejora la capacidad de RSA mientras que el SEM mejora la capacidad de los músculos para soportar la fatiga y mantener la intensidad durante ejercicios continuos de corta duración.

En definitiva, es cierto que el interés científico por el fútbol femenino está incrementándose en los últimos años habiéndose dado a conocer las demandas propias de su competición (Gentles et al., 2018; Romero-Moraleda et al., 2021; Strauss et al., 2019a), sus características fisiológicas aeróbico-anaeróbicas y neuromusculares (Datson et al., 2014; Oliveira et al., 2021; Vescovi & Mcguigan, 2008) y los efectos de los métodos de entrenamiento más habituales (López-Fernández et al., 2018; Turner et al., 2013b), pero aún quedan cuestiones relevantes a las que responder relacionadas tanto con la distribución de las cargas de entrenamiento en el microciclo, con los efectos de un periodo de desentrenamiento en su condición física, o con el análisis de las posibles diferencias en la carga de entrenamiento entre jugadoras que compiten un mayor y menor número de minutos, como con la valoración de las estrategias más adecuadas de suplementación del entrenamiento o si las futbolistas profesionales entrenan los escenarios de máxima exigencia de la competición. Estudios que consideramos necesarios en cuanto aportarán información importante tanto para la mejora del rendimiento (Buchheit, 2019) como para la reducción del riesgo de lesiones (Gabbett, 2016).

2.OBJETIVOS



Activación previa a la realización de una toma de datos de una de las fases experimentales de esta tesis doctoral.

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar la distribución de la carga de entrenamiento y las demandas de competición en mujeres futbolistas de élite, determinando si los entrenamientos les permiten alcanzar los escenarios de máxima exigencia competitiva, y diseñar estrategias de entrenamiento que simulen las demandas de competición y permitan compensar los efectos del desentrenamiento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Objetivo específico 1: Comparar la carga externa intra e inter-microciclo en mujeres futbolistas de élite, en función de la demarcación ocupada en el terreno de juego.
- Objetivo específico 2: Determinar los escenarios más exigentes de la competición en el fútbol femenino de élite y si estos se reproducen en las sesiones de entrenamiento.
- Objetivo específico 3: Analizar las acciones realizadas por jugadoras de fútbol de élite durante la consecución de un gol.
- Objetivo específico 4: Establecer estrategias de entrenamiento que simulen las demandas de competición para equiparar la carga de entrenamiento del microciclo entre futbolistas que disputan un mayor y menor número de minutos de competición.
- Objetivo específico 5: Evaluar los efectos del desentrenamiento en parámetros determinantes del rendimiento deportivo en jugadoras de fútbol.

1.6 HIPÓTESIS

Estando descritas la respuesta y adaptación de las cualidades fisiológicas de las futbolistas de élite a los entrenamientos y competición, las hipótesis de este trabajo fueron que: a) la distribución de las cargas de entrenamiento durante el microciclo son más elevadas en las sesiones centrales del mismo tanto en los valores medios (Martín-García et al., 2018) como en los WCS (Oliva-Lozano et al., 2022), siendo la competición la sesión con unas mayores demandas (Martín-García et al., 2018); b) que las futbolistas de élite no alcanzan valores de demandas físicas similares a los escenarios de máxima exigencia de la competición en las sesiones de entrenamiento (Martín-García et al., 2020); c) que las jugadoras que disputan menos minutos de competición presentan una menor carga de acciones a alta intensidad siendo la combinación de entrenamientos HIIT y SSG los que más reproducen las demandas de competición (Ade et al., 2014) y; d) que los efectos del desentrenamiento en las jugadoras pueden ser analizados por un índice de rendimiento global (Turner et al., 2019).

3. METODOLOGÍA



Realización por parte de una futbolista de un test de velocidad de 30 metros registrado mediante fotocélulas (DSD Laser System; DSD Inc., León. España).

3.1 PARTICIPANTES

El estudio se ha llevado a cabo con mujeres futbolistas que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión específicos de cada una de las fases experimentales desarrolladas. Como criterios generales todas las futbolistas presentaban una experiencia previa de al menos 8 años de práctica continuada federada en fútbol, no presentaron lesión en los tres meses previos a la realización de la fase experimental y firmaban el consentimiento informado, o en su caso los padres o tutores de las jugadoras menores, dónde se indicaba de forma clara los beneficios y riesgos de la participación en cada una de las fases experimentales (Tabla 14).

Tabla 14: Características de las jugadoras de fútbol que han participado en los diferentes estudios.

Categoría nacional	n	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)
Liga Iberdrola (máxima categoría)	17	26.6 ± 4.6	59.8 ± 6.8	166.3 ± 6.1
1ª Nacional Femenina	14	21.7 ± 1.7	55.8 ± 6.9	164.3 ± 5.1
1ª Nacional Femenina	14	17.2 ± 1.5	54.1 ± 4.9	163.1 ± 4.7

n = tamaño muestral

3.2 PROCEDIMIENTO

3.2.1 REGISTRO DE LA CARGA Y DEMANDAS EXTERNAS

La carga externa de entrenamiento y las demandas externas de competición se registraron de forma individual para cada jugadora mediante un dispositivo inercial (WIMU PRO, RealTrack Systems, Almería, España) compuesto por un GPS de 10 Hz, un acelerómetro triaxial de 100 Hz, un giroscopio con una escala completa de 2000 grados/segundo y un magnetómetro para rastrear la ubicación y análisis de movimiento en el exterior. Las dimensiones del dispositivo eran 70 g de peso y 81 × 45 × 16 mm (Figura 3). Esta tecnología ha sido validada de forma previa en el registro de la carga en fútbol (Gómez-Carmona et al., 2018; Muñoz-Lopez et al., 2017) reportando altos niveles de validez y

fiabilidad (%TEM: 1.47) (Bastida Castillo et al., 2018) y de precisión (~50 cm) (Bastida Castillo et al., 2018). Para evitar la variabilidad inter-unidad en cada una de las fases experimentales desarrolladas, a cada jugadora se le asignó un dispositivo que permaneció invariable durante todos los registros (Malone et al., 2017). El dispositivo se ubicaba en el chaleco facilitado por el proveedor que mantenía el dispositivo ajustado entre las escápulas. Los dispositivos se encendían 15 minutos antes del inicio de cada registro, hasta que el mismo confirmaba la detección de la señal GPS, momento en el cual se iniciaba el registro de la sesión y ubicaba dentro del chaleco proporcionado por el fabricante. De forma posterior a cada sesión los datos se extraían mediante el software específico proporcionado por el fabricante (WIMU SPRO, Almería, España) a un ordenador personal para su análisis. Las variables registradas y analizadas en las diferentes fases experimentales se muestran en la Tabla 15, clasificadas en función de los tres niveles propuestos por Buchheit y Simpson (2017). Los umbrales utilizados para determinar los diferentes niveles de intensidad han sido utilizados en estudios previos con mujeres futbolistas (Bradley & Vescovi, 2015; Bradley, 2020).



Figura 3: Maletín de carga y transferencia de datos y dispositivo GPS utilizados para la cuantificación de la carga y demandas externas de entrenamiento y competición.

Tabla 15: Variables de carga y demandas externas registradas y analizadas mediante dispositivos GPS en las diferentes fases experimentales.

Tipo	Variable (unidad)	Abreviatura	Descripción	Referencia
Nivel 1	Distancia Total (m)	TD	Distancia total recorrida	Malone et al. (2015)
	Distancia Relativa (m/min)	RD	Distancia total recorrida por minuto	Owen et al. (2017)
	Distancia a Alta Intensidad (m y m/min)	HID	Distancia recorrida por encima de 16 km/h	Bradley y Vescovi (2015)
			Distancia recorrida por encima de 19 km/h	Bradley (2020)
	Distancia a Sprint (m, n° y m/min)	SPD	Distancia recorrida por encima de 21km/h	Bradley y Vescovi (2015)
			Distancia recorrida por encima de 23 km/h	Bradley (2020)
	Velocidad máxima (km/h)	PV	Máxima velocidad alcanzada	Malone et al. (2017)
	Distancia de Alta Carga Metabólica (m)	HML	Distancia con gasto metabólico por encima de 25 w/kg	Oliva-Lozano et al. (2021)
	Aceleraciones (n° y m/min)	ACC	Aceleraciones totales	Thornton et al. (2020)
	Deceleraciones (n° y m/min)	DECC	Deceleraciones totales	Harper et al. (2019)
Nivel 2	Aceleraciones de alta intensidad (m, n° y n°/min)	HIACC	Aceleraciones por encima de 3 m/s ²	Clemente et al. (2019)
	Deceleraciones de alta intensidad (m, n° y n°/min)	HIDECC	Deceleraciones por encima de -3 m/s ²	Szigeti et al. (2021)
Nivel 3	Player load (AU/min)	PL	Suma vectorial de las aceleraciones en los tres ejes	Dalen et al. (2016)

Para el análisis de los WCS se utilizó el software específico (WIMU SPRO, RealTrack Systems, Almería, España) utilizando la técnica “rolling average” que calcula todas las posibles ventanas de la duración establecida que se dan en un partido mediante una media móvil. En la literatura se establece que este método es el más preciso para calcular los WCS (Fereday et al., 2020; Oliva-Lozano et al., 2021). Se utilizaron cuatro ventanas temporales de 1, 3, 5 y 10 min de duración, ya que son las que se corresponden con la duración de la mayoría de las tareas de entrenamiento planteadas en fútbol (Martín-García et al., 2020; Oliva-Lozano et al., 2020).

3.2.2 REGISTRO DE LA CARGA Y DEMANDAS INTERNAS

La cuantificación de la carga y demandas internas se llevaron a cabo mediante el registro de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) (Borg, 1982), para lo cual se utilizó una escala del 0 al 10 (Figura 4) recogiendo el valor a los 30 minutos de haber finalizado la sesión de entrenamiento o competición (Foster et al., 2001). Los participantes emitían el valor de RPE dando respuesta a ¿Cuánto de dura ha sido la sesión/competición para ti? siempre de forma individual (Rodríguez-Marroyo et al., 2022). Además, cada valor individual de RPE se multiplicó por la duración total de la sesión (expresada en minutos) para obtener el valor de sRPE (Foster et al., 2001). Todas las participantes de las diferentes fases experimentales estaban familiarizadas con esta herramienta ya que la llevaban usando de forma habitual durante al menos la temporada previa.



Figura 4: Escala de registro de la percepción subjetiva del esfuerzo modificada (Borg, 1982).

El bienestar percibido por las jugadoras o *Wellness* fue registrado en las diferentes fases experimentales mediante la percepción subjetiva de la calidad del sueño, el estrés, el dolor muscular y fatiga (Gallo et al., 2017; Scott et al., 2020). Para ello, todos se evaluaban mediante una escala Likert de 0 a 7 donde 0 haría referencia al valor más positivo y 7 al valor más negativo (Figura 5). Se calculó el Hooper's index (Hooper & Mackinnon, 1995), siendo este el resultados de la suma de las puntuaciones obtenidas en los cuatro ítems. Las jugadoras emitían el valor en cada uno de los ítems siempre de forma individual y por la mañana, justo al levantarse.

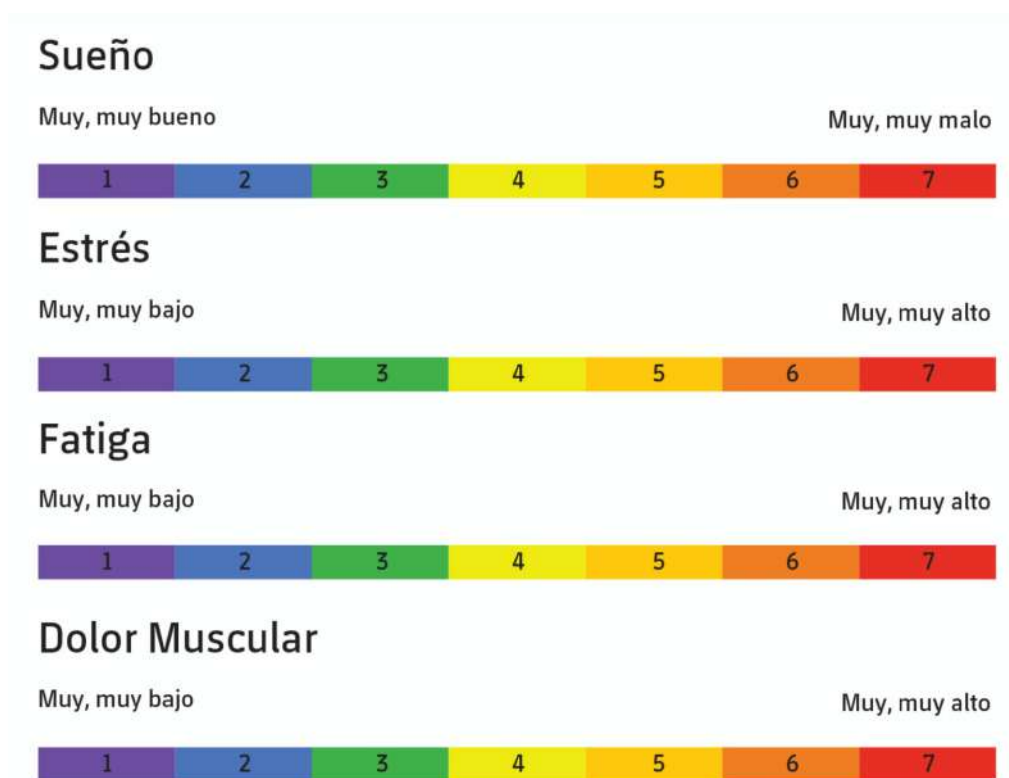


Figura 5: Ítems y escala de likert utilizada para determinación del wellness

3.2.3 TEST DE RENDIMIENTO

Los protocolos empleados para determinar el rendimiento físico y analizar los efectos del desentrenamiento fueron un test de salto CMJ, un test de velocidad máxima (30 m) y un test RSA. Se seleccionaron estos test debido a que la capacidad neuromuscular y capacidad de repetir acciones de alta intensidad son componentes principales de la condición física en mujeres futbolistas (Joo, 2018; Mujika & Padilla, 2000a):

- Test de altura de salto CMJ: Los participantes realizaban tres saltos CMJ con 45 s de recuperación pasiva entre cada intento. El mejor intento de los tres fue seleccionado para su posterior análisis. No se establecieron restricciones en el ángulo de la rodilla durante la fase excéntrica de los saltos. Los participantes fueron requeridos para mantener las piernas rectas (extensión) durante la fase de vuelo de los saltos. La altura de salto fue determinada mediante la aplicación móvil MyJump 2.0 que muestra una fuerte validez ($r = 0.995$, $p < 0.001$) y reproducibilidad ($r = 0.997$, $p < 0.001$) para evaluar la altura de salto (Balsalobre-Fernández et al., 2015). Cada salto fue registrado con un teléfono móvil (iPhone XS) a una velocidad de registro de 240Hz (Apple Inc. CA, USA).
- Test de sprint de 30 metros: los participantes realizaban 3 sprints de 30 m con 5 min de recuperación pasiva entre ellos. El mejor intento de los 3 fue seleccionado para su posterior análisis. La jugadora partía de una posición de parado 0.5 m antes de la primera fotocélula. Se registró el tiempo mediante las fotocélulas (DSD Laser System; DSD Inc., León. España) (García López et al., 2002).
- Test RSA: la futbolista debía realizar 8 sprints máximos en una distancia de 30 metros con un tiempo de recuperación activa de 25 s. El test era realizado por una jugadora cada vez, que salía desde posición de parado a 0.5 m antes de la primera fotocélula (DSD Laser System; DSD Inc., León. España). Tras 20 s de recuperación adoptaba de nuevo la posición de partida hasta que el evaluador le indicaba que podía realizar el siguiente esfuerzo. Como resultado del test se seleccionaron el tiempo medio de la prueba (s) y el mejor sprint (s) (Rodríguez-Fernández et al., 2019)

Previa a la realización de los test las jugadoras de fútbol llevaban a cabo un calentamiento estandarizado de 15 min de duración que consistía en la realización de carrera continua (3 min), seguida de ejercicios de movilidad articular (7 min), saltos y progresiones de velocidad (5 min) en la misma pista donde se iban a llevar a cabo los test. Tanto el protocolo de calentamiento como los diferentes test se llevaron a cabo en el campo de juego habitual de entrenamiento y competición, portando las jugadoras su ropa y calzado habituales de entrenamiento.

3.2.4 DETERMINACIÓN DEL TOTAL SCORE OF ATHLETICISM

Para la determinación de un estado global de condición física de una forma holística se se calculó el TSA, utilizando los resultados de los Z-Score obtenidos por las jugadoras en los test condición física empleados. La detemrinación del Z-Score se llevó a cabo atendiendo a la siguiente fórmula:

$$Z\text{-Score} = \frac{\text{Resultado del deportista en el test} - \text{Promedio del equipo}}{\text{Desviación estándar del equipo}}$$

Una vez determinados los Z-score, el TSA se calculó mediante el promedio de los Z-scores individuales de cada uno de los test empleados. En la siguiente fórmula se muestra el cálculo del TSA a partir de los Z-Score del test de CMJ, el tiempo medio en un test RSA (RSAmedio) y el tiempo en un test de sprint de 30 m:

$$TSA = \frac{Z\text{-Score CMJ} + Z\text{-Score RSAmedio} + Z\text{-Score sprint 30 m}}{3}$$

3.2.5 ANÁLISIS NOTACIONAL

Para analizar las características de los goles anotados por mujeres futbolistas profesionales se llevo a cabo un análisis notacional. Para ello, en primer lugar, se recopilaron los vídeos de todos los goles anotados durante la temporada 2019-20 en la primera división femenina española. Posteriormente se analizaron cada uno de los goles mediante el software específico Nacsport Scout Plus 6.0 (New Assistantfor Coach Sport SI software). Para determinar la acción previa al gol se visualizaban las acciones el número de veces necesario para poder categorizar cada una de ellas. En el caso de existir dudas en la clasifciación, un segundo investigador visualizaba la acción. En cada una de las acciones que desencadenaron en gol, las variables analizadas fueron:

- La frecuencia de goles por intervalo de tiempo (15 minutos).
- Gol anotado por el equipo (local o visitante).
- La situación inicial (titulares o suplentes).
- La demarcación (delantero, centrocampista, defensa o en portería propia).

- La acción inmediatamente previa a la consecución del gol (de uno o dos contactos o acción individual).
- El tipo de juego (dinámico o balón parado).
- El tipo de acción a balón parado en el caso de que este se anotase de esta forma (saque de esquina, falta, penalti o saque de banda).
- El estilo de juego (posicional o contraataque).
- La acción previa al gol (pase largo frontal, pase largo lateral, pase corto frontal, pase corto lateral, rebote o robo).
- La zona de la portería por dónde se anotó el gol (se dividió la portería en 9 zonas para analizar por dónde entra el balón).
- La zona desde dónde se llevó a cabo la finalización (se dividieron el área y la frontal de área en 8 zonas).

Estas variables han sido utilizadas por estudios previos para establecer los patrones y acciones previas a la consecución de un gol en fútbol (Kubayi & Toriola, 2019; Yiannakos & Armatas, 2006)

3.2.6 INTERVENCIONES DE COMPENSACIÓN

Con el fin de evitar una situación de desentrenamiento por insuficiencia de estímulo se diseñaron y aplicaron tres diferentes estrategias de entrenamiento atendiendo a los datos mostrados por estudios previos (Hills et al., 2020; Martín-García et al., 2018) para ser aplicadas en la sesión de recuperación del microciclo (MD+1). Esta sesión se caracteriza porque las jugadoras titulares (>60 min disputados el partido previo) realizan una sesión de recuperación, mientras que las suplentes (<60 min disputados el partido previo) realizan una sesión de compensación. Las tres estrategias de compensación diseñadas fueron el entrenamiento mediante SSGs, el entrenamiento mediante *running based drills* (RBD) y una combinación de las dos anteriores (RBD+SSG):

- Estrategia basada en *Runing Based Drills*: esta estrategia de entrenamiento combino la realización de una tarea del método de entrenamiento *Sprint interval training*, concretamente un SEP (2x6x20 s sprints separados por 90 s de recuperación activa) (Iaia et al., 2015) con una tarea tipo HIIT, concretamente un RSA (2x5x25 m sprint seguidos de un tiro a puerta y 25 s de recuperación pasiva)

(Buchheit, 2019) con el objetivo de estimular sistema aeróbico y anaeróbico y que se recorriese tanto HID como SDP (Bangsbo, 2015).

- Estrategia basada en los *Small sided Games*: el diseño de esta estrategias se basó en los efectos agudos que origina los SSGs (Clemente, 2020) combinando una tarea de mantenimiento de balón en un espacio reducido (25 x 20 m, EII = 62.5 m²) y con un bajo número de jugadores (4 vs 4), ya que son las constricciones que más aumentan las ACC y DECC y simulan en mejor medida la RPE y FC de competición (Hill-Haas et al., 2011) con una tarea con presencia de porteros (20 x 15 m con 4 vs 4) que imita en mayor medida los requerimientos técnico tácticos de la competición (Hill-Haas et al., 2009)
- Estrategia mixta: La intervención mixta se basó en una combinación de una tarea basada en la metodología HIIT, concretamente un RSA (2x5x25 m sprint seguidos de un tiro a puerta y 25 s de recuperación pasiva) con el objetivo de aumentar la HID y SPD y solicitar el sistema anaeróbico de forma similar que la competición (Bishop et al., 2011) con una tarea basada en SSGs en espacio reducido (25 x 20 m), con un bajo volumen de jugadores (4 vs 4, EII = 62.5 m²) y sin porteros buscando aumentar el número de ACC y DECC y mediante la combinación de ambos poder igualar las demandas de partido (Martín-García, Gómez Díaz, et al., 2018)

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En análisis estadístico realizado fue específico para cada una de las fases experimentales con el objetivo de tratar de dar respuesta a los objetivos planteados. En todas ellas se creó una base de datos y hoja de calculo en Microsoft Excel 2019 (Microsoft Windows) en la que se introducían todas las variables analizadas. El análisis estadístico de las mismas se realizó mediante el software estadístico específico para las ciencias sociales SPSS (Versión 25.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Se procedió a analizar la distribución normal de los datos y la homogeneidad de la varianza mediante el test de Shapiro–Wilk, antes de aplicar pruebas paramétricas. En todos los análisis el nivel de significación se estableció en $p < 0.05$.

Se determinó el coeficiente de variación (CV: (desviación estándar / media) x100) para comparar la dispersión (variación) de conjuntos de datos de medidas diferentes o con medias aritméticas diferentes.

La prueba t de student para muestras relacionadas se utilizó para comparar los valores previos al periodo de desentrenamiento con los valores posteriores de cada una de las futbolistas, mientras que la prueba t de student para muestras independientes se utilizó para comparar la carga de entrenamiento y competición de las jugadoras titulares y suplentes en el microciclo y las sesiones de entrenamiento.

La prueba de ANOVA de un factor se utilizó para comparar la carga externa de las diferentes estrategias de compensación del entrenamiento.

Mediante una prueba ANOVA de medidas repetidas, utilizando el ajuste de Bonferroni como prueba post-hoc de comparación por pares, se analizaron las diferencias en función de la demarcación y del día del microciclo.

4.RESULTADOS



Participación como profesora invitada en el curso de Extensión Universitaria de la Universidad de León: Ámbitos profesionales y especialización en fútbol de los egresados en CAFyD de la Universidad de León, expodiendo datos recogidos en las diferentes fases experimentales de esta tesis doctoral.

4.1 ANÁLISIS DE LA CARGA EXTERNA INTER E INTRA MICROCICLO EN JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONAL: UN ENFOQUE BASADO EN LA DEMARCACIÓN

Resumen

Este estudio analizó las diferencias en la carga externa inter e intra microciclo en jugadoras profesionales de fútbol. Se registró la carga externa durante cuatro microciclos consecutivos (i.e. M1, M2, M3 y M4) y durante las sesiones de entrenamiento (i.e. MD-4, MD-3, MD-2 y MD-1) y partidos (i.e. MD) de 17 futbolistas profesionales (edad: 26.3 ± 4.6 años; altura: 166.3 ± 6.1 cm; peso: 59.8 ± 6.8 kg; e índice de masa corporal: 21.6 ± 1.7 kg/m²) pertenecientes al mismo equipo de Primera División Española. Se utilizó un GPS de 10 Hz que integraba un acelerómetro triaxial de 100 Hz para registrar la carga externa. Los resultados muestran menores aceleraciones en el M2 respecto al M1 y M3 ($p < 0.05$), menos distancia a alta intensidad (>16 km/h) en M3 vs M2 y una mayor distancia a sprint relativa (>21 km/h) en M4 vs M1 y M3 ($p < 0.05$). El MD-3 es el día de mayor carga para todas las variables registradas ($p < 0.05$). Las delanteras (FWs) realizaron más sprints (metros y número >21 km/h) ($p < 0.05$) que las mediocentros (CMs) y las defensas centrales (CDs) el MD-2 y MD. Los entrenadores y preparadores físicos deben prestar especial atención a la carga externa de cada posición de forma específica en los entrenamientos para optimizar las adaptaciones al entrenamiento.

Palabras clave: carga externa, fútbol, mujer, GPS.

Introducción

El análisis de la carga externa experimentada por las jugadoras de fútbol en competición ha ganado una gran atención en los últimos años (Pedersen et al., 2019; Strauss et al., 2019a; Vescovi & Falenchuk, 2019). Estudios previos reportan que las futbolistas de élite recorren alrededor de 10000 m durante un partido de fútbol (Andersson et al., 2010; Bradley et al., 2014), de los cuales casi 300 m se recorren a sprint (20.1-30.0 km/h) (Vescovi & Falenchuk, 2019). Las deportistas realizan cerca de 125 acciones a alta intensidad, con una duración media de 2.3 s cada una durante competición (Krustrup et al., 2005). Así mismo, la literatura muestra que el partido es la sesión más demandante del microciclo de entrenamiento (McFadden et al., 2020). Por lo tanto, los preparadores físicos y entrenadores deben considerar este aspecto cuando planifiquen las estrategias de entrenamiento de un equipo. Además, los entrenadores deben tener en cuenta la cuantificación de la carga externa que se acumula a lo largo del microciclo de entrenamiento para entender la relación dosis-respuesta del proceso de entrenamiento y optimizar el rendimiento de las jugadoras (Mujika et al., 2018).

Uno de los principales objetivos de los cuerpos técnicos en el fútbol de élite es desarrollar la mejor periodización del entrenamiento para mejorar la condición física de los jugadores y reducir el riesgo de lesión (Mohr et al., 2008). En este sentido, se han utilizado diferentes modelos de periodización del entrenamiento (Walker & Hawkins, 2018), muchos de los cuales coinciden con la reducción de la carga de entrenamiento en la sesión previa a la competición (Malone et al., 2015), conocida como estrategia de *tapering* (Fessi et al., 2016). La estructura típica del microciclo cuando se tiene un único partido en el microciclo se compone de sesiones de adquisición (i.e. de fuerza, resistencia y velocidad) localizadas en la parte central del microciclo de entrenamiento en futbolistas profesionales tanto varones (Clemente et al., 2020) como mujeres (Strauss et al., 2019). Esta distribución de cargas a lo largo de la semana permite seguir el principio de alternancia horizontal, que consiste en maximizar un componente de la condición mientras el resto se recuperan (Buchheit et al., 2018). Así mismo, se ha registrado una menor carga externa (i.e. distancia total y distancia a alta intensidad) en comparación con el partido en hombres (Martín-García et al., 2018) y mujeres (Mara et al., 2015b) futbolistas de élite. La carga externa en las sesiones de adquisición se caracteriza por una mayor distancia total, distancia relativa y tiempo a más del 90% de la FCmax en los días de resistencia y, mayores distancias a alta intensidad y distancia a sprint en los días de

velocidad (Buchheit et al., 2018). Aunque la periodización del entrenamiento es importante para mejorar el rendimiento del equipo, la organización de las cargas de entrenamiento dentro del propio microciclo parece ser una estrategia más realista dada la naturaleza caótica e imprevisible del fútbol femenino (Martín-García et al., 2018). Además, otros autores han demostrado un mayor CV en las distancias recorridas a alta intensidad (20.8%, 26.1% y 54.5%) y a sprint (65.1%, 94.2% y 100.2% en las sesiones neuromusculares, de resistencia y de velocidad, respectivamente) (Castillo et al., 2021).

Cargas de entrenamiento inapropiadas pueden provocar lesiones por sobreuso (Drew & Finch, 2016) y los picos en la carga así como las cargas crónicas bajas están asociados con un incremento del riesgo de lesión (Hulin et al., 2016). Debido a ello la cuantificación de la carga de entrenamiento y competición se ha convertido en un aspecto esencial en el rendimiento en fútbol (Malone et al., 2015). Algunos factores externos como el sexo (Bradley et al., 2010), el nivel de rendimiento (Mohr et al., 2008), la superficie de juego o el resultado del partido (Vescovi & Falenchuk, 2019) pueden afectar a la carga externa experimentada por las jugadoras en la competición. Aunque la demarcación ocupada en el campo se considera la variable con una mayor influencia en la carga externa (Owen et al., 2017), principalmente en términos de acciones a alta intensidad (i.e. sprints o saltos). En este sentido, las defensas centrales recorren significativamente menos distancia a alta intensidad (1260 ± 110 m) que las mediocentros y las delanteras (1650 ± 110 y 1630 ± 110 km, respectivamente) (Walker & Hawkins, 2018). Además, las delanteras recorren mayores distancias a sprint que las defensas centrales (0.52 ± 0.03 km vs 0.33 ± 0.05 km) (Mohr et al., 2008). Entender la carga externa de las jugadoras de élite en función de la demarcación ocupada en el campo permitirá a los entrenadores establecer sesiones de entrenamiento específicas y adecuar la distribución de los contenidos de entrenamiento durante el microciclo.

Dado que los estudios que analizan la carga externa de entrenamiento y competición en fútbol profesional femenino son escasos el objetivo de este trabajo fue analizar las diferencias en la carga externa inter e intra microciclo en función de la demarcación de las futbolistas de élite. Nuestra hipótesis de trabajo fue que existe una distribución similar de las cargas de entrenamiento entre microciclos pero que se observarán diferencias analizando las sesiones de entrenamiento y competición en función de su demarcación (Martín-García et al., 2018).

Método

Diseño experimental

Se implementó un diseño descriptivo y observacional para analizar las diferencias inter e intra microciclo en la carga externa experimentada por jugadoras de fútbol profesionales durante cuatro microciclos consecutivos en función de su demarcación en el campo. Este estudio se llevó a cabo durante la temporada 2019-2020, cada microciclo estaba compuesto por cuatro sesiones de entrenamiento y un partido oficial; por tanto, se registraron 16 sesiones de entrenamiento y 4 partidos (i.e. 340 observaciones individuales). El primer microciclo se localizó en la mitad de la primera parte de la temporada, cuatro semanas después del final de la pretemporada. Todas las sesiones de entrenamiento se realizaron en la misma superficie de juego (campo de hierba artificial de tercera generación) y a la misma hora (4:30 p.m.). Los partidos se jugaron en cuatro campos con dimensiones similares (100 m x 64 m) y de hierba artificial en todos los casos, dos de ellos como equipo local y dos como equipo visitante obteniendo dos victorias y dos derrotas. Durante las sesiones de entrenamiento los investigadores no influyeron en los ejercicios de entrenamiento.

Participantes

Diecisiete mujeres futbolistas profesionales (edad: 26.3 ± 4.6 años; altura: 166.3 ± 6.1 cm; peso: 59.8 ± 6.8 kg; e índice de masa corporal: 21.6 ± 1.7 kg/m²) pertenecientes al mismo equipo de la Primera División Española participaron en el estudio. Dado que el equipo utilizó un sistema de juego 1-5-3-2 durante los cuatro partidos oficiales las jugadoras se clasificaron en función de la demarcación en: defensas centrales (CD), laterales (FB), mediocentros (CM) y delanteras (FW). Las porteras fueron excluidas del análisis debido a su rol específico. Las jugadoras fueron excluidas del estudio si habían sufrido alguna lesión en los dos meses previos a la realización del estudio o si no completaron un partido oficial. Antes de comenzar el estudio las jugadoras fueron informadas de los objetivos del mismo, riesgos y beneficios y firmaron un consentimiento informado. El estudio se llevó a cabo de acuerdo con los requerimientos de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de León código: 004-2021.

Procedimiento

La carga de entrenamientos se registró durante un periodo de 4 semanas, en función del número del microciclo (microciclo 1 = M1; microciclo 2 = M2; microciclo 3= M3 y microciclo 4 = M4) y la sesión de entrenamiento (en función de los días que faltan para el partido (MD), MD-4, MD-3, MD-3 y MD-1) (Martín-García, et al., 2018; Owen et al., 2017). La distribución normal de las sesiones de entrenamiento en el microciclo fue la siguiente: MD-4: sesión de recuperación y sesión de fuerza general en gimnasio, MD-3: sesión de fuerza y resistencia específica (pliometría, trabajo de fuerza específico y SSGs de tamaño pequeño y medio), MD-2: sesión de velocidad y aproximación táctica (mayores distancias a sprints y juegos reducidos de tamaño medio y grande) y MD-1 (tareas de velocidad de reacción y SSGs), esta distribución es similar a previas descritas en fútbol masculino (Buchheit et al., 2018; Castillo et al., 2021). Tareas tácticas (partidos condicionados en espacios medios o grandes simulando situaciones de competición) constituyeron el 20%, 40% y 40% el MD-4, MD-3 y MD-2, respectivamente. La carga externa del microciclo únicamente fue analizada en los jugadores que disputaron más de 60 min en MD. En todas las sesiones de entrenamiento y partido las jugadoras realizaron un calentamiento estandarizado de similares características de 15-20 minutos de duración que incluía carrera, desplazamientos con balón y tareas específicas.

La carga externa de los entrenamientos (n=16) y partidos (n=4) se registró individualmente para cada jugadora mediante un dispositivo GPS de 10 Hz que integra un acelerómetro triaxial (100 Hz) (WIMU PRO, RealTrack Systems, Almería, España). Esta tecnología ha sido utilizada previamente en estudios en fútbol para el análisis de las demandas de entrenamiento y competición (Gómez-Carmona et al., 2018) y reportó altos niveles de validez y fiabilidad (Muñoz-Lopez et al., 2017). Para evitar la variabilidad inter-unidad a cada jugadora se le asignó un dispositivo GPS que se insertaba en el chaleco facilitado por la empresa que situaba el dispositivo ajustado entre las dos escápulas. Los dispositivos se activaban 15 minutos antes del inicio de las sesiones de entrenamiento o competición. Después de cada sesión los datos de los GPS se descargaban utilizando el software específico (WIMU PRO, Almería, España) en un ordenador personal y se exportaban para su posterior análisis. Ante la ausencia de unanimidad en la determinación de los umbrales de intensidad en fútbol femenino (Vescovi & Favero, 2014b) se registraron la distancia total (TD, en metros), distancia relativa (RD, en metros/minuto), distancia a alta intensidad (HID, metros y

metros/minuto; >16 km/h), distancia a sprint (SPD, metros, número y metros/minuto; >21 km/h), aceleraciones (ACC, número y metros/minuto), deceleraciones (DECC, número y metros/minuto) y velocidad máxima (MSS, km/h). Además, se registró la *Player Load* (PL, AU/min). El número medio de satélites registrando datos durante la medición fue de 9.1 ± 1.0 y la dilución horizontal de precisión fue 0.96.

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar (SD). Después de confirmar la distribución normal de los datos se efectuó una ANOVA de medidas repetidas para comparar la carga externa de las jugadoras cada microciclo y cada sesión de entrenamiento y competición. Además, se utilizó un ANOVA de una vía para comparar la carga externa en función de la demarcación (CD, FB, CM y FW) en cada sesión de entrenamiento y competición. Cuando se encontraron diferencias significativas se utilizó el test post-hoc de Bonferroni. Se calculó el CV para analizar la variabilidad de los microciclos de entrenamiento, sesiones de entrenamiento y partidos. El análisis estadístico se realizó mediante el software SPSS (Versión 25.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA) y el nivel de significación estadística se fijó en $p < 0.05$.

Resultados

La carga externa realizada por jugadoras de élite durante cuatro microciclos consecutivos se muestra en la Tabla 16. El M1 mostró significativamente ($p < 0.05$) menos distancia ACC y DECC comparando con los otros tres microciclos, mientras que, durante el M3, se recorrieron significativamente menos metros de HID ($p < 0.05$) que en el M2. No se observaron diferencias significativas en la TD, SPD (metros y número) y PL entre microciclos. Los CVs de cada microciclo de entrenamiento fueron de 9.4%, 11.8%, 11.1% y 7.7% para RD; 17.6%, 30.5%, 21.81%, y 18.9% para HID; 4.2%, 6.4%, 6.4%, y 4.8% para ACC; y 4.2%, 6.9%, 7.2%, y 4.8% para DECC en M1, M2, M3 y M4, respectivamente.

El análisis de la carga externa de las sesiones de entrenamiento demostró que la sesión MD-3 es la que presentó una mayor carga externa para todas las variables analizadas ($p < 0.05$) (Tabla 17). Todas las sesiones de entrenamiento mostraron cargas inferiores a la competición ($p < 0.05$) excepto para ACC y DECC que fueron significativamente más altas comparadas con MD. El CV de cada sesión de entrenamiento se muestra en la Tabla 17.

Tabla 16: Carga externa media durante cuatro microciclos consecutivos.

	TD (m)	RD (m/min)	HID (m)	SPD (m)	SPD (m/min)	SPD (n°)	MSS (km/h)	ACC (m/min)	DECC (m/min)	PL (m/min)
M1	21942± 4488	67.5±7.4	498.1 ± 390.2	305.2±181.1	8.6±5.4*	17.8±11.5	23.2±1.4	36.7±1.9	36.8 ±1.5 †	0.80.1
M2	24139 ± 6044	71.5±8.8	545.4 ± 338.6	454.4±247.8	12.1±7.4	23.2±15.0	24.8±1.0	35.5±2.2	35.15±1.8	0.8± 0.2
M3	22414 ± 4774	67.1±8.2	504.2 ± 353.8	325.± 122.7	8.7±5.7*	16.0±6.6	24.0±2.0	36.4±1.7	36.8±1.3†	0.9±0.1
M4	24251 ± 5027	65.1±5.0	445.4 ± 402.2	426.3±217.5	15.9±8.0	20.1±10.4	23.7±1.0	35.9±1.5	35.5±1.5	0.8±0.1

Los datos se presentan en función del microciclo: M1 = Microciclo 1; M2 = Microciclo 2; M3 = Microciclo 3; M4 = Microciclo 4; TD = Distancia total; RD = Distancia relativa; HID = Distancia a alta intensidad; SPD = Distancia a sprint; MSS = Velocidad Máxima; ACC = Aceleraciones; DECC = Deceleraciones; PL = *Player Load*; * = diferencias significativas con M4; † = diferencias significativas con M2.

El análisis de la carga externa de los microciclos en función de la demarcación específica mostró que las FW recorren significativamente ($p < 0.05$) más SPD y realizan mayor número de sprints que CB en M4 (Tabla 18).

La Tabla 19 presenta la carga externa de entrenamiento y competición en función de la demarcación. FWs realizaron significativamente menos sprints (número y metros; $p < 0.05$) que CMs y CBs en MD-2 y MD. Comparando la carga de entrenamiento y competición FBs, CMs y FWs en la sesión MD-3 excedieron un 50% la carga de partido en distancia a sprint (Figura 6). Además, FWs y FBs el MD-3 alcanzaron la MSS de partido. FBs, CMs y FWs obtuvieron una mayor MSS el MD-3 comparado con el MD-1 ($p < 0.05$).

Tabla 17: Carga externa media de las sesiones de entrenamiento y partido durante cuatro microciclos consecutivos.

	TD (m)	RD (m/min)	HID (m)	HID (m/min)	SPD (m)	SPD (m/min)	SPD (n°)	MSS (km/h)	ACC (m/min)	DECC (m/min)	PL (AU/min)
MD-4	4817± 407*†^	57.3± 4.7*†	288.1± 139.9	3.3 ± 1.6 *†	52.3± 6.2*†^	2.5 ± 7.9*†^	2.6 ± 1.2*†	23.4± 0.3*†^	38.1± 1.5*†‡^	38.1± 0.4*†^	0.8 ± 0.1*†^
CV (%)	5.8	7.1	47.6	48.0	107.2	83.7	39.9	12.3	7.1	7.1	6.5
MD-3	5952 ± 727†	75.4± 8.5†	699.4± 290.1	8.7 ± 3.35 †	151.7± 20.3†	14.6 ± 9.6	7.3 ± 3.7†	25.0 ± 0.3†	35.7 ± 2.2†	35.2 ± 0.5†	0.9 ± 0.2†
CV (%)	24.1	10.9	41.5	38.8	31.5	59.9	14.9	3.6	8.3	8.6	15.2
MD-2	4682 ± 221*†	54.3± 3.4*†	420.6± 199.3	4.7 ± 2.2*†	57.0 ± 9.5*†	11.2 ± 6.8	3.4 ± 1.9*†	23.9 ± 0.5*†	39.2 ± 1.3*†	39.2 ± 0.4*†	0.7 ± 0.1*†
CV (%)	15.3	8.1	47.4	47.0	28.8	17.8	23.2	2.6	8.1	8.1	10.2
MD-1	4083± 414*†‡	55.3± 4.7*†	215.6± 194.9	2.9 ± 2.9 *†	24.8± 4.2*†‡	7.1 ± 2.8*†	1.9 ± 1.2*†	21.9± 0.3*†‡	37.0 ± 1.5†‡	37.0± 0.4*†‡	0.8 ± 0.1*†‡
CV (%)	31.9	15.5	90.4	99.8	89.8	59.1	88.2	7.3	24.7	24.7	27.1
MD	9347 ± 1013*	96.3 ± 8.8*	11101±331	11.9 ± 3.6 *	235± 20.6*	13.1 ± 11.9	13.4 ± 4*	25.3 ± 0.3*	31.7 ± 1.6*	31.7 ± 0.4*	1.3 ± 0.2*
CV (%)	3.7	5.5	30.8	9.9	6.5	41.9	9.1	2.5	4.0	4.1	3.2

Los datos se presentan en función de los días que faltan para el partido. TD = Distancia total; RD = Distancia relativa; HID = Distancia a alta intensidad; SPD = Distancia a sprint; MSS = Velocidad Máxima; ACC = Aceleraciones; DECC = Deceleraciones; PL = *Player Load*; * = diferencias significativas con MD-3; † = diferencias significativas con MD; ‡ = diferencias significativas con MD-2; ^ = diferencias significativas con MD-1.

Tabla 18: Carga externa del microciclo en función de la demarcación ocupada en el terreno de juego.

		TD (m)	RD (m/min)	HID (m/min)	SPD (m)	SPD (m/min)	SPD (n°)	MSS (km/h)	ACC (m/min)	DECC (m/min)	PL (AU/min)
M1	CD	22524 ± 4696	62.9 ± 8.4	0.8 ± 0.1	254.0 ± 221.0	7.1 ± 4.4	16.0 ± 14.5	22.7 ± 1.4	38.6 ± 1.5	38.6 ± 1.1	0.7 ± 0.1
	FB	22496 ± 8047	65.7 ± 4.1	1.1 ± 0.1	465.8 ± 67.0	7.4 ± 0.3	21.0 ± 18.4	24.2 ± 0.7	37.0 ± 0.2	37.8 ± 0.8	0.8 ± 0.1
	CM	23555 ± 4695	68.0 ± 6.0	1.0 ± 0.3	198.5 ± 117.1	11.0 ± 7.3	11.7 ± 6.1	22.4 ± 1.0	36.2 ± 2.0	36.3 ± 1.3	0.9 ± 0.2
	FW	19112 ± 2306	70.2 ± 9.7	1.0 ± 0.1	420.9 ± 183.1	6.6 ± 3.2	26.0 ± 9.7	24.1 ± 1.6	36.2 ± 2.0	36.1 ± 1.2	0.9 ± 0.1
M2	CD	24108 ± 5980	64.0 ± 12.1	0.7 ± 0.1	379.8 ± 87.8	11.6 ± 9.5	22.0 ± 8.0	24.4 ± 1.5	36.5 ± 3.7	35.0 ± 2.9	0.7 ± 0.1
	FB	23725 ± 8414	65.4 ± 2.0	0.7 ± 0.1	504.0 ± 351.9	13.0 ± 7.7	24.5 ± 20.5	25.8 ± 0.2	35.9 ± 1.2	35.4 ± 0.8	0.7 ± 0.1
	CM	22510 ± 6778	73.3 ± 7.8	0.9 ± 0.3	336.1 ± 115.4	13.0 ± 7.7	17.6 ± 5.5	24.5 ± 0.8	34.9 ± 2.6	35.5 ± 1.8	0.9 ± 0.2
	FW	28250 ± 3456	77.0 ± 5.8	1.1 ± 0.5	772.0 ± 330.5	10.5 ± 8.5	33.2 ± 26.0	25.2 ± 1.0	35.7 ± 0.9	33.4 ± 3.1	0.9 ± 0.2
M3	CD	21847 ± 5530	66.3 ± 7.9	0.6 ± 0.0	272.6 ± 96.7	6.7 ± 6.7	15.3 ± 4.7	25.5 ± 3.4	36.8 ± 0.6	37.7 ± 1.3	0.7 ± 0.0
	FB	19499 ± 1001	64.4 ± 2.0	0.7 ± 0.0	348.0 ± 33.5	8.3 ± 0.0	18.5 ± 2.1	23.2 ± 0.5	36.5 ± 1.3	36.9 ± 2.1	0.8 ± 0.0
	CM	23137 ± 5252	66.6 ± 3.8	0.7 ± 0.1	281.1 ± 111.5	7.3 ± 6.0	12.3 ± 7.2	22.6 ± 0.6	36.9 ± 1.5	36.7 ± 1.3	0.9 ± 0.1
	FW	22414 ± 4774	69.2 ± 13.9	0.8 ± 0.4	400.5 ± 153.8	11.1 ± 6.8	21.7 ± 3.6	25.0 ± 2.0	35.7 ± 2.4	36.3 ± 1.3	0.9 ± 0.2
M4	CD	22491 ± 7605	60.9 ± 3.8	0.6 ± 0.1	165.7 ± 117.2*	9.0 ± 6.2	8.6 ± 5.5*	23.7 ± 1.3	37.4 ± 1.2	37.2 ± 0.8	0.7 ± 0.1
	FB	23146 ± 4389	60.8 ± 0.1	0.7 ± 0.0	583.2 ± 234.7	17.3 ± 5.4	27.0 ± 11.3	24.7 ± 0.5	36.9 ± 0.95	36.5 ± 0.1	0.8 ± 0.1
	CM	2423 ± 4555	67.0 ± 3.6	0.7 ± 0.2	380.3 ± 155.0	16.4 ± 8.7	17.7 ± 7.0	23.3 ± 0.9	35.3 ± 1.15	35.2 ± 1.3	0.9 ± 0.1
	FW	26143 ± 5027	66.8 ± 6.7	0.7 ± 0.1	624.0 ± 140.5	19.4 ± 8.3	29.25 ± 9.7	24.2 ± 0.7	35.2 ± 1.6	34.7 ± 1.6	0.9 ± 0.1

Los datos se presentan en función del microciclo y la demarcación: M1 = Microciclo 1; M2 = Microciclo 2; M3 = Microciclo 3; M4 = Microciclo 4; CD = Defensa central; FB = Lateral/ carrilera; CM= Mediocentro; FW = delantera; TD = Distancia total; RD = Distancia relativa; HID = Distancia a alta intensidad; SPD = Distancia a sprint; MSS = Velocidad Máxima; ACC = Aceleraciones; DECC = Deceleraciones; PL = *Player Load* *= diferencia significativa con FW.

Tabla 19: Carga externa en función de los días que faltan para el partido y la demarcación de las jugadoras.

	Position	TD (m)	RD (m/min)	HID (m/min)	SPD (m)	SPD (m/min)	SPD (n°)	MMS (km/h)	ACC (m/min)	DECC (m/min)	PL (AU/min)
MD-4	CD	4729 ± 454	55.4 ± 5.3	0.63 ± 0.1	40.2 ± 19.1	1.9 ± 16.1	1.8 ± 0.7	23.2 ± 1.5	39.3 ± 0.1	39.3 ± 0.1	0.68 ± 0.1
	FB	4748 ± 509	54.9 ± 5.8	0.62 ± 0.2	69.2 ± 14.3	12.3 ± 9.4	3.4 ± 0.9	24.3 ± 0.7	38.8 ± 0.1	38.8 ± 0.1	0.71 ± 0.1
	CM	4984 ± 318	58 ± 3.7	0.71 ± 0.2	48.3 ± 16.6	13.3 ± 7.9	2.1 ± 0.7	23.3 ± 0.5	37.2 ± 1.6	37.2 ± 1.6	0.74 ± 0.1
	FW	4768 ± 862	59.7 ± 5.1	0.72 ± 0.1	61.1 ± 33.1	11.6 ± 5	3.3 ± 1.5	23.9 ± 1.7	37.7 ± 1.8	37.7 ± 1.8	0.86 ± 0.1
MD-3	CD	5691 ± 921	68.6 ± 9.5	0.76 ± 0.3	91.4 ± 81.5	9.56 ± 2.1	5.2 ± 5.2	24.1 ± 1.9	37.2 ± 1.5	36.3 ± 2.2	0.72 ± 0.1
	FB	6241 ± 24	75 ± 3.1	0.91 ± 0.2	216.6 ± 74.7	12.8 ± 11.1	8.9 ± 0.8	26.1 ± 1.3	34.3 ± 0.3	34.3 ± 0.4	0.83 ± 0.1
	CM	6492 ± 969	79.8 ± 9.8	0.89 ± 0.3	114.3 ± 54.1	15.0 ± 6.2	5.5 ± 1.8	24.2 ± 1.1	34.8 ± 3.2	34.3 ± 2.8	0.92 ± 0.2
	FW	6172 ± 545	76.4 ± 4.7	0.99 ± 0.3	194.8 ± 66.7	19.0 ± 14.1	9.9 ± 3.4	25.6 ± 1.3	35.4 ± 1.5	34.9 ± 1.7	0.95 ± 0.2
MD-2	CD	4908 ± 653	55.1 ± 7.1	0.50 ± 0.1	40.6 ± 6.4	11.2 ± 3.4	2.1 ± 0.7*	24.5 ± 3.7	39.2 ± 1.9	39.2 ± 1.9	0.54 ± 0.1
	FB	4671 ± 113	51.7 ± 1.2	0.75 ± 0.1	67.2 ± 5.3	8.84 ± 2.7	4.6 ± 0.9	24.3 ± 0.0	39.7 ± 0.5	39.7 ± 0.4	0.65 ± 0.0
	CM	4880 ± 334	55.7 ± 2.1	0.66 ± 0.1	37.9 ± 29.8*	12.2 ± 7.8	2.4 ± 1.4*	23.1 ± 0.9	38.9 ± 1.4	38.9 ± 1.4	0.68 ± 0.1
	FW	4753 ± 312	54 ± 2.3	0.69 ± 0.3	89.7 ± 36.2	14.7 ± 7.9	5.7 ± 2.1	24.5 ± 0.9	38.9 ± 1.6	38.6 ± 1.7	0.73 ± 0.1
MD-1	CD	3933 ± 231	54.4 ± 2.9	0.51 ± 0.1	17.6 ± 7.1	7.8 ± 1.9	1.5 ± 0.7	22.3 ± 0.3	37.9 ± 0.4	37.9 ± 0.4	0.71 ± 0.1
	FB	3978 ± 364	52.8 ± 2.7	0.67 ± 0.0	27.1 ± 15.5	5.2 ± 3.0	1.8 ± 0.8	22.1 ± 0.6	37.7 ± 0.3	37.7 ± 0.3	0.69 ± 0.0
	CM	4181 ± 461	57.8 ± 5.9	0.65 ± 0.1	16.7 ± 12.7	8.03 ± 1.8	1.2 ± 0.9	21.4 ± 0.8	36.4 ± 1.9	36.8 ± 1.9	0.77 ± 0.1
	FW	4113 ± 675	55.2 ± 4.3	0.57 ± 0.1	36.7 ± 25.7	7.6 ± 1.1	2.6 ± 1.8	21.9 ± 1.7	36.1 ± 1.6	36.1 ± 1.6	0.76 ± 0.1
MD	CD	8025 ± 1241	87.7 ± 11	1.09 ± 0.2	168.8 ± 78.4	2.7 ± 3.8	10.3 ± 5.2*	25.8 ± 2.0	33.3 ± 2.2	33.2 ± 2.2	1.06 ± 0.1†
	FB	9198 ± 675	91.2 ± 0.5	1.33 ± 0.1	272.9 ± 34.3	12.9 ± 3.2	15.2 ± 1.2	26.1 ± 1.0	31.7 ± 1.1	31.7 ± 1.2	1.16 ± 0.1
	CM	9895 ± 527	102.5 ± 3.8	1.54 ± 0.3	206.9 ± 28.6	17.5 ± 16.7	10.8 ± 0.9*	24.6 ± 0.9	30.9 ± 1.0	30.9 ± 1.0	1.41 ± 0.2
	FW	9597 ± 1121	97.4 ± 8.9	1.43 ± 0.3	282.4 ± 78.5	11.8 ± 10.3	17.5 ± 1.6	25.7 ± 1.1	31.6 ± 1.4	31.6 ± 1.4	1.27 ± 0.1

Los datos se presentan en función de los días que faltan para el partido y la demarcación: CD = Defensa central; FB = Lateral/ carrilera; CM= Mediocentro; FW = delantera; TD = Distancia total; RD = Distancia relativa; HID = Distancia a alta intensidad; SPD = Distancia a sprint; MSS = Velocidad Máxima; ACC = Aceleraciones; DECC = Deceleraciones; PL = *Player Load* *= diferencia significativa con FW y † diferencia significativa con CM.

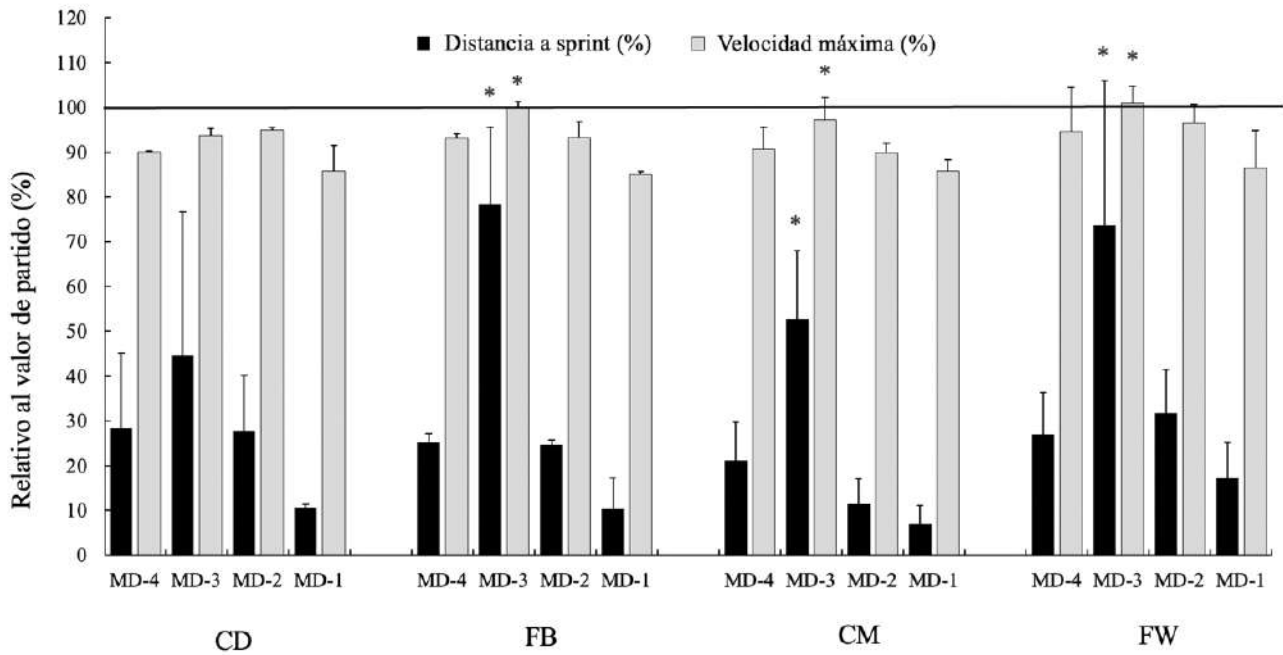


Figura 6: Distancia a sprint y velocidad máxima de jugadoras profesionales de fútbol relativa al partido de las sesiones de entrenamiento. CD = Defensa central; FB = Lateral/ carrilera; CM= Mediocentro; FW = Delantera * = diferencias significativas con MD-1.

Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar las diferencias en la carga externa inter e intra microciclo y comparar la carga externa entre las demarcaciones en función del microciclo, de la sesión de entrenamiento y partido en jugadoras de élite. Se obtuvo una similar carga externa en los diferentes microciclos de entrenamiento. Además, según la demarcación en el campo FWs recorrieron significativamente más SPD ($p < 0.05$) y realizaron un mayor número de sprints ($p < 0.05$) que CBs en el M4. El análisis intra microciclo mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las sesiones de entrenamiento, con las sesiones de entrenamiento centrales del microciclo mostrando las mayores cargas externas confirmando así nuestra hipótesis. Además, durante las sesiones de entrenamiento en MD-3, solo FWs y FBs alcanzaron la MSS de competición. Nuestros resultados pueden ayudar a los investigadores a entender los modelos de periodización y estrategias de tapering, mediante la demostración que se llevan a cabo limitadas variaciones en la carga durante el microciclo y que las diferencias entre demarcaciones solo existen en la SPD y número de sprints.

Cuantificar la carga de entrenamiento y competición puede ayudar a establecer perfiles de demandas específicos en fútbol femenino para así poder planificar las sesiones de

entrenamiento, así como las estrategias de recuperación específicas para esta población. Así mismo, el presente estudio no encontró diferencias relevantes en la carga externa entre microciclos en el mesociclo de entrenamiento analizado, ya que únicamente M3 y M2 mostraron una menor ($p < 0.05$) SPD en comparación con M1 y M4 (~3.5 m/min vs ~5 m/min). De forma similar, en el estudio realizado por Owen et al. (2017) no encontraron diferencias significativas en la carga externa entre microciclos en futbolistas profesionales varones. Estos resultados sugieren que la carga externa permanece constante para mantener las capacidades físicas con el objetivo de poder afrontar las demandas del partido durante la temporada competitiva y reducir el riesgo de lesión (Gabbett, 2016). Para la prevención de lesiones los preparadores físicos pueden manipular diferentes variables de carga externa para determinar la carga óptima de futuras sesiones de entrenamiento mientras ayudan a mitigar el riesgo de lesiones por sobreuso durante la temporada (Gabbett, 2016; Malone et al., 2017)

Otro de los principales descubrimientos de este estudio fue que la carga de entrenamiento fue significativamente superior en la sesión MD-3 respecto al resto de sesiones de entrenamiento, mientras que todas las sesiones de entrenamiento mostraron significativamente menor carga que la competición, en concordancia con estudios previos (Oliveira et al., 2019). Las sesiones centrales del microciclo (i.e. MD-3) produjeron las mayores cargas en términos de RD, ACC, HID y SPD, lo cual concuerda con los tipos de tareas de entrenamiento incluidas en estas sesiones, en las cuales el principal objetivo, desde una perspectiva condicional, era la sobrecarga de las capacidades de fuerza y resistencia específicas (Castillo et al., 2021). Las variables TD y HID fueron también diferentes en las sesiones de entrenamiento respecto a las reportadas previamente para jugadoras de élite (4883 vs. 5437 m y 350 vs. 1027 m, respectivamente) (Mara et al., 2015) y jugadoras sub-élite (TD = 2950 m) (Gentles et al., 2018). Estas diferencias pueden ser debidas a los diferentes niveles competitivos de las jugadoras (Bradley et al., 2010), las metodologías de entrenamiento utilizadas (Martín-García et al., 2018) y las variaciones en los umbrales para determinar la HID (16.0 vs 12.1 km/h), que pueden haber sobreestimado la carga de entrenamiento debido a que jugadoras profesionales de fútbol alcanzan velocidades superiores a 24 km/h (Bradley & Vescovi, 2015). Además, se obtuvieron diferencias significativas en la TD, SPD, ACC, DECC y PL entre el MD-1 y el resto de sesiones de entrenamiento, confirmando nuestra hipótesis al respecto del uso

de una estrategia de tapering dentro del microciclo y la existencia de diferencias en la carga intra-microciclo.

El manejo de las cargas de entrenamiento si se expresan como porcentaje respecto a la carga de competición puede originar que la interpretación, comunicación y prescripción de la carga de entrenamientos se realice de forma más sencilla (Stevens et al., 2017). De acuerdo a estudios previos (Martín-García et al., 2018; Oliveira et al., 2019), nuestro estudio muestra que la distancia media a sprint en las sesiones de entrenamiento son inferiores comparadas con el partido (23.5%, 64.4%, 24.7%, y 10.4% en MD-4, MD-3, MD-2, y MD-1, respectivamente). Por lo tanto, el partido constituye la principal carga del microciclo de entrenamiento en jugadoras de fútbol profesional. En contraste con previos estudios, Martín-García et al. (2018) que observaron que en la sesión MD-4 se alcanzan las mayores SPD y MSS. Estas diferencias pueden ser debidas al número de sesiones de entrenamiento que componen el microciclo competitivo (cuatro vs cinco). En todas las sesiones de entrenamiento excepto en MD-1 las jugadoras alcanzaron velocidades similares a la MSS alcanzada en competición, pero únicamente FWs y FBs alcanzaron la MSS de competición el MD-3. La exposición a HID en los entrenamientos se ha propuesto como una estrategia en la prevención de lesiones en fútbol (Buchheit, 2019; Malone et al., 2017), así que es importante que los miembros del cuerpo técnico se aseguren de que se diseñen las tareas de forma que se alcancen estas intensidades. En MD y MD-2 FWs mostraron mayor número y distancia a sprint que CMs y CDs, probablemente debido a que los jugadores en esta demarcación realizan rupturas y desmarques para generar ocasiones de gol para los que es necesario realizar esfuerzos de máxima intensidad (Bradley & Ade, 2018).

En línea con investigaciones previas (Carling et al., 2012; Martín-García et al., 2018), la SPD es la variable con un mayor CV en las sesiones de entrenamiento (107.1%, 31.5%, 28.8% y 89.8% en MD-4, MD-3, MD-2, y MD-1, respectivamente) y en el MD todas las variables mostraron menor variabilidad (5.5%, 30.8% y 6.5% para RD, HID y SPD, respectivamente) que en las sesiones de entrenamiento. Estos resultados pueden ser explicados por la inherente naturaleza impredecible del juego y a las estrategias que utilizan los entrenadores para variar el estímulo de entrenamiento y así desarrollar adaptaciones (Martín-García et al., 2018). Pese a que el análisis de variabilidad mostró resultados interesantes, estos deben ser interpretados con cautela. En nuestro estudio las sesiones MD-4 y MD-1 presentaron los mayores CVs (47.6% y 90.4% para HID y

107.1% y 89.8% para SPD), y el MD la menor variabilidad (30.8% y 6.5% para HID y SPD, respectivamente). Estudios previos han mostrado una mayor variabilidad (>80%) en los valores de HID y SPD en el microciclo de entrenamiento (Martín-García et al., 2018) o en tareas de entrenamiento (60-140%) (Ade et al., 2014) cuando se compararan con partidos oficiales (20-30%) (Carling et al., 2016). Castillo et al. (2021) obtuvo mayores CVs entre sesiones (rango 10-100%) para las distancias recorridas a diferentes intensidades y las acciones cortas a alta intensidad en las sesiones de adquisición en un equipo profesional español. En la English Premier League se han obtenido similares CVs (115%) para la HID durante la temporada competitiva (Thorpe et al., 2017). Así mismo, nuestros resultados muestran mayores valores de CV para RD (7.1%), HID (38.2%) y SPD (107.1%), en concordancia con previos estudios en la literatura (Buchheit et al., 2018; Meylan et al., 2017). Esto puede ser explicado por factores contextuales como las características de las tareas de entrenamiento, el nivel de condición física, el resultado, el nivel del equipo rival, los condicionantes tácticos o el nivel competitivo (Buchheit et al., 2018; Castillo et al., 2021), que pueden afectar a la carga externa que experimentan los jugadores.

A pesar de que solo se obtienen diferencias significativas entre microciclos en la SPD (m/min) (M1 y M2 menor que M4) y HID (M3 menor que M2), M2 muestra un ~30% más que M3 y M4 y un ~28% y ~30% más que M3 y M1 en HID y SPD respectivamente. Estudios previos han mostrado diferencias en la carga entre microciclos en función del momento de la temporada (Clemente et al., 2019) o el objetivo de entrenamiento (Owen et al., 2017). Un análisis exhaustivo centrado en las demarcaciones específicas puede aportar información útil a los entrenadores para individualizar la distribución de las cargas de entrenamiento. Durante M4 los FWs realizaron significativamente mayor número de sprints (29.25 ± 9.7 n° vs. 8.6 ± 5.5 n°, ~ 67%) y recorrieron mayores distancias a sprint (624.0 ± 140.5 m vs. 165.7 ± 117.2 m, ~75%) que los CBs. Esto puede ser debido a que el tipo de tareas de entrenamiento utilizadas esa semana causan una mayor demanda a los delanteros. En este sentido nuestros resultados muestran que los FWs y FBs realizan significativamente más sprints que CDs y CMs el MD y el MD-2 y que FWs sprintan distancias mayores que CMs el MD-2 sin diferencias significativas en el resto de variables de carga externa. Estos resultados están en consonancia con los reportados por Mohr et al. (2008), que mostraron que durante el MD los delanteros recorren una mayor distancia a sprint (0.52 ± 0.03 km vs. 0.33 ± 0.05 km) pero recorren una similar TD (~10.2 km)

que los defensas. Estos resultados concuerdan también con estudios previos donde se muestra que los FWs recorren las mayores distancias a altas intensidades (consistiendo en HID y SPD) (Vescovi & Favero, 2014). Aunque otros estudios no muestran diferencias entre demarcaciones en TD y SPD (Datson et al., 2017). Estas diferencias pueden ser debidas a la falta de consenso en la determinación de los umbrales, ya que Vescovi y Favero (2014) consideran distancia a sprint a >20.0 km/h y Datson et al. (2017) la consideran a >25 km/h. Por lo tanto, para poder proporcionar referencias para hacer comparaciones entre estudios es necesario una estandarización metodológica de los umbrales de intensidad para cuantificar la carga externa en fútbol femenino.

Este estudio no está exento de limitaciones, la principal limitación fue que todas las jugadoras pertenecen a un mismo club deportivo, por lo que los valores de carga externa obtenidos no pueden ser generalizados a otros equipos o clubs. Además, la generalización de los resultados para otros equipos femeninos no presenta limitaciones, debido a que la muestra es pequeña para cada demarcación, el sistema de juego utilizado es específico y se trata de jugadoras de futbol profesionales. Una tarea de fuerza/velocidad puede causar incrementos en las ACC, pero también en las DECC y alterar la carga de la sesión. Por lo tanto, es necesario cuantificar estos cambios para hacerlos uniformes entre jugadores, ya que la misma carga externa puede originar diferente respuesta (carga interna) en los jugadores. Futuros estudios que analicen ambos aspectos en conjunto (carga externa e interna) pueden ser de interés para entender la relación dosis-respuesta durante el proceso de entrenamiento. Aunque, la principal fortaleza de este estudio es el análisis de las diferencias inter e intra microciclo en la carga externa durante cuatro semanas consecutivas, aportando datos relevantes para los entrenadores.

Cuantificar la carga externa durante los entrenamientos y competición puede ayudar a los entrenadores a entender la relación dosis-respuesta durante los microciclos y, consecuentemente, mejorar la periodización del entrenamiento en fútbol femenino. Debido a que el MD es la sesión de mayor demanda del microciclo de entrenamiento, se deben de realizar estrategias de recuperación en las subsecuentes sesiones para afrontar el siguiente partido en un estado óptimo de rendimiento. Así mismo, considerando las diferencias encontradas entre demarcaciones, es necesario prestar una especial atención a mejorar la periodización del entrenamiento para preparar a las jugadoras a las demandas de competición específicas de su demarcación y así reducir el riesgo de lesiones. En este

sentido, es necesario implementar tareas específicas de fútbol para cada demarcación para incrementar la carga externa de entrenamiento y prevenir lesiones.

Conclusiones

Este estudio demostró que la carga externa es similar en las futbolistas de élite entre diferentes microciclos de entrenamiento, aunque intra-microciclo la sesión MD-3 mostró mayores valores de carga externa que el resto de sesiones de entrenamiento. Así mismo, MD fue la sesión de mayor carga externa del microciclo de entrenamiento. Además, considerando las demarcaciones específicas las FWs recorrieron mayores distancias a sprint y realizaron un mayor número de sprints que CBs en el M4. Finalmente, se encontraron diferencias en la velocidad máxima alcanzada por FWs y FBs en comparación con CBs y CMs en el MD-2 y MD y entre FWs y CMs en la distancia a sprint en el MD-2.

Referencias

- Ade, J. D., Harley, J. A., & Bradley, P. S. (2014). Physiological Response, Time–Motion Characteristics, and Reproducibility of Various Speed-Endurance Drills in Elite Youth Soccer Players: Small-Sided Games Versus Generic Running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 471-479. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0390>
- Andersson, H., Randers, M. B., Heiner-Møller, A., Krstrup, P., & Mohr, M. (2010). Elite Female Soccer Players Perform More High-Intensity Running When Playing in International Games Compared With Domestic League Games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 912-919. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09f21>
- 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*, 13(5), 656-664. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0433>
- Bradley, P. S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J., & Wilkie, A. (2014). Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human Movement Science*, 33, 159-171. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.024>

- Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). High-Intensity Activity Profiles of Elite Soccer Players at Different Performance Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2343-2351. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181aeb1b3>
- Bradley, P. S., & Vescovi, J. D. (2015). Velocity Thresholds for Women's Soccer Matches: Sex Specificity Dictates High-Speed-Running and Sprinting Thresholds—Female Athletes in Motion (FAiM). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 112-116. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0212>
- Buchheit, M. (2019). Programming high-speed running and mechanical work in relation to technical contents and match schedule in professional soccer. *Sport Performance & Science Reports*, 3.
- Buchheit, M., Lacombe, M., Cholley, Y., & Simpson, B. M. (2018). Neuromuscular Responses to Conditioned Soccer Sessions Assessed via GPS-Embedded Accelerometers: Insights Into Tactical Periodization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 577-583. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0045>
- Carling, C., Bradley, P., McCall, A., & Dupont, G. (2016). Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2215-2223. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1176228>
- Carling, C., Le Gall, F., & Dupont, G. (2012). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(4), 325-336. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.652655>
- Castillo, D., Raya-González, J., Weston, M., & Yanci, J. (2021). Distribution of External Load During Acquisition Training Sessions and Match Play of a Professional Soccer Team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3453-3458. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003363>
- Clemente, F. M., Rabbani, A., Conte, D., Castillo, D., Afonso, J., Truman Clark, C. C., 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), 3057. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173057>

- Clemente, F. M., Silva, R., Arslan, E., Aquino, R., Castillo, D., & Mendes, B. (2020). The effects of congested fixture periods on distance-based workload indices: A full-season study in professional soccer players. *Biology of Sport*, 38(1), 37-44. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.97068>
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players During International Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2379-2387. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001575>
- Drew, M. K., & Finch, C. F. (2016). The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: A Systematic and Literature Review. *Sports Medicine*, 46(6), 861-883. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0459-8>
- Fessi, M. S., Zarrouk, N., Di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A. R., & Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2189-2194. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1171891>
- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gentles, J., Coniglio, C., Besemer, M., Morgan, J., & Mahnken, M. (2018). The Demands of a Women's College Soccer Season. *Sports*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.3390/sports6010016>
- Gómez-Carmona, C. D., Gamonales, J. M., Pino-Ortega, J., & Ibáñez, S. J. (2018). Comparative Analysis of Load Profile between Small-Sided Games and Official Matches in Youth Soccer Players. *Sports*, 6(4), 173.
- Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., & Sampson, J. A. (2016). The acute:chronic workload ratio predicts injury: High chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 50(4), 231-236. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094817>
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: Importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(7), 1242-1248. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000170062.73981.94>

- Malone, S., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(4), 489-497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>
- Malone, S., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(s2), S2-18-S2-26. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236>
- Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *20*(3), 250-254. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.005>
- Mara, J. K., Thompson, K. G., Pumpa, K. L., & Ball, N. B. (2015). Periodization and Physical Performance in Elite Female Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(5), 664-669. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0345>
- Martín-García, A., Gómez Díaz, 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>
- McFadden, B. A., Walker, A. J., Bozzini, B. N., Sanders, D. J., & Arent, S. M. (2020). Comparison of Internal and External Training Loads in Male and Female Collegiate Soccer Players During Practices vs. Games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *34*(4), 969-974. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003485>
- Meylan, C., Trewin, J., & McKean, K. (2017). Quantifying Explosive Actions in International Women's Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(3), 310-315. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0520>
- Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. (2008). Match Activities of Elite Women Soccer Players at Different Performance Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(2), 341-349. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318165fef6>

- Mujika, I., Halson, S., Burke, L. M., Balagué, G., & Farrow, D. (2018). An Integrated, Multifactorial Approach to Periodization for Optimal Performance in Individual and Team Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(5), 538-561. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0093>
- Muñoz-Lopez, A., Granero-Gil, P., Pino-Ortega, J., & De, M. (2017). The validity and reliability of a 5-hz GPS device for quantifying athletes' sprints and movement demands specific to team sports. *Journal of Human Sport and Exercise*, *12*(1), 156-166. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.121.13>
- Oliveira, R., Brito, J. P., Martins, A., Mendes, B., Marinho, D. A., Ferraz, R., & Marques, M. C. (2019). In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. *PLOS ONE*, *14*(4), e0209393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209393>
- Owen, A. L., Lago-Peñas, C., Gómez, M.-Á., Mendes, B., & Dellal, A. (2017). Analysis of a training mesocycle and positional quantification in elite European soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *12*(5), 665-676. <https://doi.org/10.1177/1747954117727851>
- Pedersen, A. V., Aksdal, I. M., & Stalsberg, R. (2019). Scaling Demands of Soccer According to Anthropometric and Physiological Sex Differences: A Fairer Comparison of Men's and Women's Soccer. *Frontiers in Psychology*, *10*, 762. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00762>
- Stevens, T. G. A., de Ruiter, C. J., 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. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1282163>
- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. *Journal of Sports Science and Medicine*, *18*, 73-81.
- Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). Monitoring Fatigue Status in Elite Team Sport Athletes: Implications for Practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(2), Article 2. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0434>

Vescovi, J. D., & Falenchuk, O. (2019). Contextual factors on physical demands in professional women's soccer: Female Athletes in Motion study. *European Journal of Sport Science*, 19(2), 141-146. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1491628>

Vescovi, J. D., & Favero, T. G. (2014). Motion Characteristics of Women's College Soccer Matches: Female Athletes in Motion (FAiM) Study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 405-414. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0526>

Walker, G. J., & Hawkins, R. (2018). Structuring a Program in Elite Professional Soccer. *Strength and Conditioning Journal*, 40(3), 72-82. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000345>

4.2 ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS DE MÁXIMA EXIGENCIA EN JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONALES: UN ENFOQUE BASADO EN LA DEMARCACIÓN Y EL DÍA DEL MICROCICLO

Resumen

El objetivo de este estudio fue describir los escenarios de máxima exigencia durante la competición, investigar si durante el entrenamiento se reproducen esos escenarios y analizar la dinámica de los mismos durante el microciclo competitivo, en mujeres futbolistas profesionales en función de la demarcación. La distancia total recorrida (TD), distancia recorrida a alta intensidad (HID), distancia a sprint (SPD), distancia acelerando (ACC) y desacelerando (DECC), y la distancia de alta carga metabólica (HMLD) fueron registradas en escenarios de máxima exigencia (1, 3, 5, 10 minutos) en las sesiones de entrenamiento (MD-4, MD-3, MD-2 y MD-1) y competición de un mesociclo competitivo. Las defensas centrales recorren significativamente una menor HMLD que las defensas laterales y las delanteras independientemente de la ventana temporal, y que las centrocampistas en las ventanas de 3, 5 y 10 minutos. Solo en MD-3 las jugadoras recorren una HMLD similar que MD independientemente de la venta temporal analizada. Las futbolistas recorren significativamente una menor HID y SPD en MD-2 y MD-1 que en MD-3 y una menor HID en MD-4 que en MD-3. Además, la HID y SPD es significativamente mayor en MD-4 que en MD-1. No se han obtenido diferencias significativas en HID o SPD relativa al WCS de competición entre demarcaciones en una misma sesión de entrenamiento. En conclusión, no en todas las sesiones de entrenamiento se expone a las jugadoras a los escenarios de máxima exigencia existiendo una tendencia a realizar unas demandas similares a la competición en las sesiones centrales (MD-3) del microciclo.

Palabras clave: Deporte de equipo, demandas pico de competición, worse case scenario, entrenamiento.

Introducción

Desde el momento en el que el fútbol femenino se convirtió en deporte olímpico (Atlanta 1996), ha experimentado un crecimiento exponencial en todo el mundo. Concretamente, la FIFA estima que 13.4 millones de mujeres practican este deporte, de las cuales un 76 % lo hacen de forma federada (FIFA, 2019). El desarrollo del fútbol femenino ha conllevado un aumento en el número de publicaciones científicas que analizan los efectos de diferentes tipos de entrenamiento como el pliométrico (Ramirez-Campillo et al., 2020), los juegos reducidos (Nevado-Garroza et al., 2021) o de sprint repetidos (Shalfawi et al., 2013), los efectos del ciclo menstrual (Sánchez García et al., 2022) la incidencia lesional (Larruskain et al., 2018) o las demandas de competición (Datson et al., 2017; Mara et al., 2017). Durante la competición, las futbolistas recorren una distancia entre 9 y 10.5 km (Bradley & Scott, 2020; Diaz-Seradilla et al., 2022) en un rango de 95-115 m/min (Romero-Moraleda et al., 2021; Trewin, Meylan, Varley, Cronin, et al., 2018), de los cuales ~1000 m son recorridos a alta intensidad (Romero-Moraleda et al., 2021) realizando 250-420 aceleraciones (Mara et al., 2017; Romero-Moraleda et al., 2021). Sin embargo, estos valores pueden subestimar las demandas que la competición origina para las futbolistas ya que se trata de valores medios (Cunningham et al., 2018). Por ello, nuevos métodos como el análisis de las demandas en los escenarios de máxima exigencia, también conocidos como *Worst Case Scenarios* (WCS), han sido propuestos (Oliva-Lozano et al., 2020).

Los escenarios de máxima exigencia se definen como los periodos más intensos de una competición o entrenamiento para una determinada variable física en una ventana temporal determinada (i.e. 1, 3, 5 o 10 minutos) (Martín-García et al., 2020; Oliva-Lozano, Fortes, et al., 2021). Diferentes métodos han sido empleados en la determinación de estos escenarios en fútbol, como periodos de esfuerzos repetidos de alta intensidad (Buchheit et al., 2013), periodos fijos de corta duración (Mohr et al., 2008; Oliva-Lozano, Martín-Fuentes, et al., 2021) o la utilización de los “*Rolling average*” (Novak et al., 2021) considerado el más preciso, ya que los otros métodos pueden subestimar las demandas de los escenarios de máxima exigencia (Oliva-Lozano et al., 2021).

González-García et al., (2022) mostraron que los escenarios de 1 minuto presentan las mayores exigencias para mujeres futbolistas de élite, recorriendo 167.0 ± 16.0 m y 47.1 ± 14.3 m y 19.1 ± 11.9 m de distancia total, a alta intensidad y sprint respectivamente, siendo además la ventana de 1 minuto la más precisa y con menos variabilidad. Además,

se ha mostrado que la primera parte origina unas mayores demandas en estos escenarios de máxima exigencia tanto en hombres (Casamichana et al., 2019) como en mujeres (González-García et al., 2022) futbolistas. Sin embargo, existe una diferencia en función del sexo en cuanto a la localización, ya que los partidos como local originan unas mayores demandas para los hombres (Oliva-Lozano et al., 2020) mientras que no hay diferencias en las mujeres (González-García et al., 2022). Así mismo, a medida que la ventana temporal es mayor (i.e. 1 vs 10 min), los valores medios (i.e. distancia recorrida por minuto o las acciones de alta intensidad por minuto) se ven disminuidos en hombres (Casamichana et al., 2019; Oliva-Lozano et al., 2020) y mujeres (González-García et al., 2022) profesionales de fútbol. En este sentido, estudios previos sugieren utilizar los valores reportados en los escenarios de máxima exigencia como referencia en el diseño de tareas que repliquen esas demandas (González-García et al., 2022; Oliva-Lozano et al., 2021), siendo la aplicación más empleada en el fútbol profesional (McCall et al., 2020). Por ejemplo, Martín-García et al., (2020) mostraron que los juegos de posesión (i.e. 4 vs 4+3 y 8 vs. 8+3) reproducen las demandas de los escenarios de máxima exigencia en ventanas temporales de 3 y 5 minutos en distancia total, pero no en la distancia a alta intensidad (menor al 12 % de las demandadas durante competición) ni en la distancia a sprint (sin prácticamente requerimientos en los juegos analizados comparado con las demandas de competición). Por ello, analizar si durante el entrenamiento se reproducen las situaciones más demandantes de la competición es importante para entrenadores y preparadores físicos (Oliva-Lozano et al., 2021).

Oliva-Lozano et al., (2021) mostraron que en las sesiones centrales del microciclo (i.e. MD-4 y MD-3) futbolistas masculinos profesionales recorren una mayor distancia a alta intensidad y sprint durante los WCS que en sesiones más cercanas a competición (i.e. MD-2 y MD-1). Sin embargo, hasta la fecha, no hay estudios acerca de si el entrenamiento reproduce los escenarios de máxima exigencia en mujeres futbolistas ni de cómo se distribuyen tales escenarios durante el microciclo competitivo. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron: a) describir los escenarios de máxima exigencia durante la competición; b) analizar si durante el entrenamiento se reproducen esos escenarios; c) estudiar la dinámica de la realización de los escenarios más demandantes durante el microciclo competitivo, en jugadoras de fútbol profesionales en función de la demarcación ocupada. Nuestra hipótesis fue que los escenarios de máxima exigencia de competición no se reproducirán en todos los entrenamientos (Martín-García et al., 2020)

y que, durante el microciclo, las sesiones centrales (i.e. sesiones de adquisición MD-4 y MD-3) reproducirán las situaciones más demandantes, mientras que cuando se acerca la competición (MD-2 y MD-1) se producirá un efecto *tapering* (Buchheit et al., 2018; Martín-García et al., 2018; Oliva-Lozano et al., 2021).

Método

Diseño experimental

Se realizó un estudio observacional y descriptivo en el cual se registraron los escenarios de máxima exigencia mediante sistemas de posicionamiento global (GPS) durante el entrenamiento y la competición de jugadoras profesionales de fútbol (n=15). Concretamente, se analizaron cuatro microciclos consecutivos (16 sesiones de entrenamiento y 4 partidos oficiales). Solo los datos de aquellas futbolistas que disputaron al menos 60 minutos de competición y que completaron al menos el 85 % de las sesiones de entrenamientos fueron utilizados en el análisis. Durante los cuatro partidos analizados se utilizó el mismo sistema de juego 1-5-3-2 compuesto por tres defensas centrales (CD), dos defensas laterales carrileros (FB), tres centrocampistas centro (CM) y dos delanteras (FW). Las porteras fueron excluidas del análisis. Un total de 300 observaciones individuales fueron obtenidas.

Participantes

Quince futbolistas profesionales (edad: 26.8 ± 4.1 años; talla: 165.9 ± 6.2 cm; peso: 60.5 ± 7.0 kg e índice de masa corporal: 21.9 ± 1.6 kg/m²) de un club de la Liga Iberdrola (1^a División española) participaron en el estudio. Las futbolistas realizaban 4 entrenamientos semanales, con una duración de 80-100 minutos junto con un partido oficial cada fin de semana. Las futbolistas realizaban 4 sesiones de entrenamiento y un partido oficial cada semana. Las sesiones de entrenamiento se clasificaron en función de la distancia en días a la siguiente competición como MD-4, MD-3, MD-2 y MD-2, siendo la competición definida como MD. Las jugadoras que sufrieron alguna lesión en los 2 meses previos a la investigación fueron excluidas del análisis. Antes del inicio de la investigación, las futbolistas fueron informadas de los objetivos del estudio, así como de los riesgos y beneficios del mismo y todas firmaron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de León código: 004–2021.

Procedimiento

Los escenarios de máxima exigencia se registraron durante 4 microciclos consecutivos en todas las sesiones de entrenamiento (MD-4, MD-3, MD-2, MD-1) y durante la propia competición (MD) mediante un dispositivo GPS con una frecuencia de muestreo de 10 Hz (WIMU PRO, RealTrack Systems, Almería, España). Este dispositivo ha mostrado ser válido en la determinación de la distancia recorrida (ICC = 0.979) y en la velocidad media registrada (ICC = 0.951) (Bastida Castillo et al., 2018). Para evitar el error inter-unidad, los participantes portaron el mismo dispositivo durante todas las observaciones realizadas. Una vez finalizado el entrenamiento o la competición, los datos se exportaban y los escenarios de máxima exigencia fueron analizados en SPro (RealTrack Systems, Almería, España). Se utilizaron cuatro ventanas temporales (1, 3, 5 y 10 minutos) utilizando la técnica “*rolling average*” (Oliva-Lozano et al., 2020). Las variables analizadas en cada una de las ventanas temporales fueron la distancia recorrida (TD), la distancia recorrida a alta velocidad (*high-speed running*, HID >19 km/h), la distancia recorrida a sprint (SPD > 23 km/h), distancia recorrida acelerando y desacelerando (ACC > 3 m/s² y DEC > -3 m/s², respectivamente) y la distancia de alta carga metabólica (HMLD > 25.5 w/kg) (Bradley & Scott, 2020). El número medio de satélites durante el registro de los datos fue de 9.1 ± 1.0 y la dilución horizontal de precisión de 0.96.

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar. Tras confirmar la distribución normal de los datos, se realizó un análisis paramétrico. Un análisis de la varianza de medidas repetidas (ANOVA) fue utilizado para analizar las diferencias en función de la demarcación y del día del microciclo. Cuando se obtuvieron diferencias significativas, se realizó el test post hoc de Bonferroni. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el software SPSS (IBM. versión 25.0) y el nivel de significación estadística se fijó en $p < 0.05$.

Resultados

Características de los WCS en competición

Los datos de las demandas físicas en función de la demarcación y de las ventanas temporales durante los WCS en competición se muestran en la Tabla 20. Solo se obtuvieron diferencias significativas en función de la demarcación en HMLD la cual es significativamente menor en defensas centrales que en defensas laterales y delanteras

independientemente de la ventana temporal, y que las centrocampistas centro en las ventanas de 3, 5 y 10 minutos.

Entrenamiento vs competición

La comparación entre las demandas físicas durante los WCS en competición y en las sesiones de entrenamiento, muestra que en la única sesión en la que las jugadoras no recorren diferente TD en los WCS que en MD independientemente de la ventana temporal analiza es en MD-3 (Tabla 21). Las jugadoras de fútbol recorren significativamente una menor SPD en los WCS en MD-1 que en MD y una menor HID en MD-2 y MD-1 que en MD independientemente de la ventana temporal analizada. En la sesión MD-4 significativamente recorren una menor HID que en MD en las ventanas temporales de 1 y 3 minutos. Solo en MD-3 las jugadoras recorren una HMLD similar que MD independientemente de la venta temporal analizada, obteniendo el resto de sesiones diferencias significativas con MD.

Dinámica de los WCS durante el microciclo

Independientemente de la ventana temporal analizada, las jugadoras de fútbol recorren significativamente una menor HID y SPD en MD-2 y MD-1 que en MD-3 y una menor HID en MD-4 que en MD-3 (Tabla 21). Además, la HSRD y SPD es significativamente mayor en MD-4 que en MD-1 independientemente de la ventana temporal analizada. En las sesiones de entrenamiento MD-4, MD-2 y MD-1 las jugadoras recorren significativamente una menor HID que en MD-3 independientemente de la ventana temporal analizada. Las jugadoras recorren una significativa mayor HID y HMLD relativa a los valores de competición en los escenarios de máxima exigencia en la sesión MD-3 que en el resto de sesiones del microciclo, independientemente de la ventana temporal analizada (Figura 7).

Tabla 20: Demandas físicas durante los escenarios de máxima exigencia en competición en función de la demarcación en diferentes ventanas temporales en jugadoras de fútbol profesionales.

Variable		1 min	3 min	5 min	10 min
Distancia total (m)	CD	218.8±8.3	445.3±139.3	636.4±130.7	1117.9±132.1
	FW	178.6±15.3	410.0±27.0	621.4±31.0	1138.1±35.0
	CM	188.8±24.7	445.7±40.4	674.7±47.5	1246.7±91.2
	FW	184.2±13.5	422.8±36.6	641.8±56.4	1146.1±149.9
Distancia a alta intensidad (m >19 km/h)	CD	36.1±10.9	46.4±20.0	56.7±23.7	71.4±30.2
	FW	48.1±11.7	58.5±14.2	71.9±20.0	90.9±18.2
	CM	39.9±13.8	51.4±16.1	65.6±23.8	88.9±18.2
	FW	47.7±18.6	64.9±20.7	76.1±24.9	104.3±35.1
Distancia a sprint (m >23 km/h)	CD	15.6±14.9	17.7±18.1	20.2±22.1	20.8±22.7
	FW	23.23±8.7	25.4±9.9	29.3±14.2	35.4±15.2
	CM	18.7±9.8	18.3±9.9	19.3±10.6	22.8±13.9
	FW	23.0±13.4	26.1±12.7	27.7±13.5	33.3±16.2
Aceleraciones (m/min>3 m/s ²)	CD	23.9±7.5	31.2±7.8	40.8±6.7	53.6±6.6
	FW	28.0±2.7	39.3±6.4	48.6±8.3	65.9±11.6
	CM	26.2±6.6	39.4±11.9	50.2±16.5	67.1±25.5
	FW	29.8±7.2	41.9±11.2	51.5±14.9	67.9±23.3
Deceleraciones (m/min>-3 m/s ²)	CD	15.8±4.3	19.9±4.8	24.4±5.7	36.3±6.7
	FW	21.2±6.9	29.2±7.3	36.3±7.7	51.2±12.8
	CM	17.9±4.0	26.4±4.1	30.9±5.7	48.5±11.0
	FW	21.7±18.1	28.8±16.6	34.7±17.1	47.0±18.1
Distancia de alta carga metabólica (m > 25.5 w/kg)	CD	50.6±4.0	82.3±10.3	112.1±22.6	170.4±31.3
	FW	67.7±14.3 *	106.9±18.3 *	143.0±22.9	225.5±43.2 *
	CM	62.1±9.9	108.2±15.4 *	145.3±24.5	240.4±43.2 *
	FW	66.0±12.27 *	107.3±16.4 *	143.9±21.1	227.1±36.2 *

CD = defensa central; FW = defensa lateral carrilero; CM = centrocampista; FW = delantera. * = diferencias significativas con CD.

Tabla 21: Demandas físicas durante los escenarios de máxima exigencia en función de la sesión del microciclo en diferentes ventanas temporales en jugadoras de fútbol profesionales.

Variable		1 min	3 min	5 min	10 min
Distancia total (m)	MD-4	166.1±43.5	392.0±58.9	549.7±88.4 *	951.2±198.8 *
	MD-3	192.4±59.1	430.7±72.4	655.6±91 ‡	1173.2±150.5 ‡
	MD-2	202.3±188.1	421.5±188.3	596.1±191.3	1021.0±199.6 *
	MD-1	171.2±55.3	382.7±72.9	550.5±100.5 *¥	933.4±188.5 *¥
	MD	189.5±39.7	431.1±61.1	647.3±66.9	1173.2±121.0
Distancia a alta intensidad (m>19 km/h)	MD-4	26.5±14.9 *†¥	39.8±29.1 *†¥	50.6±32.3 †¥	69.4±46.9 †¥
	MD-3	46.9±23.2	68.6±41.9	87.1±54.4 *	122.4±82.5 *
	MD-2	28.9±15.4 *†¥	36.3±18.4 *¥	45.0±22.3 *†¥	61.2±33.5 *†¥
	MD-1	17.1±13.2 *¥	23.7±18.8 *¥	26.8±23.5 *¥	34.3±33.6 *¥
	MD	43.0±15.2	56.0±18.7	68.3±23.7	90.8±34.3
Distancia a sprint (m>23 km/h)	MD-4	17.9±15.2 †	25.4±25.5 †	31.8±31.2 †	43.8±46.8 †
	MD-3	21.0±15.6	25.9±22.4	28.6±26.1	33.8±34.4
	MD-2	11.6±9.1 *¥	12.4±10.1 ¥ ‡	13.5±10.9 ¥‡	15.0±14.1 ¥‡
	MD-1	6.3±5.3 *¥	7.2±6.9 *¥	7.2±6.9 *¥	7.6±7.5 *¥
	MD	20.2±11.7	22.1±12.5	24.1±14.5	28.3±16.9
Aceleraciones (m/min>3 m/s ²)	MD-4	25.8±10.7	41.0±20.6 †	53.0±26.4 †	76.2±40.4 †
	MD-3	26.9±12.6	37.9±18.3	44.4±19.8 †	59.2±26.1
	MD-2	25.2±20.9	34.3±20.9	44.1±22.9	58.8±27.2
	MD-1	21.5±12.3	29.6±13.6	33.4±15.1 *	45.2±20.9 *
	MD	27.3±6.5	39.1±10.5	48.8±13.6	64.8±20.7
Deceleraciones (m/min>-3 m/s ²)	MD-4	12.9±5.4	18.2±8.2 *	22.8±11.3 *	31.1±17.4 *
	MD-3	17.0±6.5	22.5±8.6	27.3±10.8	38.3±15.6
	MD-2	17.0±27.9	21.1±27.4	24.8±27.1	31.6±27.3 *
	MD-1	11.7±6.9	15.0±7.5 *	17.3±9.0 *¥	23.4±11.9 *¥
	MD	19.4±10.9	26.7±10.5	32.1±11.3	46.6±13.9
Distancia de alta carga metabólica (m> 25.5 w/kg)	MD-4	42.9±9.6 *¥	73.3±25.3 *¥	95.4±28.2 *¥	146.1±43.7 *¥
	MD-3	64.3±19.0	114.0±37.4	159.3±51.2	250.2±81.8
	MD-2	51.4±24.2 *†‡¥	79.1±24.7 *¥	106.0±27.6 *¥	163.1±39.0 *¥
	MD-1	39.6±16.1 *¥	67.8±28.6 *¥	90.4±44.8 *¥	141.0±65.4 *¥
	MD	62.5±12.1	103.4±17.8	139.6±24.9	223.0±43.6

* = diferencia significativa con MD; ¥ = diferencia significativa con MD-3; † = diferencia significativa con MD-1 y ‡ = diferencia significativa con MD-4.

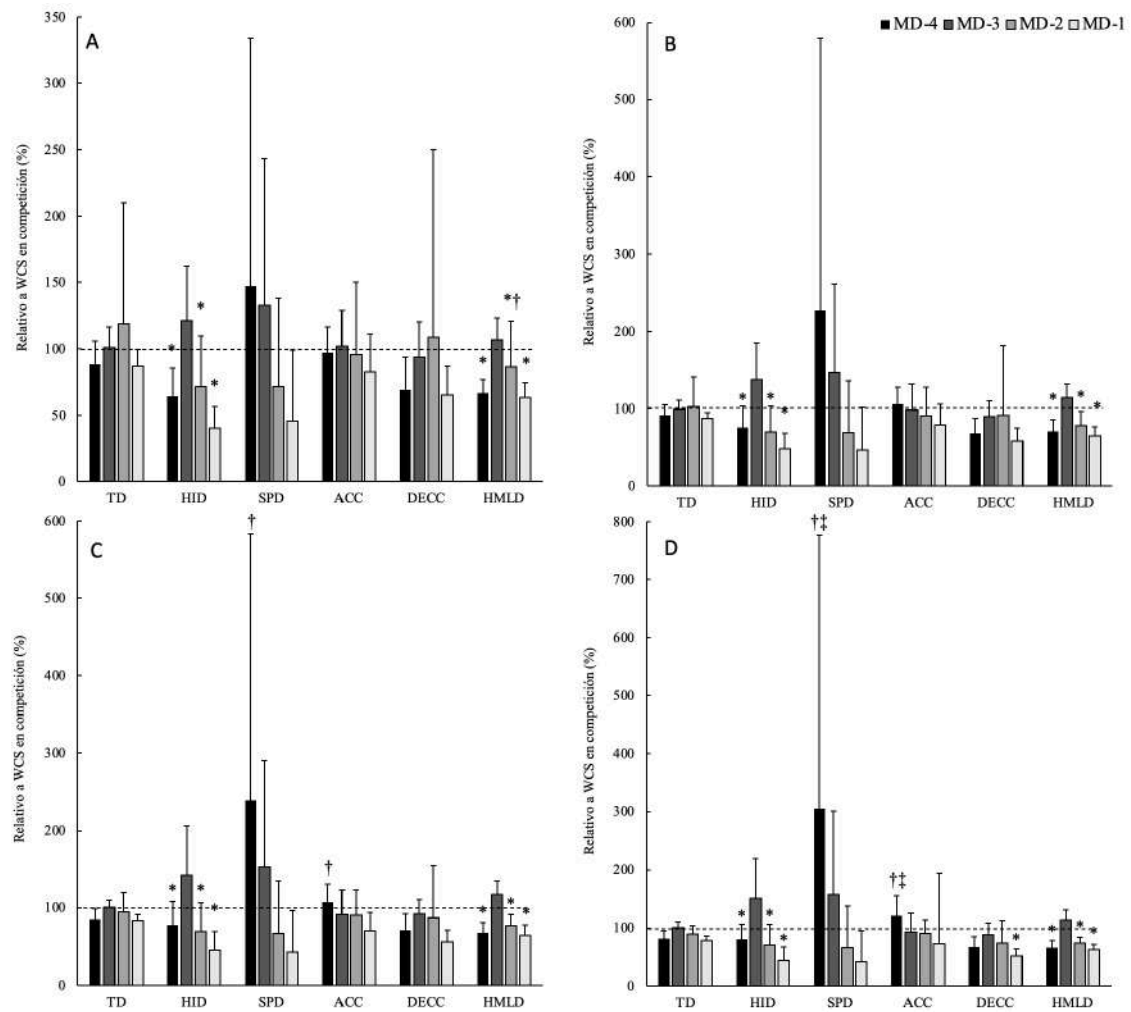


Figura 7: Demandas físicas durante los WCS relativos a competición. A = 1 minuto; C = 3 minutos; C = 5 minutos; D = 10 minutos. TD = Distancia total; HID = Distancia a alta intensidad; SPD = Distancia a sprint; ACC = Aceleraciones; DECC = Deceleraciones; HMLD = Distancia de alta carga metabólica. * = diferencia significativa con MD-3; † = diferencia significativa con MD-1 y ‡ = diferencia significativa con MD-2.

No se han obtenido diferencias significativas en HID o SPD relativa al WCS de competición entre demarcaciones en una misma sesión de entrenamiento (Figura 8).

Independientemente de la ventana temporal analizada, las defensas laterales y centrocampistas centro recorren significativamente una mayor HID en el escenario de máxima exigencia relativo a competición en la sesión MD-3 que en el resto de sesiones de entrenamiento (MD-4, MD-2 y MD-1). La sesión MD-1 es significativamente en la

que menor HID en el escenario de máxima exigencia relativo a competición recorren las delanteras.

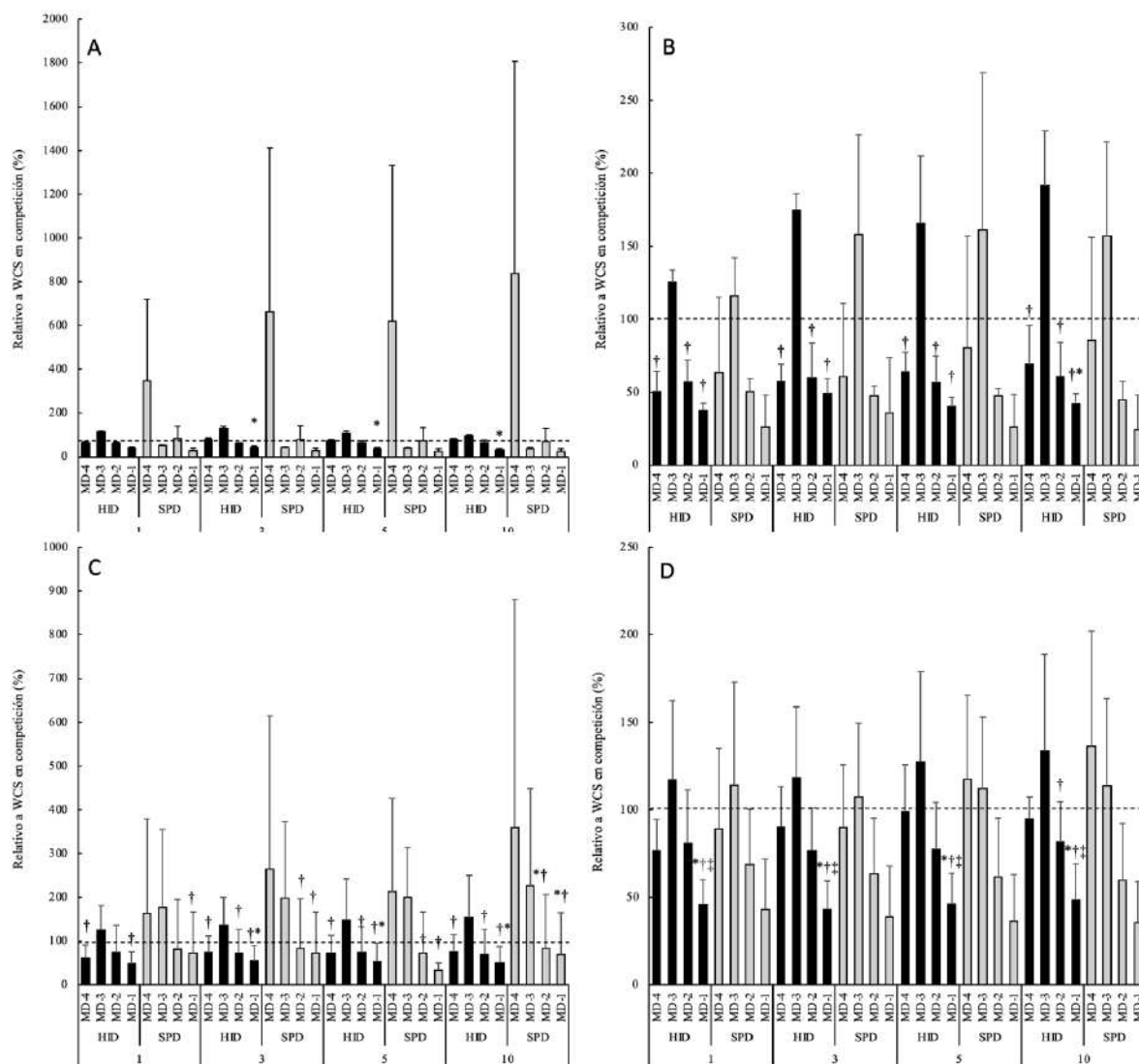


Figura 8: Demandas físicas durante los WCS relativos a competición. A = defensa central; B =defensa lateral /carrilero; C= centrocampista; D = delantero. * = diferencias significativas con MD-4; TD = Distancia total; HID = Distancia recorrida a alta intensidad; SPD = Distancia recorrida a sprint; † = diferencias significativas con MD-3 y ‡ = diferencias significativas con MD-2.

Discusión

Desde nuestro conocimiento, este es el primer estudio que describe las demandas físicas durante los escenarios más exigentes en competición, determina si durante las sesiones de entrenamiento se reproducen esos escenarios más demandantes y, estudia la variación

de las demandas en función del día del microciclo y la demarcación ocupada por mujeres futbolistas de élite. Los principales hallazgos de este trabajo fueron que las defensas centrales recorren durante los escenarios de máxima exigencia en competición una menor HMLD que el resto de demarcaciones; que la sesión del microciclo en la que se alcanzan unas demandas físicas (HID, SPD y HMLD) similares a la competición durante los escenarios de máxima exigencia es la MD-3 y; que la exposición a estas demandas tanto en valores absolutos como relativos a la competición está condicionada por el día del microciclo y la demarcación ocupada por las jugadoras. Dado que una de las lesiones más habituales que sufren las mujeres futbolistas (Alahmad et al., 2020) se produce habitualmente durante la realización de carreras de alta intensidad (Danielsson et al., 2020), el control de los periodos de máxima exigencia donde se realizan estas acciones durante el entrenamiento y la competición es importante para entrenadores y preparadores físicos.

En competición mujeres futbolistas de élite recorren durante los escenarios de máxima exigencia 167 m/min, 30 m/min, 19 m/min y 32 m/min de distancia total, distancia a alta intensidad, distancia a sprint y distancia acelerando a alta intensidad respectivamente (González-García et al., 2022). Nuestras observaciones indican que las jugadoras recorren en el minuto más exigente 189.5 ± 39.7 m, 43.0 ± 15.2 m, 20.2 ± 11.7 m y 27.3 ± 6.5 m de TD, HID, SPD y ACC. A pesar de los diferentes umbrales utilizados para determinar el HSRD (>19 km/h vs >18 km/h), la SPD (> 23 km/h vs >21 km/h) y las ACC (>3 m/s vs >2 m/s), se han obtenido valores similares. Trewin et al., (2018) mostraron que jugadoras internacionales recorren en torno a 704 m (140 m/min) y 124 m (24 m/min) de distancia total y distancia a alta intensidad respectivamente en los 5 minutos más demandantes. Nuestras observaciones indican que las jugadoras recorren 647.3 ± 66.9 m, 68.3 ± 23.7 m y 24.1 ± 14.5 m de TD, HID y SPD durante el mismo periodo temporal. A pesar de que se ha mostrado que mujeres futbolistas recorren una mayor distancia a alta intensidad en competiciones internacionales que en competiciones de ámbito nacional (Andersson et al., 2010) y utilizar umbrales de mayor intensidad para la determinación del HID (>19 km/h vs >16.5 km/h) y SPD (> 23 km/h vs > 19.9 km/h), nuestras observaciones muestran unas demandas similares. Esto puede ser debido a la influencia del nivel de los rivales (di Salvo et al., 2010), a la ubicación de la competición (Oliva-Lozano et al., 2020), o el nivel de condición física de las jugadoras (Rampinini et al., 2007), que han mostrado influencia en las demandas de alta intensidad durante la competición.

La comparación de los valores de HMLD obtenidos durante los escenarios de máxima exigencia es limitada, ya que, desde nuestro conocimiento, solo un estudio ha analizado esta variable en mujeres futbolistas (Muñiz-González et al., 2020). La HMLD representa la distancia recorrida cuando la potencia metabólica es superior a 25.5 W/kg, proporcionando información de la distancia recorrida a alta intensidad, pero incluyendo aceleraciones y desaceleraciones (Osgnach et al., 2010). Los valores obtenidos en la ventana temporal de 1 minuto son inferiores a los mostrados por mujeres futbolistas que competían en la misma categoría (62.5 ± 12.1 vs 66 m/min) (Muñiz-González et al., 2020). Esta diferencia puede ser debida al diferente umbral seleccionado para determinar la HMLD (25.5 W/kg vs 20 W/kg). Casamichana et al., (2019) mostraron valores de 69.6 ± 15.7 m/min de HMLD en la situación más exigente en jugadores de fútbol profesional, concordando con estudios previos que muestran unas menores demandas durante la competición en mujeres futbolistas (McFadden et al., 2020).

La demarcación ocupada es considerada el factor contextual que más afecta a las demandas de competición en mujeres futbolistas (Romero-Moraleda et al., 2021). Esto se ha visto reflejado en los escenarios de máxima exigencia donde las defensas laterales recorren significativamente una mayor distancia total (109-169 m/min) y distancia a alta intensidad (5–30 m/min) que el resto de demarcaciones (Rico-González et al., 2022). Estas diferencias, se ven acentuadas en distancias recorridas en rangos de velocidad elevados (González-García et al., 2022; Trewin, Meylan, Varley, & Cronin, 2018). A diferencia de estudios previos donde se ha mostrado que defensas laterales y centrocampistas de banda recorren mayor distancia a alta intensidad y a sprint que centrocampistas durante los escenarios de máxima exigencia (González-García et al., 2022), nuestros resultados solo muestran diferencias en función de la demarcación en la HMLD. Así las defensas centrales son significativamente las que menor HMLD recorren con respecto al resto de demarcaciones en las ventanas temporales de 3, 5 y 10 minutos y que las defensas laterales y las delanteras en la ventana de 1 minuto. De forma similar Muñiz-González et al., (2020) mostraron que las defensas centrales recorren una menor HMLD que el resto de demarcaciones al igual que sucede con jugadores masculinos (Martin-Garcia et al., 2018). Estas diferencias pueden ser debidas a las atribuciones tácticas de esta demarcación (i.e. defender la propia portería y un bajo número de acciones basadas en la carrera) (Delaney et al., 2018). A pesar de que es común que las demarcaciones de banda (i.e. defensas laterales) recorran una mayor distancia a alta

intensidad que demarcaciones centrales (i.e. defensas centrales) (Ade et al., 2016), esto no se ve reflejado en nuestros resultados. Esta ausencia de diferencias puede ser debida al sistema de juego empleado, ya que el sistema empleado puede condicionar las demandas de competición (Forcher et al., 2022). En este estudio se utilizó durante todas las observaciones un sistema que utiliza tres defensas centrales (1-5-3-2), sistema que incrementa las exigencias para los defensas centrales frente a otros sistemas (i.e 1-4-4-2, 1-4-3-3 o 1-4-5-1) (Forcher et al., 2022) pudiendo equiparar las demandas con el resto de demarcaciones y por lo tanto explicando la ausencia de diferencias en función de la demarcación.

Desde nuestro conocimiento, el presente estudio es el primero que analiza las demandas de los escenarios de máxima exigencia en el entrenamiento en valores absolutos y relativos a las demandas de competición en mujeres futbolistas profesionales. El principal hallazgo de esta investigación fue que las sesiones con unas mayores demandas en los escenarios de máxima exigencia (TD, HID, SPD y HMLD) son las sesiones centrales del microciclo (i.e. M-4 y MD-3). Además, las diferencias significativas entre las sesiones de entrenamiento y MD están condicionadas por la sesión de entrenamiento, mostrando las sesiones MD-4, MD-2 y MD-1 diferencias significativas con MD. Esta dinámica del microciclo esta en línea con recientes estudios realizados con jugadores de fútbol masculino, tanto en los escenarios de máxima exigencia (Oliva-Lozano et al., 2021) como en las demandas físicas medias (Castillo et al., 2019; Martín-García et al., 2018). Esta variación en la carga de entrenamiento parece ser la preferida en el fútbol profesional buscando optimizar las adaptaciones y el rendimiento de los jugadores (Buchheit et al., 2021). Sin embargo, la comparación de nuestros resultados es limitada, ya que desde nuestro conocimiento no hay estudios que hayan analizado los escenarios de máxima exigencia en el entrenamiento en mujeres futbolistas profesionales. Por ejemplo, Oliva-Lozano et al., (2021) mostraron valores de ~ 176 m/min, ~ 45 m/min y ~ 17 m/min para TD, HID y SPD en MD-3 en jugadores masculinos profesionales en la ventana temporal de un minuto. A pesar de que parece que la carga semanal de entrenamiento está condicionada por el sexo (Clemente & Nikolaidis, 2016) la ausencia de marcadas diferencias puede ser debida a los inferiores umbrales seleccionados en este estudio en la determinación de la HID (19.0 km/h vs 19.8 km/h) y la SPD (23.0 km/h vs 25.2 km/h).

Basados en el análisis de las demandas durante los escenarios de máxima exigencia de este estudio, los resultados muestran que defensas centrales y centrocampistas centro obtienen valores más elevados de SPD relativos a competición en los escenarios de máxima exigencia en la sesión MD-4. Estos mayores valores pueden ser debidos a las propias características de las tareas de entrenamiento originando unas mayores demandas para estas demarcaciones, o bien al ser las demarcaciones con una menor distancia recorrida a sprint en competición (González-García et al., 2022; Trewin et al., 2018) originar esos elevados valores relativos, explicados por factores técnico-tácticos (Fessi et al., 2016; Oliva-Lozano et al., 2021).

Este es el primer estudio que analiza los escenarios de máxima exigencia en mujeres futbolistas de élite en el entrenamiento en función de las demandas de competición, no obstante, no está exento de limitaciones. El registro de datos de equipos profesionales entraña una gran dificultad, por lo que los datos recogidos pertenecen a un solo equipo y por lo tanto, tienen que ser tomados con cautela a la hora de extrapolarlos en otros equipos. Además, el tiempo de observación realizado (un mesociclo compuesto por 16 entrenamientos y 4 partidos oficiales) es breve y puede no ser representativo de lo sucedido durante toda la temporada.

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que las defensas centrales recorren menor HMLD en los escenarios de máxima exigencia en competición que el resto de demarcaciones. Además, la única sesión de entrenamiento que cumple las demandas físicas (HID, SPD y HMLD) de los escenarios de máxima exigencia que las mujeres futbolistas experimentan en competición es la MD-3, mostrando además diferencias significativas con las sesiones MD-2 y MD-1. Si analizamos los resultados en función de la demarcación, obtenemos que independientemente de la ventana temporal las defensas laterales realizan una mayor HID en MD-3 mientras que las delanteras centro recorren significativamente una menor HID en MD-1. Por lo tanto, podemos concluir que no en todas las sesiones de entrenamiento se expone a las jugadoras a los escenarios de máxima exigencia y que existe una tendencia en el microciclo a realizar unas demandas similares a la competición en las sesiones centrales (MD-3).

Referencias

- Ade, J., Fitzpatrick, J., & Bradley, P. S. (2016). High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position-specific training drills. *Journal of Sports Sciences*, *34*(24), 2205–2214. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1217343>
- Alahmad, T. A., Kearney, P., & Cahalan, R. (2020). Injury in elite women's soccer: a systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*, *48*(3), 259–265. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1720548>
- Andersson, H. A., Randers, M. B., Heiner-Møller, A., Krstrup, P., & Mohr, M. (2010). Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(4), 912–919. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09f21>
- Bastida Castillo, A., Gomez Carmona, C. D., de la Cruz Sanchez, E., & Pino Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time-motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, *18*(4), 450–457. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796>
- Bradley, P. S., & Scott, D. (2020). Physical analysis of the FIFA women's world cup France 2019. *Federation International de Football Association*.
- Buchheit, M., Lacombe, M., Cholley, Y., & Simpson, B. M. (2018). Neuromuscular responses to conditioned soccer sessions assessed via GPS-Embedded accelerometers: Insights into tactical periodization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(5), 577–583. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0045>
- Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine*, *34*(1), 40–48. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1316363>
- Buchheit, M., Smith, S., & Norman, D. (2021). Loading patterns and programming practices in elite football: insights from 100 elite practitioners. *Sport Performance & Science Reports*, *153*(1), 1–18.

- Casamichana, D., Castellano, J., Diaz, A. G., Gabbett, T. J., & Martin-Garcia, A. (2019). The most demanding passages of play in football competition: A comparison between halves. *Biology of Sport*, *36*(3), 233–240. <https://doi.org/10.5114/biolport.2019.86005>
- Castillo, D., Raya-González, J., Weston, M., & Yanci, J. (2019). Distribution of External Load During Acquisition Training Sessions and Match Play of a Professional Soccer Team. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003363>
- Clemente, F. M., & Nikolaidis, P. T. (2016). Profile of 1-month training load in male and female football and futsal players. *SpringerPlus*, *5*(1). <https://doi.org/10.1186/S40064-016-2327-X>
- Cunningham, D. J., Shearer, D. A., Carter, N., Drawer, S., Pollard, B., Bennett, M., Eager, R., Cook, C. J., Farrell, J., Russell, M., & Kilduff, L. P. (2018). Assessing worst case scenarios in movement demands derived from global positioning systems during international rugby union matches: Rolling averages versus fixed length epochs. *PLoS One*, *13*(4). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0195197>
- Danielsson, A., Horvath, A., Senorski, C., Alentorn-Geli, E., Garrett, W. E., Cugat, R., Samuelsson, K., & Hamrin Senorski, E. (2020). The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *21*(1). <https://doi.org/10.1186/S12891-020-03658-8>
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players during International Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(9), 2379–2387. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001575>
- Delaney, J. A., Thornton, H. R., Rowell, A. E., Dascombe, B. J., Aughey, R. J., & Duthie, G. M. (2018). Modelling the decrement in running intensity within professional soccer players. *Science and Medicine in Football*, *2*(2), 86–92. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1383623>
- di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, *28*(14), 1489–1494. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521166>

- Díaz-Seradilla, E., Rodríguez-Fernández, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., Castillo, D., Raya-González, J., & Villa Vicente, J. G. (2022). Inter- and intra-microcycle external load analysis in female professional soccer players: A playing position approach. *PLoS ONE*, *17*(3), e0264908. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264908>
- Fessi, M. S., Zarrouk, N., di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A. R., & Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, *34*(24), 2189–2194. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1171891>
- FIFA. (2019). *Women's football member associations survey report*. 1–113.
- Forcher, L., Forcher, L., Jekauc, D., Woll, A., Gross, T., & Altmann, S. (2022). Center backs work hardest when playing in a back three: The influence of tactical formation on physical and technical match performance in professional soccer. *PLoS ONE*, *17*(March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265501>
- Forcher, L., Forcher, L., Wäsche, H., Jekauc, D., Woll, A., & Altmann, S. (2022). The influence of tactical formation on physical and technical match performance in male soccer: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *17*(4), 174795412211013. <https://doi.org/10.1177/17479541221101363>
- González-García, J., Giráldez-Costas, V., Ramirez-Campillo, R., Drust, B., & Romero-Moraleda, B. (2022). Assessment of Peak Physical Demands in Elite Women Soccer Players: Can Contextual Variables Play a Role? *Research Quarterly for Exercise and Sport*. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.2004297>
- Larruskain, J., Lekue, J. A., Díaz, N., Odriozola, A., & Gil, S. M. (2018). A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *28*(1), 237–245. <https://doi.org/10.1111/SMS.12860>
- Mara, J. K., Thompson, K. G., Kate, L., & Morgan, S. (2017). The acceleration and deceleration profiles of elite female soccer players during competitive matches. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *20*(9), 867–872. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.12.078>
- Martin-Garcia, A., Casamichana, D., Diaz, A. G., Cos, F., & Gabbett, T. J. (2018). Positional Differences in the Most Demanding Passages of Play in Football Competition. *Journal of Sports Science & Medicine*, *17*(4), 563–570.

- Martín-García, A., Castellano, J., Méndez Villanueva, A., Gómez-Díaz, A., Cos, F., & Casamichana, D. (2020). Physical Demands of Ball Possession Games in Relation to the Most Demanding Passages of a Competitive Match. *Journal of Sports Science & Medicine*, *19*(1), 1. /pmc/articles/PMC7039032/
- Martín-García, A., Gómez Díaz, 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*(23), 3511–3518. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002816>
- McCall, A., Pruna, R., van der Horst, N., Dupont, G., Buchheit, M., Coutts, A. J., Impellizzeri, F. M., Fanchini, M., Azzalin, A., Beck, A., Belli, A., Buchheit, M., Dupont, G., Fanchini, M., Ferrari-Bravo, D., Forsythe, S., Iaia, M., Kugel, Y. B., Martin, I., ... Tibaudi, A. (2020). Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Male Elite Footballers: An Expert-Led Delphi Survey of 21 Practitioners Belonging to 18 Teams from the Big-5 European Leagues. *Sports Medicine*, *50*(9), 1667–1681. <https://doi.org/10.1007/S40279-020-01315-7/TABLES/5>
- McFadden, B. A., Walker, A. J., Bozzini, B. N., Sanders, D. J., & Arent, S. M. (2020). Comparison of Internal and External Training Loads in Male and Female Collegiate Soccer Players During Practices vs. Games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *34*(4), 969–974. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003485>
- Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(2), 341–349. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318165fef6>
- Muñiz-González, J., Giraldez-Dostas, V., González-García, J., Romero-Moraleda, B., & Campos-Vazquez, M. A. (2020). Diferencias posicionales en las fases de máxima exigencia condicional en fútbol femenino. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, *60*, 199–213. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Nevado-Garrosa, F., Torreblanca-Martínez, V., Paredes-Hernández, V., del Campo-Vecino, J., & Balsalobre-Fernández, C. (2021). Effects of an eccentric overload and small-side games training in match accelerations and decelerations performance in female under-23 soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *61*(3), 365–371. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11232-5>

- Novak, A. R., Impellizzeri, F. M., Trivedi, A., Coutts, A. J., & McCall, A. (2021). Analysis of the worst-case scenarios in an elite football team: Towards a better understanding and application. *Journal of Sports Sciences*, 39(16), 1850–1859. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1902138>
- Oliva-Lozano, J. M., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2021). The first, second, and third most demanding passages of play in professional soccer: a longitudinal study. *Biology of Sport*, 38(2), 165–174. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.97674>
- Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Rojas-Valverde, D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2021). Effect of training day, match, and length of the microcycle on the worst-case scenarios in professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1895786>
- Oliva-Lozano, J. M., Martín-Fuentes, I., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2021). Differences in worst-case scenarios calculated by fixed length and rolling average methods in professional soccer match-play. *Biology of Sport*, 38(3), 325–331. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2021.99706>
- 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>
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(1), 170–178. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd>
- Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Romero-Moraleda, B., Yanci, J., García-Hermoso, A., & Manuel Clemente, F. (2020). Effects of plyometric jump training in female soccer player's vertical jump height: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 38(13), 1475–1487. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1745503>
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228–235. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924340>

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>

Romero-Moraleda, B., Nedergaard, N. J., Morencos, E., Casamichana, D., Ramirez-Campillo, R., & Vanrenterghem, J. (2021). External and internal loads during the competitive season in professional female soccer players according to their playing position: differences between training and competition. *Research in Sports Medicine (Print)*, 29(5), 449–461. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1895781>

Sánchez García, M., Rodríguez Fernández, A., Villa del Bosque, M., Bermejo Martín, L., Sánchez Sánchez, J., Ramírez Campillo, R., & Villa Vicente, J. G. (2022). Efectos de la fase menstrual en el rendimiento y bienestar de mujeres jóvenes futbolistas. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 17(51), 113–130. <https://doi.org/10.12800/ccd.v17i51.1610>

Shalfawi, S. A., Haugen, T., Jakobsen, T. A., Enoksen, E., & Tonnessen, E. (2013). The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 2966–2972. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828c2889>

Trewin, J., Meylan, C., Varley, M. C., & Cronin, J. (2018). The match-to-match variation of match-running in elite female soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(2), 196–201. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2017.05.009>

Trewin, J., Meylan, C., Varley, M. C., Cronin, J., & Ling, D. (2018). Effect of match factors on the running performance of elite female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(7), 2002–2009. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002584>

4.3 ANÁLISIS DE LOS PATRONES DE GOL EN FÚTBOL PROFESIONAL FEMENINO

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar los patrones de gol en mujeres futbolistas de elite. Se analizaron todos los goles (330) anotados en la primera vuelta de la Primera División Española Femenina (Liga Iberdrola) mediante el software Nacsport Scout Plus 6.0 New Assistant fot Coach Sport SL. Se analizaron la frecuencia, lugar, posición inicial, lugar de finalización, tipo y estilo de jugada, tipo de balón parado, acción previa al gol y espacio de la portería. Los periodos con el mayor número de goles fueron los últimos de cada parte (18.2% y 26.1%, respectivamente), y los equipos que marcaron el primer gol ganaron el 71% de los partidos. Juego dinámico, ataque posicional y finalización al primer toque son las acciones previas al gol más comunes en las futbolistas de élite. Es importante prestar atención al alto número de robos en la zona central de campo propio cuando se diseñen las estrategias defensivas. La relación entre el espacio de la portería y el lugar de finalización muestra que la mayoría de los tiros cercanos entran por la parte baja de la portería. Estos resultados pueden ser de utilidad para los entrenadores a la hora de proponer estrategias defensivas en fútbol femenino.

Palabras clave: análisis táctico, variables situacionales, mujer, fútbol.

Introducción

Desde 1990 que el fútbol femenino se convirtió en deporte Olímpico ha crecido increíblemente rápido en todo el mundo, especialmente en los últimos años. La FIFA estima que 13.4 millones de mujeres juegan al fútbol, de las cuales el 76% lo hace de forma reglada. Este crecimiento ha permitido proporcionar al fútbol femenino una estructura profesional y movilizar recursos para su desarrollo (Maneiro et al., 2020), incrementando el número de estudios que analizan el fútbol femenino.

Al tratarse de un deporte acíclico e intermitente, el fútbol depende de diferentes aptitudes interconectadas: técnica, capacidades físicas, táctica y factores psicológicos (Armatas, 2006). Previos estudios han mostrado que las futbolistas de élite recorren en competición 10.3 km y 1.3 km a alta intensidad, realizando 125 acciones de alta intensidad con una duración media de 2.3 s (Krustrup et al., 2005). Estas demandas son inferiores en función del nivel de las jugadores, futbolistas de élite recorren ~100 m/min (Vescovi & Favero, 2014) y futbolistas sub-élite ~80 m/min (Strauss et al., 2019). Además, las demandas de competición son diferentes en función del sexo de los deportistas, ya que las mujeres futbolistas recorren menor distancia total y distancia a alta intensidad que sus compañeros varones (Bradley, Dellal, et al., 2014). Aunque, el rendimiento no está únicamente condicionado por aspectos físicos dado que marcar gol es el último determinante del éxito deportivo de un equipo de fútbol (Kubayi, 2020). Asumiendo que las demandas físicas de la competición son diferentes entre hombres y mujeres futbolistas (Bradley et al., 2014), y que los futbolistas son más rápidos (~10%) que las mujeres futbolistas (Ingebrigtsen et al., 2014; Vescovi, 2012), se puede esperar que haya diferencias en la forma de marcar los goles.

En el fútbol masculino la mayoría de los goles se marcan en ataque posicional (75.9%) (González-Ródenas et al., 2019), en la segunda parte (63%) (Kubayi, 2020), empezando la jugada en campo contrario (56.6%), con menos de cuatro pases (61.8%) (Armatas & Mitrotasios, 2013) y precedidos por un sprint en línea recta (61%), mientras que las acciones de mayor exigencia física del jugador que anota el gol se realizan sin balón (81%) (Faude et al., 2012).

Aunque, hasta nuestro conocimiento no hay estudios que analicen los goles en mujeres futbolistas, y es necesario conocer cómo y cuándo se marcan los goles porque es importante para los entrenadores ser conocedores de las acciones más ofensivas durante la fase ofensiva reconocer deficiencias en los modelos de juego actuales, así como realizar

planteamientos defensivos basados en las fortalezas de los equipos de la competición. Por otro lado, los cuerpos técnicos deberían modificar las tareas de entrenamiento, generar situaciones de finalización desde zonas menos comunes y entrenar la variabilidad del golpeo, buscando zonas de la portería menos frecuentes.

Esto ha supuesto un incremento en el interés por la ciencia del análisis táctico del juego, tanto de forma cualitativa como cuantitativa (Maneiro et al., 2020), y para estudiar estas situaciones es necesario tener un método de observación objetivo, válido y fiable, como es el análisis notacional (Škegro DMilanović, 2012), que consiste en grabar y posteriormente observar las imágenes relevantes, llevando a cabo un análisis de calidad para explicar aspectos relevantes del rendimiento (Vales, 2012). Por tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los patrones de gol en la liga de élite femenina.

Método

Diseño experimental

Se implementó un diseño observacional y descriptivo para analizar los patrones de gol en mujeres futbolistas de élite durante la primera mitad de la temporada 2019-2020. Se analizaron 330 goles de la Primera División Española de Fútbol Femenino (Liga Iberdrola). Todos los equipos que participaron en la liga fueron incluidos en el estudio y todos los goles fueron analizados.

Procedimiento

Se analizaron los cortes de vídeo de todos los goles utilizando el software Nacsport Scout Plus 6.0 New Assistant for Coach Sport Sl. Para determinar las situaciones que directamente precedieron a los goles el observador visualizó los goles el número de veces necesario para categorizar las actividades, realizando la visualización un segundo investigador en el caso de producirse dudas. Las variables analizadas en este estudio fueron: la frecuencia de goles en situaciones de juego dinámico durante intervalos de tiempo de 15 minutos (1-15, 16-30, 31-descanso, 45-60, 61-75 y 76-final del partido), el lugar (en casa o fuera), situación inicial (titular o suplente), posición (delantero, mediocentro, defensa o propia puerta), acción de gol (primer toque, dos toques o acción individual), tipo de jugada (juego dinámico o balón parado), estilo de juego (posicional o contraataque), tipo de balón parado (córner, falta, penalti o saque de banda) y la acción previa al gol (pase frontal largo, pase lateral largo, pase frontal corto, pase lateral corto,

rebote o robo) (Tabla 22). Para analizar el lugar de finalización el campo fue dividido en 8 zonas (Figura 9).

Tabla 22. Criterios de codificación de las variables.

Categoría	Definición
Tipo de jugada	Consideraremos balón parado toda acción que comience después de una interrupción reglamentaria y finalice antes de dos pases. El resto de acciones se considerarán juego dinámico.
Estilo de juego	Un contraataque es toda acción que finalice antes de tres pases y en menos de 5 s. Ataque posicional se refiere a cualquier situación de juego dinámico con tres o más pases antes del gol.
Acción de gol	Primer toque son todas aquellas acciones que finalizan con un contacto. Dos toques cuando el jugador utiliza dos contactos antes del golpeo y acción individual si hay un regate antes del golpeo.
Zona de iniciación del ataque	Dividimos el campo en seis zonas: Zona 1 se refiere a la parte derecha del campo propio, Zona 2 el medio del campo propio y 3 la izquierda. Las zonas 4, 5 y 6 siguen la misma distribución en la mitad del rival.
Espacio de la portería	Establecimos 9 zonas en el área, llamamos la parte de arriba (derecha, izquierda y centro), media altura (derecha, izquierda y centro) y abajo (derecha, izquierda y centro), siempre teniendo como referencia al portero.
Lugar de finalización	Establecimos 8 zonas de finalización dentro del área, llamadas Zona 1, 2 y 3 (las cercanas a la portería), Zonas 4 y 7 (las laterales), 5 (centro cercano), 6 (centro lejano) y 8 (fuera del área). Teniendo como referencia al portero y empezando por el lado derecho.

Análisis estadístico

Se utilizaron estadísticos descriptivos como frecuencias y porcentajes para analizar y presentar los datos. Se utilizó el test de chi-cuadrado y análisis de la normalidad de la distribución para encontrar diferencias significativas entre las categorías. El nivel de significancia estadística se fijó en $p < 0.05$. Los datos se analizaron mediante el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versión 25. Los experimentos expuestos en el manuscrito están de acuerdo a los estándares éticos de la Declaración de Helsinki.

Resultados

Los resultados obtenidos mostraron que se anotaron 330 goles en el periodo analizado, con una media de 2.0 goles por encuentro. En la Tabla 23 se resumen las estadísticas descriptivas de las diferentes variables de rendimiento ofensivo analizadas.

Respecto a la zona de inicio del ataque el 48.4% de los goles se iniciaron en la zona central y se observó una diferencia entre la zona derecha (31.3%) e izquierda (20.3%) a la hora de iniciar jugadas que finalizan en gol ($\chi^2 = 39.2$; $p < 0.001$).

La Figura 9 representa el lugar de finalización, que principalmente fue la zona central cercana a la portería ($\chi^2 = 332.6$; $p < 0.001$).

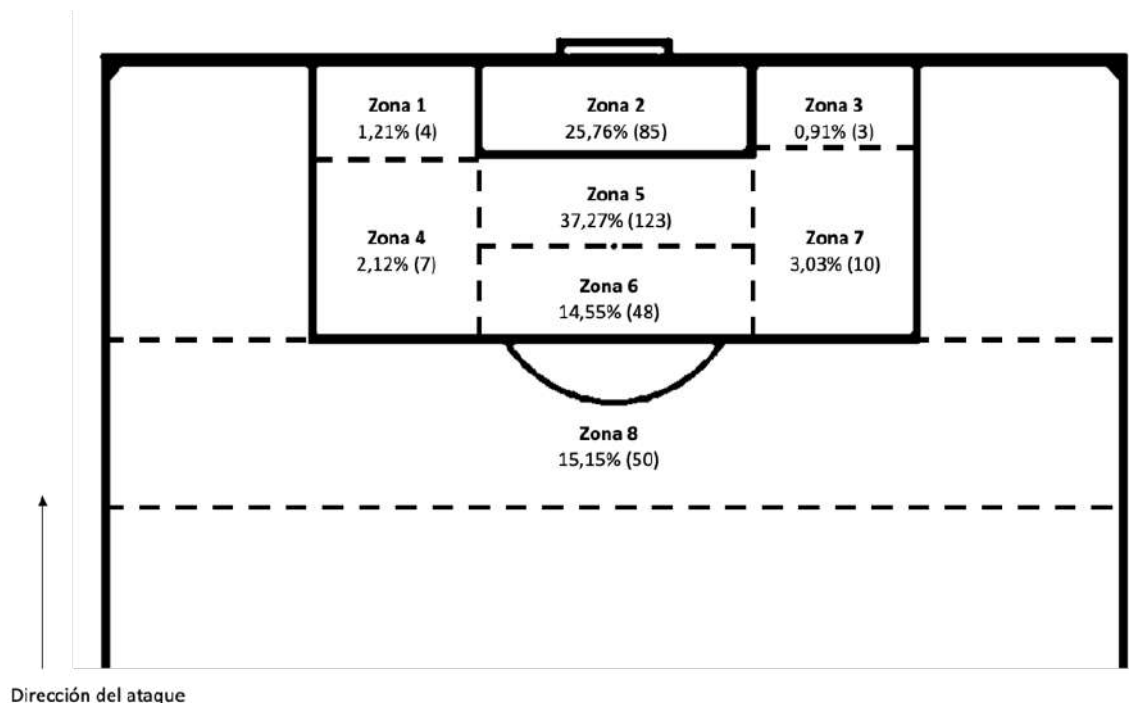


Figura 9: Porcentaje y frecuencia de goles anotados desde cada zona de finalización en fútbol femenino de élite.

Tabla 23: Frecuencia y porcentaje de las acciones de los goles en el rendimiento ofensivo de las jugadoras de fútbol de élite.

		Acciones (%)	Goles	χ^2	<i>p</i>	SD
Lugar	Casa	197 (59.7)	330	12.4	0.000	1.7
	Fuera	133 (40.3)				
Situación inicial	Suplente	42 (12.7)	330	183.4	0.000	0.3
	Titular	288 (87.3)				
Posición	Delantera	194 (58.8)	330	257.2	0.000	0.8
	Mediocentro	100 (30.3)				
	Defensa	27 (8.2)				
	Propia puerta	9 (2.7)				
Tipo de jugada	Juego dinámico	231 (70.4)	328	54.7	0.000	0.5
	Balón parado	97 (29.6)				
Estilo de jugada	Posicional	146 (63.2)	231	135.9	0.008	0.5
	Contraataque	85 (36.8)				
Tipo de balón parado	Penalti	34 (34.0)	100	11.8	0.000	1.0
	Falta	29 (29.0)				
	Córner	26 (26.0)				
	Saque de banda	11 (11.0)				
Acción previa al gol	Lateral short pass	84 (29.6)	284	102.2	0.000	1.2
	Frontal short pass	73 (25.7)				
	Lateral long pass	62 (21.8)				
	Rebound	42 (14.8)				
	Frontal long pass	15 (5.3)				
	Steal	8 (2.8)				
Acción de gol	Primer toque	183 (62.0)	295	111.8	0.000	0.8
	Acción individual	67 (22.7)				
	Dos toques	45 (15.3)				

Valores expresados como frecuencias y porcentajes (%) n= número de acciones; χ^2 = test de Chi cuadrado; SD = desviación estándar.; *p* = nivel de significación

La Figura 10 representa la distribución temporal de los goles, mostrando que la mayor parte de los goles fueron anotados durante la segunda mitad del encuentro (56.06%), principalmente en los últimos 15 min de juego ($\chi^2 = 25.8$; $p < 0.001$). El primer gol es muy importante en el resultado final del partido, ya que los equipos que anotaron el primer gol se impusieron en un 71% de los partidos, empatan en un 20% y pierden en un 9% ($\chi^2 = 70.6$; $p < 0.000$).

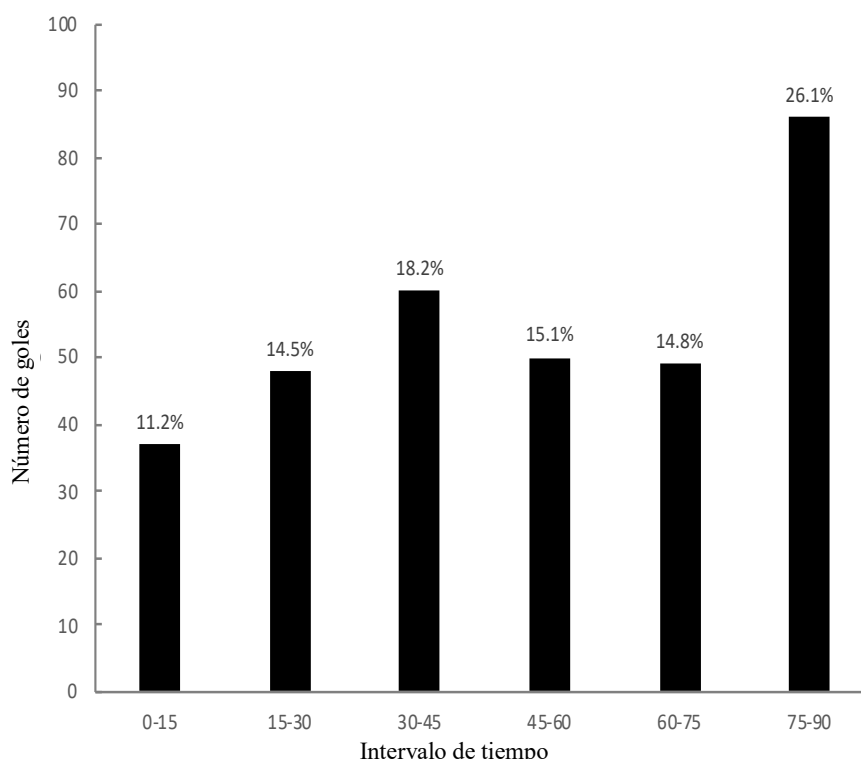


Figura 10: Número de goles anotados por intervalo de tiempo de 15 minutos en fútbol femenino de élite.

La mayoría de los ataques posicionales comenzaron en el centro del propio campo (22.8%) y la zona derecha del campo rival (26.2%), los contraataques empezaron principalmente en el centro del campo rival (47.1%) y casi no se iniciaron jugadas desde la zona izquierda del campo ($\chi^2 = 36.3$; $p < 0.001$).

Respecto a la superficie de golpeo, el 86.3% de los goles se anotaron con el pie, el 11.8% con la cabeza y el 1.8% con otras partes del cuerpo ($\chi^2 = 670.4$; $p < 0.001$).

Atendiendo al espacio de la portería, un 60.9% de los goles se marcaron por la parte baja de la misma ($\chi^2 = 132.6$; $p < 0.001$), el resto de zonas mostraron una distribución normal.

Relación entre variables

Analizando la relación entre las diferentes acciones previas al gol y las acciones de gol se obtuvieron diferencias significativas ($\chi^2= 71.1$; $p < 0.001$). Los pases laterales tanto cortos como largos finalizaron principalmente con una acción al primer toque (67.3%).

Los pases frontales y rebotes con una acción a dos toques (47.7% y 22.7%, respectivamente) o en una acción individual (41.8% y 19.4%, respectivamente) y casi todos los robos finalizaron con una acción individual (87.5%).

La relación entre el espacio de la portería y la zona de finalización también mostró diferencias significativas ($\chi^2= 84.7$; $p < 0.01$). Desde las zonas centrales (zonas 5, 2 y 6) la mayor parte de los tiros se dirigieron a las zonas bajas de la portería (69.2%, 60.6% y 36.7% respectivamente). Hay una tendencia de tiro cruzado desde las zonas laterales (zonas 4 y 7) y el patrón desde fuera del área (zona 8) es tirar a la zona alta de la portería (40%) y la zona baja derecha (28%) (Tabla 24).

Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar los patrones de gol en mujeres futbolistas de élite durante la primera mitad de la temporada 2019/20, esto es especialmente relevante porque hasta nuestro conocimiento no hay estudios que examinen estos aspectos. El gol y sus características son vitales para el fútbol, debido por un lado a los pocos goles que se marcan durante los partidos y por otro a su complejidad técnico-táctica. Los resultados muestran que se marca una media de 2.0 goles por partido en fútbol femenino de élite, los periodos con mayor número de goles son los últimos de cada parte (18.2% y 26.1% respectivamente), los equipos que marcan el primer gol ganan un 71% de los partidos y casi todas las jugadas que acabaron el gol se inician en la zona central (48.4%) y derecha (31.3%) del campo.

De acuerdo con Sampedro y Prieto (2012), si el partido se disputa como local el equipo presenta una ventaja porque el 60.21% de los partidos los gana el equipo local. Nuestros resultados muestran que el 60% del total de goles son anotados por el equipo local, así que es lógico argumentar que ganan más partidos teniendo en cuenta los pocos goles que se anotan por partido de fútbol como visitante. En la copa del mundo de 2018 de la FIFA los equipos masculinos marcaron una media de 2.6 goles por partido durante el torneo (Kubayi, 2020) con una variabilidad de 17.7% en el número de goles por partido en los últimos seis torneos (Kubayi, 2020; Kubayi & Toriola, 2019). Dada la ausencia de

estudios que analicen el número de goles en fútbol femenino durante una temporada regular hemos comparado con fútbol masculino, donde una media de 2.6 (Tenga, Holme, et al., 2010) o 2.5 (Faude et al., 2012) goles por partido ha sido obtenida en la liga profesional Noruega o la Primer División Alemana respectivamente. Nuestros resultados muestran una media similar de goles por partido (2.9) que en ligas de élite masculinas.

Tabla 24: Relación entre el espacio de la portería y el lugar de finalización en partidos de fútbol de jugadoras de élite. Frecuencias y porcentajes.

		Lugar de finalización							
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
Espacio de la portería	Arriba derecha	0 (0)	3 (3.5)	1 (33.3)	0 (0)	5 (4.1)	1 (2.1)	1 (10)	5 (10)
	Arriba centro	0 (0)	8 (9.4)	0 (0)	0 (0)	4 (3.2)	2 (4.2)	0 (0)	7 (14)
	Arriba izquierda	1 (25)	1 (1.8)	0 (0)	1 (14.3)	4 (3.2)	6 (12.5)	3 (30)	8 (16)
	Media altura derecha	1 (25)	4 (4.7)	0 (0)	1 (14.3)	13 (10.5)	3 (6.2)	1 (10)	3 (6)
	Media altura centro	0 (0)	10 (11.8)	0 (0)	0 (0)	5 (4.1)	1 (2.1)	1 (10)	3 (6)
	Media altura izquierda	0 (0)	10 (11.8)	0 (0)	0 (0)	7 (5.7)	2 (4.2)	0 (0)	3 (6)
	Abajo derecha	0 (0)	19 (22.3)	0 (0)	3 (42.8)	36 (29.3)	16 (33.3)	0 (0)	14 (28)
	Abajo centro	0 (0)	18 (21.8)	1 (33.3)	0 (0)	27 (21.9)	8 (16.7)	2 (20)	1 (2)
Abajo izquierda	2 (50)	12 (14.1)	1 (33.3)	2 (28.6)	22 (17.9)	9 (18.7)	2 (20)	6 (12)	

Resultados expresados como total (porcentaje).

Analizando la influencia del primer gol en el resultado final del partido obtuvimos que el 71.0% de los partidos los gana el equipo que marcan el primer gol. Estos resultados están de acuerdo con Mitrotasios y Armatas (2012) y Njororai (2005a) que mostraron un 75.9% y 73.5% de victorias respectivamente para los equipos que anotaban el primer gol. En la Primera División Masculina Española el equipo que anota el primer gol del partido gana el 74.4% de los partidos, mientras que el porcentaje se reduce (62.1%) si el equipo que marca el primer gol es el visitante (Sampedro & Prieto, 2012). Estudios previos han mostrado la ventaja de jugar en casa para el rendimiento en los deportes colectivos (Lago-Peñas et al., 2013; Lago-Peñas & Lago-Ballesteros, 2011). Sin embargo esta ventaja parece ser transitoria ya que tendía a desaparecer cuando la primera parte de los partidos progresa (Lago-Peñas et al., 2017). Factores como el público, el desplazamiento, el ambiente, el arbitraje, los aspectos tácticos del juego y los efectos psicológicos han sido propuestos como posibles causas de la ventaja de jugar en casa para el resultado final (Pollard, 2006b, 2006a). Los equipos disminuyeron sus porcentajes de posesión cuando van un gol por encima en el marcador (Lago-Ballesteros & Lago-Peñas, 2010; Lago-Peñas & Dellal, 2010; Lago-Peñas & Gómez-López, 2014), sugiriendo que prefieren jugar al contraataque o juego directo. Estos resultados destacan la importancia del primer gol en el resultado final del partido.

La mayoría de los goles registrados son marcados en juego dinámico (70%) mientras que un 30% ocurre en balón parado. Estos resultados coinciden con los de Wright et al. (2017) y Taylor et al. (2005) que mostraron que sobre un 30-40% de los goles se marcan en balón parado. Nuestros resultados proporcionan más evidencia de la importancia de la efectividad en las acciones de balón parado porque juegan un papel muy importante en el resultado final de los partidos.

Atendiendo al estilo de juego, el 63% de los goles de juego dinámico ocurren mediante un ataque posicional y un 37% tras un contraataque, resultados en concordancia con el 60% observado por Armatas y Mitrotasios (2013). Algunos autores sugieren que los contraataques son más efectivos que el juego posicional (Armatas, 2006). Kubayi y Toriola (2019) registraron el tipo de jugadas de balón parado durante la Copa Mundial de la FIFA 2018, encontrando que el 31.8% de los goles se originan tras un córner, el 30.3% tras una falta y 34.9% de penaltis. En el presente estudio observamos resultados similares: 26% de córner, 29% de faltas y 34% de penalti. Esto resalta la importancia de entrenar

los penaltis y analizar los patrones de golpeo de los equipos rivales para el éxito de un equipo durante una temporada.

La mayoría de los goles en fútbol se consiguen en la segunda mitad, aunque sin diferencias significativas con la primera mitad. Si se divide el tiempo total de partido en periodos de 15 min, el 25.2% de los goles es las Copas del Mundo masculinas entre 1998 y 2014 (Kubayi & Toriola, 2019; Njororai, 2005) y el 26.6% en las Copas del Mundo Femeninas de 1995 y 1999 (Armatas et al., 2007) se marcan en los últimos 15 minutos del partido. Esta tendencia va en línea con nuestros resultados, donde el 26.1% de los goles en el fútbol femenino de élite se marcan en este periodo. Este patrón ha sido modificado en la última copa del mundo, ya que el periodo final de 15 min de la primera y no de la segunda parte fue el que presentó el mayor porcentaje de goles anotados (29%) (Kubayi, 2020). Esto puede ser explicado por el incremento de la fatiga (en la segunda parte los jugadores recorren menores distancias totales y a alta intensidad) (Di Salvo et al., 2007, 2009; Strauss et al., 2019) que puede causar una reducción de la eficacia técnica de los jugadores y, por tanto, incrementar el número de errores durante los últimos periodos de cada parte, especialmente en la segunda.

En relación a la acción de gol el 23% de los goles ocurren en una acción individual, resultados en concordancia con Armatas (2006) aunque en otros estudios que comparan partidos de fútbol masculino y femenino describen que las mujeres realizan menos acciones individuales que los hombres (Taylor et al., 2010). Esto podría ser consecuencia de la falta de consenso a la hora de definir esta acción. Analizando el lugar de finalización los resultados respaldan estudios previos, la mayoría de los goles se marcan desde zonas centrales, especialmente en el área de penalty (37.3%) (Armatas & Mitrotasios, 2013; Wright et al., 2017) pero se esperaba que las mujeres tuvieran una mayor eficacia en los tiros desde fuera del área que los hombres como consecuencia de la menor fuerza muscular en mujeres que en hombres (Taylor et al., 2010). En nuestro estudio los resultados difieren, ambos tienen el mismo porcentaje de goles desde fuera del área, lo que es respaldado por otras investigaciones previas (Gomez et al, 2009). En relación al espacio de la portería encontramos que el 60.9% de los goles se marcan por la zona baja, resultados similares a los mostrados por De Andrade et al. (2015)

Gonzalez-Rodenas et al. (2017) describen la relación entre un contraataque exitoso y su zona de iniciación, mostrando que la mayoría de ellos comienzan en la zona central del campo rival. El presente estudio también muestra esta relación, un 47.1% de los

contraataques comienza en la zona central del campo adversario. Esto puede ser explicado porque hay menos distancia a la portería rival y menos rivales que superar, destacando la importancia de planear la presión defensiva para robar el balón en las zonas centrales para ser más efectivos (Sanjurjo et al., 2015).

En cuanto a la relación entre la acción previa al gol y la acción de gol hemos observado que las acciones laterales finalizan con un golpeo al primer toque. Teniendo en cuenta la preponderancia de jugadoras diestras y el uso prioritario de la zona derecha del campo anteriormente comentado, el tiro al primer toque hacia la parte izquierda de la portería es el tiro más natural (Nagasawa et al., 2011). Estudios previos han mostrado que el sprint en línea recta es la acción previa al gol más frecuente (61%), y que en el 81% de los casos esta acción se desarrolla sin el balón (por ejemplo acciones al primer toque) y en el 62% de las ocasiones el jugador que marca el gol realiza al menos una acción de alta intensidad (Faude et al., 2012). Nuestros resultados muestran que el 62% de los goles son marcados en una acción al primer toque en el fútbol de élite femenino. Aunque los jugadores de fútbol masculino son más explosivos y realizan más acciones con una alta exigencia de potencia física (Bradley et al., 2014; Cardoso de Araújo et al., 2018) los goles al primer toque fueron similares entre ambos sexos.

Analizando los remates desde las zonas centrales observamos que la mayoría de ellos fueron hacia la parte baja de la portería quizás porque es un tiro de mayor seguridad (López-Botella, 2017) junto con una posible falta de variabilidad técnica (Hjelm, 2011). La tendencia a rematar cruzado desde las zonas laterales puede ser explicada debido a que hay mayores espacios vacíos en el lado opuesto de la portería ya que el portero normalmente está defendiendo su poste cercano (Welsh, 2014). La mayoría de los remates frontales se dirigen hacia la parte alta de la portería rival y la parte baja derecha, esto puede ser debido a las dificultades físicas y técnicas de las porteras para alcanzar estas zonas (Alcock, 2010).

A pesar de ser el primer estudio en analizar las características de los goles anotados por jugadoras de fútbol de élite este estudio no está exento de limitaciones. La principal limitación fue que el análisis se desarrolló únicamente durante de la primera mitad de la temporada. Aunque la temporada competitiva 2019/20 se caracterizó por el COVID-19 y un periodo de confinamiento precipitó el final de la temporada, sin embargo estudios previos que analizan la acción más frecuente en situaciones de gol en fútbol profesional masculino, presentan análisis similares registrando solo los goles de media temporada

(Faude et al., 2012). Por otro lado, el uso de análisis mediante visualización en vídeo para determinar las diferentes acciones cuando se anota un gol está sujeto a cierto grado de subjetividad. Además, se debe tener en cuenta que los actuales resultados se han obtenido analizando una liga profesional femenina, por lo que la transferencia de estos a otras ligas o niveles competitivos debe realizarse con cautela.

Podemos resaltar tres cuatro principales que se deberían entrenar para mejorar el rendimiento en el fútbol femenino, a) la predominancia de goles en los últimos minutos de cada parte que componen el encuentro muestran la vital importancia de mantener el rendimiento físico hasta el final del partido, c) La importancia de la transición defensiva y las vigilancias defensivas debido al gran número de robos en zonas centrales del campo propio, que permiten una rápida transición cerca de la portería, c) las porteras deben prestar especial atención a las zonas bajas de la portería porque la mayoría de los goles se marcan por esas zonas, d) se debe entrenar la variabilidad del golpeo con las delanteras para que así sea más difícil para las porteras anticipar la dirección del tiro. Estos resultados pueden ser de utilizad a la hora de plantear las estrategias defensivas y ofensivas durante la competición y los métodos de entrenamiento.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio sugieren que el juego dinámico, posicional y al primer toque son las acciones predominantes previas al gol el fútbol femenino de élite. Es importante prestar atención al alto número de robos en la zona central del campo propio. Un alto número de los goles se anota en los últimos 15 min del partido, pero los equipos que marcan el primer gol pierden únicamente un 10% de los partidos. Se encontró una interesante relación entre el espacio de la portería y el lugar de finalización mostrando que la mayoría de los goles entran por la zona baja de la portería. Pese a que los resultados de previos estudios muestran que las mujeres futbolistas no tira desde zonas lejanas, en nuestro estudio hemos encontrado casi el mismo número de goles desde fuera del área que en fútbol masculino.

Referencias

Alcock, A. (2010). European Journal of Sport Science Analysis of direct free kicks in the women ' s football World Cup 2007 Analysis of direct free kicks in the women ' s football World Cup 2007. *European Journal of Sport Science*, 10(October 2014), 37-41. <https://doi.org/10.1080/17461390903515188>

- Armatas, V. (2006). Evaluation of the goal scoring patterns in European Championship in Portugal 2004 . *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(April), 178-188. <https://doi.org/10.1080/24748668.2006.11868366>
- Armatas, V., & Mitrotasios, M. (2013). Analysis of Goal Scoring Patterns in the 2012 European Football Championship. *The Sport Journal*, January.
- Armatas, V., Yiannakos, A., Galazoulas, C., & Hatzimanouil, D. (2007). Goal scoring patterns over the course of a match: Analysis of Women' s high standard soccer matches. *Physical training*, January(1), 1-9.
- Bradley, P. S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J., & Wilkie, A. (2014). Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human Movement Science*, 33(1), 159-171. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.024>
- Cardoso de Araújo, M., Baumgart, C., Jansen, C. T., Freiwald, J., & Hoppe, M. W. (2018). Sex Differences in Physical Capacities of German Bundesliga Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(8), 2329-2337. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002662>
- De Andrade, M. T., Santo, L. C. E., Andrade, A. G. P., & Oliveira, G. G. A. (2015). Análise dos gols do Campeonato Brasileiro de 2008—Série A. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 37(1), 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2013.04.001>
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924294>
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-631.
- Gomez, M., Alvaro, J. , Barriopedro, M. (2009). Behaviour patterns of finishing plays in female and male soccer. *Kronos: la revista científica de actividad física y deporte*, 15, 15-24.

González-Ródenas, J., López-Bondia, I., Aranda-Malavés, R., Tudela Desantes, A., Sanz-Ramírez, E., & Aranda Malaves, R. (2019). Technical, tactical and spatial indicators related to goal scoring in European elite soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*, *15*(1), 186-201. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.151.17>

Gonzalez-Ródenas, J., Lopez-bondia, I., Calabuig, F., Pérez-turpin, A., Aranda, R., & Antonio, J. (2017). Association between playing tactics and creating scoring opportunities in counterattacks from United States Major League Soccer games Association between playing tactics and creating scoring opportunities in counterattacks from United States Major League. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *16*(November), 737-752. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868920>

Hjelm, J. (2011). The bad female football player: Women's football in Sweden. *Soccer and Society*, *12*(2), 143-158. <https://doi.org/10.1080/14660970.2011.548352>

Ingebrigtsen, J., Brochmann, M., Castagna, C., Bradley, P. S., Ade, J., Krustup, P., & Holtermann, A. (2014). Relationships between field performance tests in high-level soccer players. *Journal of Strength Conditioning Research*, *28*(4), 942-949. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1f861>

Krustup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: Importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(7), 1242-1248. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000170062.73981.94>

Kubayi, A. (2020). Analysis of Goal Scoring Patterns in the 2018 FIFA World Cup. *Journal of Human Kinetics*, *71*(1), 205-210. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0084>

Kubayi, A., & Toriola, A. (2019). Trends of Goal Scoring Patterns in Soccer: A Retrospective Analysis of Five Successive FIFA World Cup Tournaments. *Journal of Human Kinetics*, *69*(September), 231-238. <https://doi.org/10.2478/hukin>

Lago-Ballesteros, J., & Lago-Peñas, C. (2010). Performance in team sports: Identifying the keys to success in soccer. *Journal of Human Kinetics*, *25*(1), 85-91. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0035-0>

Lago-Peñas, C., & Dellal, A. (2010). Ball possession strategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: The influence of situational variables. *Journal of Human Kinetics*, *25*(1), 93-100. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0036-z>

- Lago-Peñas, C., Gomez, M. Á., & Pollard, R. (2017). Home advantage in elite soccer matches. A transient effect? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *17*(1-2), 86-95. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1304024>
- Lago-Peñas, C., Gómez, M. A., Viaño, J., González-García, I., & De Los Ángeles Fernández-Villarino, M. (2013). Home advantage in elite handball: The impact of the quality of opposition on team performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *13*(3), 724-733. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868684>
- Lago-Peñas, C., & Gómez-López, M. (2014). How important is it to score a goal? The influence of the scoreline on match performance in elite soccer. *Perceptual and Motor Skills*, *119*(3), 774-784. <https://doi.org/10.2466/23.27.PMS.119c32z1>
- Lago-peñas, C., & Lago-ballesteros, J. (2011). Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, *10*(September), 465-471.
- Maneiro, R., Losada, J. L., Casal, C. A., & Ardá, A. (2020). The Influence of Match Status on Ball Possession in High Performance Women' s Football. *Frontiers in Psychology*, *11*(March), 487. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00487>
- Mentiplay, B. F., Mosler, A. B., Crossley, K. M., Carey, D. L., Sakadjian, K., Bodger, R., Shipperd, B., & Bruder, A. M. (2019). Lower limb musculoskeletal screening in elite female Australian football players. *Physical Therapy in Sport*, *40*, 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.08.005>
- Mitrotasios, M., & Armatas, V. (2012). Analysis of goal scoring patterns in the 2012 European Football Championship. *The Sport Journal*, *50*, 1-9.
- Nagasawa, Y., Demura, S., Matsuda, S., Uchida, Y., & Demura, T. (2011). Effect of differences in kicking legs, kick directions, and kick skill on kicking accuracy in soccer players. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, *7*(4). <https://doi.org/10.2202/1559-0410.1339>
- Njororai, W. (2005). Analysis of the goals scored at the 17th World Cup Soccer Tournament in South Korea-Japan 2002. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, *10*(4). <https://doi.org/10.4314/ajpherd.v10i4.24678>
- Palao, M. López-Botella, J. M. (2017). Relationship between laterality of foot strike and shot zone on penalty efficacy in specialist penalty takers. *International Journal of*

Performance Analysis in Sport ISSN:, 7, 26-36.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2007.11868407>

Pollard, R. (2006a). Home Advantage in Soccer: Variations in Its Magnitude and a Literature Review of the Inter-Related Factors Associated with Its Existence. *Journal of Sport Behavior*, 29(2), 169.

Pollard, R. (2006b). Worldwide regional variations in home advantage in association football. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 231-240.
<https://doi.org/10.1080/02640410500141836>

Sampedro, J., & Prieto, J. (2012). El efecto de marcar primero y la ventaja de jugar en casa en la liga de fútbol y en la liga de fútbol sala de España. *Revista de Psicología del Deporte*, 21, 301-308.

Sanjurjo, C., Alberto, C., López, L., Luis, J., Suárez, A., Alberto, C., Sanjurjo, C., Luis, J., López, L., & Suárez, A. (2015). Análisis de los factores de rendimiento de las transiciones ofensivas en el fútbol de alto nivel. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 103-110.

Škegro DMilanović, Ds. G. (2012). Performance Analysis in Sport. 4th International Scientific Conference “Contemporary Kinesiology” (2012) 1-8.

Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The use of GPS analysis to quantify the internal and external match demands of semi-elite level female soccer players during a tournament. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(1), 73-81.

Taylor, J. J., Mellalieu, D. S., & James, N. (2005). A comparison of individual and unit tactical behaviour and team strategy in professional soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(2), 87-101.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2005.11868329>

Taylor, P., Althoff, K., Kroiher, J., & Hennig, E. M. (2010). A soccer game analysis of two World Cups: Playing behavior between elite female and male soccer players. *Footwear Science*, 2(October 2013), 51-56. <https://doi.org/10.1080/19424281003685686>

Tenga, A., Holme, I., Ronglan, L. T., & Bahr, R. (2010). Effect of playing tactics on goal scoring in norwegian professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 237-244.
<https://doi.org/10.1080/02640410903502774>

Vescovi, J. D. (2012). Sprint speed characteristics of high-level American female soccer players: Female Athletes in Motion (FAiM) Study. *Journal of Science and Medicine in Sport, 15*(5), 474-478. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.03.006>

Vescovi, J. D., & Favero, T. G. (2014). Motion characteristics of women's college soccer matches: Female athletes in motion (faim) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 9*(3), 405-414. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2013-0526>

Wright, C., Atkins, S., Polman, R., Jones, B., & Sargeson, L. (2017). Factors Associated with Goals and Goal Scoring Opportunities in Professional Soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 11*, 438-449.

4.4 ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN DE LA CARGA EN JUGADORAS DE FÚTBOL SUPLENTE: EFECTOS EN LA SESIÓN Y EL MICROCILO

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar y comparar los efectos en la carga externa de diferentes estrategias de compensación de la carga de competición en jugadoras de fútbol que disputan menos de 60 min en competición. Se registró la carga externa de entrenamiento y competición de 14 jugadoras de fútbol pertenecientes al equipo filial de un equipo de la Primera División Española (Liga Iberdrola). En la primera sesión después del partido (MD+1), las jugadoras suplentes (<60 min en el partido previo) realizaron una de las estrategias compensatorias: *running based drills* (RBD), *small sided games* (SSG) o una intervención mixta combinando las dos anteriores (RBD+SSG). Durante esta sesión las jugadoras titulares (>60 min en el partido previo) llevaron a cabo una sesión de recuperación. Se observó una gran diferencia en la carga de cada una de las estrategias compensatorias y partido (MD). Mientras RBD muestra mayores distancias a alta intensidad y sprint y menores aceleraciones, SSG menor distancia a alta intensidad, sprint y velocidad máxima y RBD+SSG registra menores aceleraciones en comparación con el partido. Además, las jugadoras suplentes recorrieron mayores distancias a alta intensidad y sprint en la intervención RBD y mayores aceleraciones en la SSG en el total del microciclo que las jugadoras titulares. Por tanto, la combinación de RBD+SSG durante el MD+1 puede ser recomendable en las jugadoras suplentes para compensar la carga externa de partido.

Palabras claves: entrenamiento, rendimiento, fútbol, mujer, deportes de equipo.

Introducción

El fútbol femenino ha incrementado su popularidad en todos los niveles (Milanović et al., 2017) y está experimentando un gran crecimiento en el impacto en los medios de comunicación, competitividad y desarrollo físico de las jugadoras (Maneiro et al., 2020). Prueba de ello es que en la Copa del Mundo Femenina de 2019 las distancias recorridas a alta intensidad (HID, 19-23 km/h) se incrementaron un 15% mientras que la distancia recorrida a sprint (SPD, >25 km/h) lo hizo en un 29% en comparación con la Copa del Mundo de 2015 (Bradley & Scott, 2020). Para manejar este aumento en las demandas del juego es necesario optimizar la periodización del entrenamiento a través de la manipulación del volumen e intensidad de las sesiones del microciclo de entrenamiento (Thornton et al., 2020) y aplicar métodos que reproduzcan la carga externa de competición. Para lograr este objetivo, se han aplicado diferentes estrategias de entrenamiento en fútbol femenino como entrenamiento interválico de alta intensidad (Datson et al., 2019), juegos reducidos (Gabbett & Mulvey, 2008) o entrenamientos pliométrico (Dolci et al., 2021; Ramirez-Campillo et al., 2020). Aunque desde nuestro conocimiento, el impacto de estas estrategias en la carga de entrenamiento diferenciando entre las jugadoras titulares y suplentes no se ha considerado.

Estudios previos han demostrado que los jugadores titulares acumulan una mayor carga a lo largo de la temporada que los jugadores suplentes de distancia total (TD, 22%), HID (47%) y SPD (74%), así como una mayor percepción subjetiva de carga (29%) (Anderson et al., 2016; Los Arcos et al., 2017). Además, la principal característica que diferencia a los jugadores titulares de los suplentes es la mayor participación durante la competición, acumulando así mayores cargas físicas y fisiológicas durante el microciclo. Este mayor estímulo hace que se puedan producir diferencias en la condición física entre los jugadores titulares y los suplentes, como se ha observado en el CMJ (Morgans et al., 2018). En línea con estos resultados Jajtner et al. (2013) observaron en jugadoras de la Primera División Universitaria de EEUU que las titulares mejoraban la velocidad máxima tras ocho semanas de competición mientras que las jugadoras suplentes no mostraron cambios. En consecuencia, debido a los posibles desequilibrios de carga y por tanto, de condición física entre jugadoras (titulares y suplentes), los entrenadores y preparadores físicos necesitarán adaptar las cargas de entrenamiento (Curtis et al., 2019). De acuerdo con esto, será necesario implementar estrategias de compensación del entrenamiento con

las jugadoras que disputan menos minutos con el objetivo de mejorar/mantener su condición física (Martín-García et al., 2018).

Se han propuesto diferentes estrategias de compensación del entrenamiento para evitar la reducción en las capacidades físicas de los jugadores que disputan menos minutos en competición. Ade et al. (2014) observaron que los jugadores recorren mayor HID y SPD en los RBD respecto a los SSG. Sin embargo, el entrenamiento mediante SSG producía mayores aceleraciones y deceleraciones. Además, cuando los jugadores suplentes son compensados con SSG en la primera sesión después del partido (MD+1), recorren mayor TD, distancia a alta potencia metabólica (HMLD), ACC y DECC pero la HID y SPD apenas fueron desarrolladas (Martín-García et al., 2018). Por lo tanto, son necesarios estudios que analicen las estrategias de entrenamiento para simular la carga de partido y compensen la carga del microciclo en los jugadores suplentes, especialmente en fútbol femenino ya que no existe ningún estudio previo en la literatura.

El objetivo principal de este estudio fue analizar y comparar la carga externa de diferentes estrategias compensatorias (RBD, SSG y RBD+SSG) respecto a la carga de partido en los jugadores suplentes de fútbol. Además, se comparó la carga total semanal entre titulares y suplentes en función de la estrategia de compensación aplicada. En base a previos estudios (Curtis et al., 2019; Martín-García et al., 2018) nuestra hipótesis es que la estrategia que combina SSG+RBD reproducirá mejor la carga de partido, ya que los RBD producirán mayores demandas de HID que la competición y los SSG mayores aceleraciones y deceleraciones.

Método

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de medidas repetidas para comparar la carga generada por tres intervenciones diferentes (RBD, SSG y RBD +SSG). Durante MD+1 las jugadoras eran asignadas a un Grupo de Recuperación (titulares) o a un Grupo de Compensación (suplentes) en función de los minutos disputados en el partido previo (Grupo de Recuperación: >60 minutos; Grupo de Compensación: <60 minutos) (Martín-García et al., 2018). La intervención consistió en la suplementación del entrenamiento de las jugadoras con tres estrategias de entrenamiento diferentes (RBD, SSG y RBD +SSG), cada una realizada de forma independiente en MD+1, durante tres semanas consecutivas.

Cada semana de intervención estaba compuesta por cuatro sesiones de entrenamiento (MD+1: la primera sesión después del partido, sin ningún día de recuperación; MD-3, MD-2 y MD-1: tres, dos y una sesión antes del siguiente partido respectivamente) y un partido oficial (MD). La distribución normal de la semana de entrenamiento competitiva durante los tres meses previos a la intervención fue la siguiente: sesión recuperatoria o compensatoria, resistencia, táctica y activación en MD+1, MD-3, MD-2 y MD-1 respectivamente (Buchheit et al., 2018). Durante cada sesión de entrenamiento y partido se registró la carga externa y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), así como un cuestionario de wellness en MD-3. Todas las sesiones de entrenamiento se realizaron en la misma superficie de juego (campo de hierba artificial de tercera generación) y a la misma hora (7:30 p.m). Los partidos se jugaron en campos de dimensiones similares (100 x 64 m) y de hierba artificial.

Participantes

Catorce jugadoras (edad: 21.7 ± 1.7 años; altura: 164.3 ± 5.1 cm; peso: 55.8 ± 6.9 kg; e índice de masa corporal: 20.7 ± 1.6 kg/m²) participaron de forma voluntaria en el estudio. Los datos se registraron durante la temporada 2020-2021, en la mitad del periodo competitivo, todas las participantes pertenecían al mismo equipo filial de un equipo de Primera División Española (Liga Iberdrola). Las porteras fueron excluidas del análisis debido a su rol específico. Las jugadoras que habían sufrido alguna lesión en los dos meses previos al inicio del estudio o que no completaron el 100% de las sesiones de intervención fueron excluidas del análisis. Antes del comienzo del estudio todas las jugadoras fueron informadas de los objetivos del estudio, riesgos y beneficios y firmaron un consentimiento informado. El estudio se llevó a cabo de acuerdo con los requerimientos de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de León código: 004–2021.

Procedimiento

Estrategias de compensación

Durante la sesión MD+1 las jugadoras titulares realizaron una sesión de recuperación (MD+1), que consistía en 15 minutos de figura técnica seguidos por un SSG de 4 vs 4 en una superficie de 15 x 15 m durante 8 minutos y para finalizar ejercicios regenerativos (i.e. foam roller, movilidad, estiramientos). Además del entrenamiento normal, las jugadoras suplentes realizaron una de las siguientes intervenciones cada semana:

- RBD: las jugadoras realizaban una tarea basada en los *Running Based Drills* esta estrategia de entrenamiento combinó la realización de una tarea del método de entrenamiento SEP que consistía en 2 x 6 x 20 s *all out* sprints con 90 s de recuperación activa y un RSA consistente en 2 x 5 x 25 m de sprint seguidos de un remate con 25 s de recuperación pasiva.
- SSG: las jugadoras realizaban un 4 vs 4 (25 x 20 m, EII = 62.5 m²), con una duración total de 12 minutos repartidos en 3 series de 4 minutos separadas por 90 s de recuperación pasiva y un 4 vs 4 con porteras (20 x 15 m, 37.5 m²), mediante dos series de 8 minutos con 120 s de recuperación pasiva.
- RBD+SSG (intervención mixta): las jugadoras realizaban una *repeated sprint drill* consistente en 2 x 5 x 25 m de sprint seguidos de un remate a portería con 25 s de recuperación pasiva entre repeticiones y 5 minutos entre series y un SSG de 4 vs 4 (25 x 20 m, EII = 62.5 m²) formado por 3 series de 4 minutos separadas por 90 s de recuperación pasiva.

Cuantificación de la carga externa

La carga externa se registró de forma individual para cada jugadora mediante un sistema de posicionamiento global (GPS) de 10 Hz con un acelerómetro triaxial integrado de 100 Hz (WIMU PRO, RealTrack Systems, Almería, España). Esta tecnología ha sido utilizada de forma previa en fútbol para cuantificar las demandas de entrenamiento y competición (Gómez-Carmona et al., 2018; Muñoz-Lopez, Granero-Gil, et al., 2017) y demostró altos niveles de validez y fiabilidad (%TEM: 1.47) (Bastida Castillo et al., 2018). La unidad GPS (70 g; 81 × 45 × 16 mm) se encendía 15 minutos antes del comienzo del entrenamiento o competición, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, y se colocaba en el chaleco específico, que lo sujetaba en la zona media de las dos escápulas. Para evitar la variabilidad inter unidad cada jugadora utilizó el mismo dispositivo durante toda la fase experimental (Bastida Castillo et al., 2018). Después de cada sesión de entrenamiento y partido se descargaban los datos de los GPS con el software específico (WIMU PRO, Almería, España) en un ordenador personal y se exportaban para su posterior análisis. Se registró la distancia total (TD), distancia relativa (RD), distancia a alta intensidad (HID, >19 km/h), distancia a sprint (SPD, >23 km/h), aceleraciones de alta intensidad (ACC, >3 m/s²), deceleraciones de alta intensidad (DECC, > -3m/s²) y velocidad máxima (MSS). Son umbrales similares a los utilizados previamente en fútbol

femenino (Bradley & Vescovi, 2015). El número medio de satélites registrando datos durante el estudio fue de 10.1 ± 1.0 y la dilución horizontal de precisión fue 0.96.

Cuantificación de la carga interna y wellness.

Se utilizó la escala analógica de 0 al 10 para registrar la percepción de esfuerzo de las jugadoras a los 30 minutos de finalización de la sesión de entrenamiento (Foster et al., 2001). Además, cada valor individual de RPE se multiplicó por los minutos de la sesión para obtener la carga del entrenamiento (sRPE) (Scott et al., 2020). Todas las participantes estaban familiarizadas con la escala ya que la utilizaban habitualmente en los entrenamientos y partidos. Por otro lado, las jugadoras rellenaban un cuestionario de *wellness* a primera hora de la mañana en MD-3. Los ítems del cuestionario incluían calidad del sueño, estrés, fatiga y dolor muscular en una escala Likert de 7 puntos (Gallo et al., 2017; Scott et al., 2020). Las jugadoras calificaban en la escala cuanto estaban de acuerdo (1- completamente de acuerdo) o en desacuerdo (7- completamente en desacuerdo). Se calculó la suma de los 4 ítems para obtener el Hooper's Index (Gallo et al., 2017; Scott et al., 2020).

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar (SD). Se verificó la normalidad de la muestra mediante el Shapiro-Wilk's Test. Se realizó un ANOVA de una vía para comparar todas las variables analizadas en las diferentes estrategias de entrenamiento (RBD, SSG y RBD+SSG) y el MD. La comparación por pares se realizó mediante el post hoc test de Bonferroni's. Además, se utilizó una prueba t de muestras independientes para analizar las diferencias en la carga externa entre jugadoras titulares y suplentes en cada microciclo y sesión de entrenamiento. El nivel de significancia estadística se fijó en $p < 0.05$. En análisis estadístico se realizó mediante el software específico SPSS (version 25.0, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

Resultados

La Tabla 25 muestra los resultados de carga externa de cada intervención de entrenamiento y competición. En la intervención mediante SSG y RBS+SSG las jugadoras recorrieron significativamente ($p < 0.05$) menos RD que en MD y RBD. En RBD, las jugadoras recorrieron significativamente ($p < 0.05$) más distancia absoluta y relativa a HID y SPD que en MD. Mediante los SSG se recorrió menos ($p < 0.05$) HID y SPD que en MD. Sin embargo, en la intervención RBD+SSG las jugadoras recorrieron

similar HID y mayor SPD ($p < 0.05$) que en competición. Únicamente la intervención mediante SSG alcanzó similares ACC que el MD.

Tabla 25: Carga externa de cada estrategia de compensación del entrenamiento y el partido en mujeres futbolistas de élite.

	MD	RBD	SSG	RBD+SSG
Distancia total (m)	8257±1229	5463±149*	4385±300*	3614±277*†
Distancia relativa (m/min)	94.6±8	90.9±4	69.4±5*†	62.9±6*†
Distancia a alta intensidad (m)	281.3±99.6	964.5±233.3*	4.9±5.7*†	202.7±28†‡
Distancia a alta intensidad relativa (m/min)	3.5±1.5	16.1±3.9*	0.1±0.1*†	3.5±0.5†‡
Distancia a sprint (m)	45.8±41.6	147.1±59.4*	0.0±0.0†*	112.2±57.2*‡
Distancia a sprint relativa (m/min)	0.6±0.5	2.5±0.9*	0.0±0.0†	1.9±0.9*‡
Aceleraciones de alta intensidad (n°)	23.9±5.6	12.0±3.8*	17.0±6.4	16.1±3.7*
Deceleraciones de alta intensidad (n°)	44.9±10.9	10.7±4.2*	28.0±8.9*	20.5±6.2*
Aceleraciones de alta intensidad (n°/min)	0.3±0.1	0.2±0.1	0.3±0.1	0.3±0.1
Deceleraciones de alta intensidad (n°/min)	0.5±0.1	0.2±0.1*	0.4±0.1†	0.4±0.1†
Velocidad máxima (km/h)	24.6±1.9	25.9±1.5	19.5±1.5*†	24.4±1.8‡
Sesión RPE (AU)	555.3±175.3	495.0±57.4	261.0±31.8*†	330.8±31.5*

MD = competición; RBD = *Running based drills*; SSG = *Small sided games*; RBD + SSG = intervención mixta; * = diferencias significativas con MD; † = diferencias significativas con RBD; ‡ = diferencias significativas con SSG.

Cuando se realizó la intervención RBD las jugadoras suplentes recorrieron significativamente una mayor ($p < 0.05$) HID y SPD y menor ACC y DECC que las titulares (Tabla 26). Las suplentes recorrieron significativamente menor ($p < 0.05$) TD y ACC que las titulares cuando se realizó la intervención mediante SSG. De forma similar, en la intervención RBD+SSG las suplentes recorrieron significativamente menor ($p <$

0.05) TD que las titulares. Las jugadoras suplentes mostraron una mayor ($p < 0.05$) TD y MSS relativa al partido que las titulares en todas las estrategias de entrenamiento (Figura 12). Además, las suplentes realizaron más ($p < 0.05$) HID & SPD, DECC & HID y SPD y ACC en RBD, SSG y RBD+SSG, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre titulares y suplentes en la percepción de *wellness* en ninguna de las tres intervenciones (~14 AU) (Figura 11).

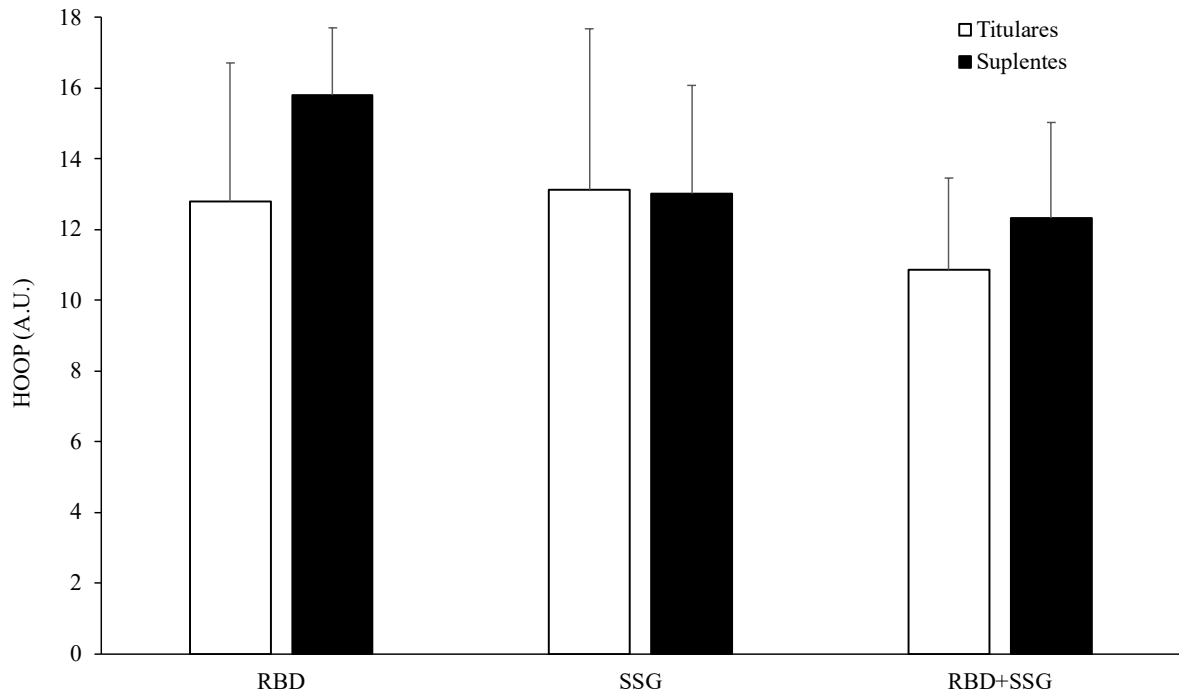


Figura 11: Resultados del *wellness* en función de la estrategia de entrenamiento empleada. MD = competición; RBD = Running based drills; SSG = Small sided games; RBD + SSG = Intervención mixta.

Tabla 26: Carga externa acumulada en el microciclo de entrenamiento entre las jugadoras titulares y suplentes en cada una de las estrategias de compensación del entrenamiento.

	RBD		SSG		RBD+SSG	
	S	NS	S	NS	S	NS
Distancia total (m)	25603±2995	22513±1752	25308±1988	20689±1620*	25986±1275	21312±2861*
Distancia relativa (m/min)	65.7±5.3	69.6±4.4	66.6±5.1	66.7±6.4	69.3±4.9	66.8±8.3
Distancia a alta intensidad (m)	730.5±281.2	1165.3±521.5*	545.3±181.5	365.1±209.4	705.1±272.4	624.5±125.0
Distancia a alta intensidad relativa (m/min)	1.9±0.7	3.6±1.6*	1.5±0.5	1.2±0.7	2.1±0.7	1.9±0.3
Distancia a sprint (m)	86.8±55.3	170.9±54.7*	89.4±73.9	55.8±50.5	137.7±92.5	179.4±96.4
Distancia a sprint relativa (m/min)	0.35±0.2	0.7±0.4	0.21±0.2	0.2±0.2	0.32±0.2	0.57±0.3
Aceleraciones a alta intensidad (n°)	91.3±24.3	58.6±8.7*	104.0±22.3	80.2±8.9*	97.5±22.4	83.6±31.5
Deceleraciones a alta intensidad (n°)	0.2±0.1	0.2±0.0	0.3±0.1	0.3±0.0	0.3±0.1	0.3±0.1
Aceleraciones a alta intensidad (n°/min)	136.0±21.2	94.8±25.8*	146.8±19.9	123.4±43.0	157.1±21.8	116.0±46.2
Deceleraciones a alta intensidad (n°/min)	0.3±0.1	0.3±0.1	0.4±0.1	0.4±0.2	0.4±0.1	0.4±0.1
Velocidad máxima	21.9±1.0	22.9±0.8	22.4±0.8	23.0±1.9	22.6±1.5	22.5±1.2
sRPE (AU)	1671.1±388.4	1587.4±193.1	1594.5±369.1	1471.4±254.1	1708.4±429.0	1518.5±195.1

N = titular; NS = suplente; * = diferencias significativas con titulares; MD = competición; RBD = *Running based drills*; SSG = *Small sided games*;

RBD + SSG = intervención mixta

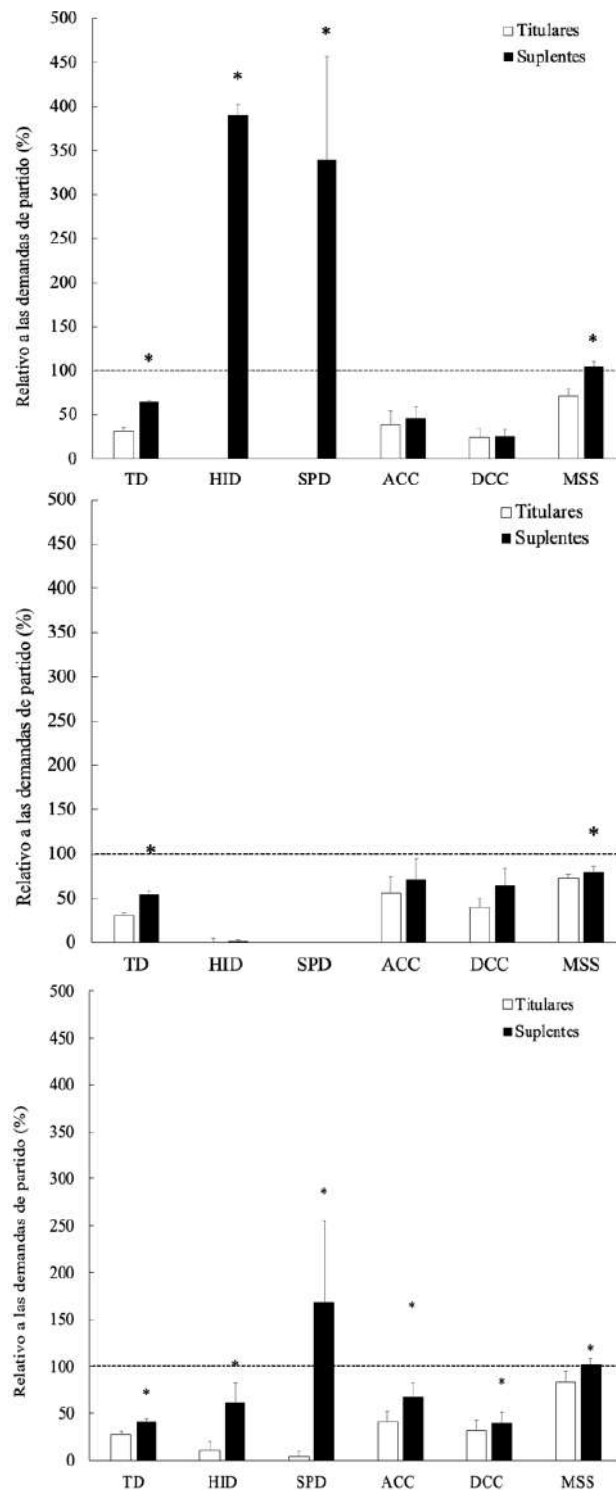


Figura 12: Carga externa de las estrategias de entrenamiento: A) Running Based Drills (RBD), B) Small Sided Games (SSG) y C) Intervención mixta (RBD +SSG) el MD+1 relativas a las demandas de partido. TD = Distancia total; HID = Distancia a alta intensidad; SPD = Distancia a sprint; ACC = Aceleraciones; DECC = Deceleraciones y MSS = Velocidad máxima. *= diferencias significativas entre titulares y suplente.

Discusión

Desde nuestro conocimiento, este es el primer estudio que compara diferentes estrategias de entrenamiento compensatorio con el objetivo de replicar las demandas de competición e igual la carga del microciclo de entrenamiento entre jugadoras titulares y suplentes de fútbol. Nuestros resultados muestran que las jugadoras están expuestas a mayores cargas en la competición que en las sesiones de entrenamiento. Aunque los RBD permiten a las jugadoras alcanzar altas distancias a alta intensidad y sprint, aumentando la acumulación semanal de carga de estas variables, mientras que los SSG suponen mayor acumulación semanal de aceleraciones.

El partido representa el mayor estímulo, en términos de carga externa e interna en futbolistas profesionales (Morgans et al., 2018), lo cual es relevante ya que los jugadores titulares recorren más HID y SPD que los suplentes, lo que puede provocar diferentes niveles de adaptación (Dudley et al., 1982). Por lo tanto, se deben aplicar estrategias de compensación del entrenamiento con los suplentes para mantener o incrementar su condición física (Martín-García et al., 2018). Nuestros resultados muestran que en MD+1 mediante RBD las jugadoras recorren más HID y SPD que en MD y que en las otras estrategias de entrenamiento (SSG y RBD+SSG). En tareas de entrenamiento de *speed endurance production* (1 vs 1, 8 series de 30 s con 120 s de recuperación) y *maintenance endurance production* (2 vs 2, 8 series de 60 s con 60 s de recuperación) los jugadores recorren más distancias a altas intensidades (19.9-25-2 km/h) en comparación con su respectivo SSGs (Ade et al., 2014). No es sorprendente que la sRPE en la intervención mediante RBD sea significativamente más alta que en la estrategia de SSG. Las mayores HID y SPD encontradas en los RBD hacen que sea una estrategia adecuada para el entrenamiento de sprint y alta intensidad en fútbol. En este sentido, Lupo et al. (2019) y Arslan et al. (2020) observaron que los entrenamientos que incluían RBD eran más efectivos para mejorar el rendimiento de sprint (20 m) que las tareas específicas de fútbol en futbolistas jóvenes.

La capacidad de sprint es fundamental para el rendimiento de las jugadoras de fútbol permitiendo generar ventajas en situaciones ofensivas y defensivas (Datson et al., 2017). Además, la exposición a dosis de velocidad máxima reduce el riesgo de lesión (Malone, Roe, et al., 2017), así que los jugadores deben realizar sprints en las sesiones de entrenamiento de forma controlada (Gabbett, 2016). RBD y RBD+SSG requieren una velocidad máxima similar a las demandas de MD (~25 km/h), también reportada para

jóvenes de fútbol (23-26 km/h) (Vescovi & Favero, 2014). Por lo tanto, estas intervenciones estimulan la velocidad en valores similares a la máxima velocidad de competición. Además, los RBD han mostrado tener un efecto positivo en el rendimiento en el sprint en línea recta y el cambio de dirección en comparación con los SSG (Clemente et al., 2021). Por ello, esta estrategia de entrenamiento puede ser utilizada en MD+1 para reducir las diferencias entre las jugadoras titulares y suplentes, permitiendo mantener una buena condición física global en el equipo.

Por otro lado, los resultados muestran que los SSG no estimulan las actividades de alta intensidad (HID o SPD) en las jugadoras suplentes. Köklü et al. (2020) mostraron que cuando se sustituían 60 s de SSG por RBD (15 + 15 s) los jugadores incrementaban significativamente las distancias recorridas en zonas de alta intensidad (>14 km/h) independiente del número de jugadores del SSG (3 vs 3 y 4 vs 4). En los SSGs, las pequeñas dimensiones del campo, el *ceiling effect*, y los requerimientos de un alto nivel de eficacia técnica y táctica limitan las capacidades de los jugadores para alcanzar distancias a alta intensidad y sprint (Hill-Haas et al., 2009). Esto explica por qué en los SSGs las jugadoras no alcanzan valores de intensidad similares a las alcanzadas en competición y a las otras dos estrategias de entrenamiento compensatorio diseñadas donde se realizan acciones analíticas. La MSS alcanzada en los SSGs fue significativamente más baja que en los RBD, los RBD+SSG y MD. Implementar SSGs en espacios más grandes puede permitir que los jugadores alcancen mayores velocidades (Hill-Haas et al., 2011) y recorran mayor HID (Clemente, 2020), disminuyendo así estas diferencias.

La capacidad de aceleración de los jugadores aumenta su rendimiento específico en campo y ayuda en la prevención de lesiones (Mara et al., 2017). El número de ACC realizadas por las jugadoras de fútbol en nuestro estudio fue inferior al reportado por estudios previos (Mara et al., 2017; Meylan et al., 2017). Esto puede ser debido a las diferencias en los niveles competitivos entre los equipos (élite vs subélite) o los umbrales para determinar las ACC (>2.26 m/s² o >3 m/s²). Únicamente la intervención mediante SSGs reprodujo el número de ACC que las jugadoras experimentan durante la competición. Estos resultados están en concordancia con los expuestos por Ade et al (2014), que observaron que se producen un mayor número de ACC en las tareas de *speed endurance production* o *maintenance* mediante SSGs que en sus homólogas mediante RBD. Acelerar es más demandante energéticamente que mantener una velocidad

constante (Osgnach et al., 2010), por lo tanto, a pesar de las mayores distancias recorridas a alta intensidad y sprint en RBD y RBD+SSG, los entrenadores y preparadores físicos deben incluir aceleraciones en la prescripción de las tareas de entrenamiento.

Estudios previos han mostrado que la carga externa del microciclo está condicionada por el número de partidos (Anderson et al., 2016) o el momento de la temporada (Malone et al., 2015) pero hasta nuestro conocimiento, este es el primer estudio que analiza la carga del microciclo entre jugadores titulares y suplentes en función de la estrategia de compensación del entrenamiento empleada en jugadoras de fútbol. Anderson et al. (2016) no encontraron diferencias en la carga externa de una temporada entre jugadores titulares y suplentes, pero los titulares registraron una menor carga externa que los suplentes en las sesiones de entrenamiento y una mayor distancia recorrida en zonas de alta intensidad. Nuestros resultados muestran que la estrategia de entrenamiento utilizada para la compensación del entrenamiento con los suplentes condiciona la carga total del microciclo. La mayor HID y SPD en los RBD no es compensada con las demandas de los titulares y el resto de sesiones de entrenamiento, causando una mayor carga externa (HID y SPD) en los jugadores suplentes en la carga del microciclo. Ya que la carga de entrenamiento puede predecir el riesgo de lesiones y enfermedad en jóvenes jugadoras de fútbol, (Watson et al., 2017), los entrenadores y preparadores físicos tienen que tener en cuenta la estrategia utilizada. Este aspecto es especialmente relevante cuando se aplican estrategias de RBD, ya que producen mayores cargas de HID y SPD.

Para terminar, este estudio presenta ciertas limitaciones que se deben de tener en cuenta. En primer lugar, el estudio se llevó a cabo con una muestra con unas características específicas (jugadoras de fútbol de un filial de un equipo de élite), así que se debe de tener cautela cuando se aplique a una muestra con otras características (i.e. edad, sexo o nivel). Por otro lado, aunque la duración de la intervención es aceptable, un mayor número de sesiones de intervención podría ser necesario para confirmar los presentes resultados.

Conclusiones

Dado que el partido constituye la principal carga externa del microciclo, es necesario implementar estrategias de compensación del entrenamiento para compensar la carga de las jugadoras titulares y suplentes. La reducción obtenida en las diferencias en la carga de las suplentes es independiente de la estrategia utilizada. En función de la variable de carga externa que los entrenadores quieran incrementar en las jugadoras suplentes deberán elegir una u otra estrategia compensatoria: RBD para incrementar la HID y SPD,

SSG para incrementar ACC y DECC y RBD+SSG para simular las demandas de partido. Además, la estrategia de compensación utilizada en la sesión MD+1 en las suplentes puede condicionar la carga total del microciclo de entrenamiento. Dadas las diferencias observadas entre titulares y suplentes es necesario implementar estrategias para la compensación de la carga, sino las suplentes presentarán peores estados de forma y tendrán un mayor riesgo de lesión cuando compitan.

Referencias

Ade, J. D., Harley, J. A., & Bradley, P. S. (2014). Physiological Response, Time–Motion Characteristics, and Reproducibility of Various Speed-Endurance Drills in Elite Youth Soccer Players: Small-Sided Games Versus Generic Running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 471-479. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0390>

Anderson, L., Orme, P., Di Michele, R., Close, G. L., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2016). Quantification of training load during one-, two- and three-game week schedules in professional soccer players from the English Premier League: Implications for carbohydrate periodisation. *Journal of Sports Sciences*, 34(13), 1250-1259. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1106574>

Anderson, L., Orme, P., Michele, R. D., Close, G. L., Milsom, J., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2016). Quantification of Seasonal-Long Physical Load in Soccer Players With Different Starting Status From the English Premier League: Implications for Maintaining Squad Physical Fitness. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1038-1046. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0672>

Arslan, E., Orer, G., & Clemente, F. (2020). Running-based high-intensity interval training vs. small-sided game training programs: Effects on the physical performance, psychophysiological responses and technical skills in young soccer players. *Biology of Sport*, 37(2), 165-173. <https://doi.org/10.5114/biolport.2020.94237>

Bastida Castillo, A., Gómez Carmona, C. D., De la cruz sánchez, E., & Pino Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time–motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, 18(4), 450-457. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796>

- Bradley, P. S., & Vescovi, J. D. (2015). Velocity Thresholds for Women's Soccer Matches: Sex Specificity Dictates High-Speed-Running and Sprinting Thresholds—Female Athletes in Motion (FAiM). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(1), 112-116. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0212>
- Buchheit, M., Lacombe, M., Cholley, Y., & Simpson, B. M. (2018). Neuromuscular Responses to Conditioned Soccer Sessions Assessed via GPS-Embedded Accelerometers: Insights Into Tactical Periodization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(5), 577-583. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0045>
- Clemente, F. M. (2020). The Threats of Small-Sided Soccer Games: A Discussion About Their Differences With the Match External Load Demands and Their Variability Levels. *Strength and Conditioning Journal*, *42*(3), 100-105. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000526>
- Clemente, F. M., Ramirez-Campillo, R., Afonso, J., & Sarmiento, H. (2021). Effects of Small-Sided Games vs. Running-Based High-Intensity Interval Training on Physical Performance in Soccer Players: A Meta-Analytical Comparison. *Frontiers in Physiology*, *12*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2021.642703>
- Curtis, R. M., Huggins, R. A., Benjamin, C. L., Sekiguchi, Y., Arent, S. M., Armwald, B. C., Pullara, J. M., West, C. A., & Casa, D. J. (2019). Seasonal Accumulated Workloads in Collegiate Men's Soccer: A Comparison of Starters and Reserves. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *35*(11), 3184-3189. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003257>
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players During International Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(9), 2379-2387. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001575>
- Dolci, F., Kilding, A. E., Spiteri, T., Chivers, P., Piggott, B., Maiorana, A., & Hart, N. (2021). High-intensity Interval Training Shock Microcycle Improves Running Performance but not Economy in Female Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, *42*(8), 740-748. <https://doi.org/10.1055/a-1302-8002>
- Dudley, G. A., Abraham, W. M., & Terjung, R. L. (1982). Influence of exercise intensity and duration on biochemical adaptations in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, *53*(4), 844-850. <https://doi.org/10.1152/jappl.1982.53.4.844>

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.

Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>

Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2017). Self-Reported Wellness Profiles of Professional Australian Football Players During the Competition Phase of the Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 495-502. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001515>

Gómez-Carmona, C. D., Gamonales, J. M., Pino-Ortega, J., & Ibáñez, S. J. (2018). Comparative Analysis of Load Profile between Small-Sided Games and Official Matches in Youth Soccer Players. *Sports*, 6(4), 173. <https://doi.org/10.3390/sports6040173>

Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Rowsell, G. J., & Dawson, B. T. (2009). Generic Versus Small-sided Game Training in Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(09), 636-642. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1220730>

Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of Small-Sided Games Training in Football: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220. <https://doi.org/10.2165/11539740-000000000-00000>

Jajtner, A. R., Hoffman, J. R., Scanlon, T. C., Wells, A. J., Townsend, J. R., Beyer, K. S., Mangine, G. T., McCormack, W. P., Bohner, J. D., Fragala, M. S., & Stout, J. R. (2013). Performance and Muscle Architecture Comparisons Between Starters and Nonstarters in National Collegiate Athletic Association Division I Women's Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2355-2365. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829bd7c5>

Köklü, Y., Cihan, H., Alemdaroğlu, U., Dellal, A., & Wong, D. (2020). Acute effects of small-sided games combined with running drills on internal and external loads in young soccer players. *Biology of Sport*, 37(4), 375-381. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2020.96943>

- Los Arcos, A., Mendez-Villanueva, A., & Martínez-Santos, R. (2017). In-season training periodization of professional soccer players. *Biology of Sport*, 2, 149-155. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.64588>
- Lupo, C., Ungureanu, A. N., Varalda, M., & Brustio, P. R. (2019). Running technique is more effective than soccer-specific training for improving the sprint and agility performances with ball possession of prepubescent soccer players. *Biology of Sport*, 36(3), 249-255. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2019.87046>
- Malone, S., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489-497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>
- Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 250-254. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.005>
- Maneiro, R., Losada, J. L., Casal, C. A., & Ardá, A. (2020). The Influence of Match Status on Ball Possession in High Performance Women's Football. *Frontiers in Psychology*, 11, 487. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00487>
- Mara, J. K., Thompson, K. G., Pumpa, K. L., & Morgan, S. (2017). The acceleration and deceleration profiles of elite female soccer players during competitive matches. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(9), 867-872. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.12.078>
- Martín-García, A., Gómez Díaz, 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>
- Meylan, C., Trewin, J., & McKean, K. (2017). Quantifying Explosive Actions in International Women's Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), 310-315. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0520>
- Milanović, Z., Sporiš, G., James, N., Trajković, N., Ignjatović, A., Sarmento, H., Trecroci, A., & Mendes, B. M. B. (2017). Physiological Demands, Morphological

Characteristics, Physical Abilities and Injuries of Female Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 60(1), 77-83. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0091>

Morgans, R., Di Michele, R., & Drust, B. (2018). Soccer Match Play as an Important Component of the Power-Training Stimulus in Premier League Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 665-667. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0412>

Muñoz-Lopez, A., Granero-Gil, P., Pino-Ortega, J., & De, M. (2017). The validity and reliability of a 5-hz GPS device for quantifying athletes' sprints and movement demands specific to team sports. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 156-166. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.121.13>

Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(1), 170-178. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd>

Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Romero-Moraleda, B., Yanci, J., García-Hermoso, A., & Manuel Clemente, F. (2020). Effects of plyometric jump training in female soccer player's vertical jump height: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 38(13), 1475-1487. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1745503>

Scott, D., Norris, D., & Lovell, R. (2020). Dose–Response Relationship Between External Load and Wellness in Elite Women's Soccer Matches: Do Customized Velocity Thresholds Add Value? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(9), 1245-1251. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0660>

Thornton, H. R., Armstrong, C. R., Rigby, A., Minahan, C. L., Johnston, R. D., & Duthie, G. M. (2020). Preparing for an Australian Football League Women's League Season. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 608939. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.608939>

Vescovi, J. D., & Favero, T. G. (2014). Motion Characteristics of Women's College Soccer Matches: Female Athletes in Motion (FAiM) Study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 405-414. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0526>

Watson, A., Brickson, S., Brooks, A., & Dunn, W. (2017). Subjective well-being and training load predict in-season injury and illness risk in female youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(3), 194-199. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096584>

4.5 EFECTOS DE UN PERIODO DE DESENTRENAMIENTO DE CORTA DURACIÓN EN MUJERES FUTBOLISTAS: ANÁLISIS DESDE UN MARCADOR GLOBAL DE RENDIMIENTO.

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de un periodo de desentrenamiento de corta duración en la condición física de las jugadoras de fútbol. Se valoró el CMJ, la velocidad (test de 30 m) y la capacidad de RSA tras un periodo de inactividad de dos semanas en catorce mujeres futbolistas de élite (edad: 17.2 ± 1.5 años, estatura: 163.1 ± 4.7 cm y masa corporal 54.1 ± 4.9 kg), y se calculó el Total Score of Athletism (TSA) para analizar los efectos globales de este desentrenamiento en la condición física. Los resultados muestran reducciones significativas en el salto (27.3 ± 2.0 cm vs 25.5 ± 2.0 cm; $p = 0.000$), sprint de 30 m (4.9 ± 0.1 s vs 5.0 ± 0.2 s; $p = 0.044$), RSAmedio (5.1 ± 0.1 s vs 5.4 ± 0.2 s; $p = 0.000$) y TSA (0.5 ± 0.5 U.A. vs -0.4 ± 0.7 U.A.; $p = 0.000$). Por tanto, los preparadores físicos y entrenadores deben tener en cuenta esta disminución de la capacidad neuromuscular y resistencia a acciones de alta intensidad en fútbol femenino para planificar los entrenamientos a la vuelta de los parones y así llegar a las competiciones en el mejor estado de forma posible y reducir el riesgo de lesiones.

Palabras clave: desentrenamiento, condición física, TSA, mujer, fútbol.

Introducción

El desarrollo de la temporada competitiva en fútbol, incluye periodos de cese del entrenamiento, durante la propia temporada o bien al finalizar la misma, que presentan una duración de 1-6 semanas (Joo, 2018). Esta situación puede originar una reducción o cese total del estímulo de entrenamiento, pudiendo desencadenar un descenso en un marcador objetivo de rendimiento, produciendo una situación de desentrenamiento (Mujika & Padilla, 2000a). Se ha establecido una clasificación de este desentrenamiento en función del tiempo de cese del estímulo como desentrenamiento de corta duración (< 4 semanas) o desentrenamiento de larga duración (> 4 semanas) (Mujika & Padilla, 2000b). La magnitud del cambio en las capacidades físicas va a ser dependiente de numerosos factores como la duración del periodo de desentrenamiento, los años de experiencia previa de entrenamiento, la edad, o el nivel de condición física del deportista (Mujika & Padilla, 2000b). Al respecto, la condición física en fútbol se determina mediante diferentes test o protocolos que pretenden evaluar una determinada capacidad (Altmann et al., 2019; Kadlubowski et al., 2019; Lockie et al., 2018). Se han propuesto diferentes baterías con el objetivo de realizar una valoración completa del futbolista (Turner et al., 2011), sin embargo, la interpretación de los resultados se realiza de forma aislada.

El Total Score of Athleticism (TSA) propuesto por Turner (2014) es un método para establecer un único valor de rendimiento global del deportista dentro de un equipo, aglutinando los resultados de diferentes test de rendimiento físico, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones al staff. La principal ventaja que ofrece es comparar el estado global de condición física de un grupo de deportistas de manera holística sin tener que analizar los resultados de cada uno de los test realizados. Este método puede ser interesante a la hora de identificar descensos en el rendimiento de forma global tras un periodo de cese de la actividad, permitiendo comparar entre los miembros del equipo (Turner et al., 2019).

La evidencia científica en diferentes poblaciones de deportistas varones sugiere que un periodo de desentrenamiento de corta duración provoca un descenso significativo ($p < 0.01$) de un 4% en el rendimiento en un test de carrera específico en campo y un descenso de la actividad enzimática oxidativa, sin producirse cambios en el $VO_2\text{max}$ y el porcentaje de fibras musculares tipo I y tipo II (Bangsbo & Mizuno, 1987). Sin embargo, Christensen et al. (2011) además de descensos en el rendimiento en el *Yo-Yo Intermittent Recovery*

Test Level 2 (845 ± 160 m vs 654 ± 99 m; $p < 0.01$) y en la capacidad de repetir acciones de alta intensidad (33.41 ± 0.96 s vs 34.11 ± 0.92 s; $p < 0.01$) también mostraron descensos en la fracción de fibras lentas ($56 \pm 18\%$ vs $47 \pm 15\%$; $p < 0.05$) y en la cinética del VO_2 ($p < 0.05$). No obstante, dos semanas de desentrenamiento parecen no ser suficientes para reducir el rendimiento en test de agilidad y velocidad ni provocar cambios en la composición corporal (Joo, 2018). Estas discrepancias en la literatura pueden ser debidas a las diferencias en el nivel de condición física entre los sujetos de los diferentes estudios. Al respecto, el descenso en el rendimiento en el RSA ha mostrado ser mayor en los futbolistas más rápidos respecto a los más lentos, viéndose afectado en mayor medida tanto el mejor sprint (3.82 ± 0.002 s vs 3.98 ± 0.04 s; $p < 0.001$) como en el tiempo total (32.45 ± 0.7 s vs 33.21 ± 0.29 s; $p < 0.01$) en un test RSA de 8 sprints de 30 m con 25 s de recuperación (Rodríguez-Fernández et al., 2018).

Desde nuestro conocimiento, un único estudio ha analizado los efectos del periodo de desentrenamiento en fútbol femenino, analizando los efectos del periodo transitorio entre temporadas en el rendimiento y composición corporal. Parpa & Michaelides, (2020) mostraron que se redujeron de manera significativa el VO_2max (51.92 ± 4.30 ml/kg/min vs 49.60 ± 4.89 ml/kg/min; $p = 0.001$) y el tiempo hasta el agotamiento en un test incremental (10.86 ± 1.56 minutos vs 11.82 ± 1.48 minutos; $p = 0.000$) junto con un incremento del peso (58.29 ± 6.49 kg vs 59.44 ± 5.83 kg; $p = 0.001$) y el porcentaje de grasa corporal ($19.81 \pm 3.46\%$ vs $21.51 \pm 3.14\%$; $p = 0.000$). Sin embargo, durante la temporada competitiva se produce otro periodo caracterizado por el cese de la competición (el periodo de interrupción en navidades) y se desconocen los efectos de ese periodo en mujeres futbolistas. Por tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos de un periodo de desentrenamiento de corta duración en parámetros de rendimiento en mujeres futbolistas y en un marcador global de rendimiento (TSA).

Método

Diseño experimental

Se llevó a cabo un estudio descriptivo longitudinal, analizando los cambios en el rendimiento en el CMJ, en un test de sprint de 30 m y en la capacidad de repetir acciones de máxima intensidad (RSA) tras un periodo de cese de actividad de 2 semanas de duración en mujeres futbolistas. Las valoraciones se llevaron a cabo de forma previa a la interrupción de la actividad y en la primera sesión inmediatamente después de la vuelta a

los entrenamientos. Durante este periodo las futbolistas no realizaron ninguna actividad física reglada o entrenamiento. Los test fueron realizados en el mismo día de la semana y siguiendo el mismo orden de ejecución en las dos mediciones: en primer lugar, el CMJ, en segundo lugar, el test de sprint de 30 metros y por último el test RSA. Previo a la realización del CMJ se llevó a cabo un calentamiento estandarizado de 15 minutos de duración consistente en carrera de baja intensidad durante 5 minutos, ejercicios de movilidad articular, estiramientos dinámicos durante 8 minutos y acciones de alta intensidad durante 2 min. Las jugadoras estaban familiarizadas con los procedimientos ya que habían ejecutados ambos test de forma previa en el periodo de pretemporada.

Participantes

Catorce mujeres futbolistas (edad: 17.2 ± 1.5 años, estatura: 163.1 ± 4.7 cm y masa corporal 54.1 ± 4.9 kg) pertenecientes al mismo equipo cumplieron los criterios de inclusión establecidos: a) al menos seis años de experiencia previa en fútbol, b) no sufrir lesión alguna en los dos meses previos a la realización del estudio, c) completar todos los test de rendimiento y, d) cumplir con el cese de la actividad durante el periodo que duró la fase experimental. Antes del comienzo del estudio todas las participantes fueron informadas de los beneficios y riesgos de participar en el estudio y firmaron un consentimiento informado. El diseño del estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de León (Código: ETICA-ULE-004-2021)

Procedimiento

La determinación del rendimiento en el CMJ se valoró mediante la aplicación móvil MyJump 2.0 que muestra una fuerte validez ($r = 0.995$, $p < 0.001$) y reproducibilidad ($r = 0.997$, $p < 0.001$) para evaluar la altura de salto (Balsalobre-Fernández et al., 2015). Cada salto fue registrado con un teléfono móvil (iPhone XS Apple Inc. CA, USA) a una velocidad de registro de 240Hz. Las deportistas realizaban tres saltos CMJ con 45 s de recuperación pasiva entre cada intento. El mejor intento de los tres fue seleccionado para su posterior análisis. No se establecieron restricciones en el ángulo de la rodilla durante la fase excéntrica de los saltos. Se exigió mantener las piernas rectas (extensión) durante la fase de vuelo de los saltos (Rodríguez-Fernández et al., 2021).

El test de sprint consistió en la realización de tres sprints de 30 m con 5 minutos de recuperación pasiva entre ellos. El mejor intento de los dos fue seleccionado para su posterior análisis. La jugadora partía de una posición de parado, a 0.5 m de la primera

fotocélula. Se registró el tiempo mediante las fotocélulas (DSD Laser System; DSD Inc., León. España) (García López et al., 2002).

El test RSA consistió en la realización de 8 sprints en una distancia de 30 metros con un tiempo de recuperación activa de 25 s. El test era realizado por una jugadora cada vez, que salía desde posición de parada a 0.5 m antes de la primera fotocélula (DSD Laser System; DSD Inc., León. España). Las fotocélulas eran posicionadas a una altura de 75 cm desde el suelo, similar a la altura de la cadera de las deportistas. Como resultado del test se seleccionó el tiempo medio de la prueba (RSAmedio) (Rodríguez-Fernández et al., 2019).

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar. Después de confirmar la distribución normal de los datos mediante la prueba estadística de Shapiro Wilk test, se aplicó la prueba *t - student* para muestras relacionadas para comparar los valores previos al periodo de desentrenamiento con los valores posteriores de cada sujeto. El análisis estadístico se realizó mediante el software específico estadístico SPSS versión 25.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) y el nivel de significancia estadística se fijó en $p < 0.05$. Una vez establecidos los valores de rendimiento, se calculó el TSA, como el promedio de los Z-Score obtenidos por la jugadora en los test de salto CMJ, el valor obtenido en el sprint de 30 metros y el RSAmed atendiendo a la siguiente fórmula:

$$Z\text{-Score} = \frac{\text{Resultado del deportista en el test} - \text{Promedio del equipo}}{\text{Desviación estándar del equipo}}$$

$$\text{TSA} = \frac{Z\text{-Score CMJ} + Z\text{-Score RSAmedio} + Z\text{-Score sprint 30 m}}{3}$$

Resultados

Los valores individuales de cada una de las jugadoras en los test de condición física empleados para determinar el rendimiento se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27: Resultados de RSA y CMJ previos y después de un periodo de desentrenamiento de dos semanas en mujeres futbolistas.

	RSAmedio Pre (s)	RSAmedio Post (s)	Sprint 30 m Pre (s)	Sprint 30 m Post (s)	CMJ Pre (cm)	CMJ Post (cm)
Sujeto 1	4.86	5.22	4.72	4.77	28.36	27.58
Sujeto 2	5.13	5.27	4.88	5.09	24.15	22.37
Sujeto 3	4.90	5.35	4.82	5.22	29.59	26.84
Sujeto 4	5.08	5.10	4.95	4.90	28.40	28.14
Sujeto 5	5.02	5.48	4.81	5.26	26.93	25.05
Sujeto 6	5.21	5.47	4.74	4.93	27.93	24.68
Sujeto 7	5.13	5.21	4.91	4.80	26.46	25.26
Sujeto 8	5.00	5.31	4.81	4.74	27.62	24.40
Sujeto 9	5.27	5.61	5.01	5.33	27.91	24.88
Sujeto 10	5.13	5.44	4.90	4.99	31.46	28.54
Sujeto 11	5.07	5.49	4.93	4.89	25.06	23.70
Sujeto 12	5.18	5.43	4.91	5.13	26.98	27.11
Sujeto 13	5.26	5.62	5.07	4.94	27.94	26.91
Sujeto 14	5.25	5.41	5.00	5.04	23.91	22.01

RSA = Capacidad de repetir sprints; CMJ = Salto con contramovimiento; Pre = previo al periodo de desentrenamiento de dos semanas; Post = posterior al periodo de desentrenamiento de dos semanas.

Se obtuvieron diferencias significativas en la capacidad de salto CMJ pre y post periodo de desentrenamiento de dos semanas de duración ($p = 0.000$) (Figura 13).

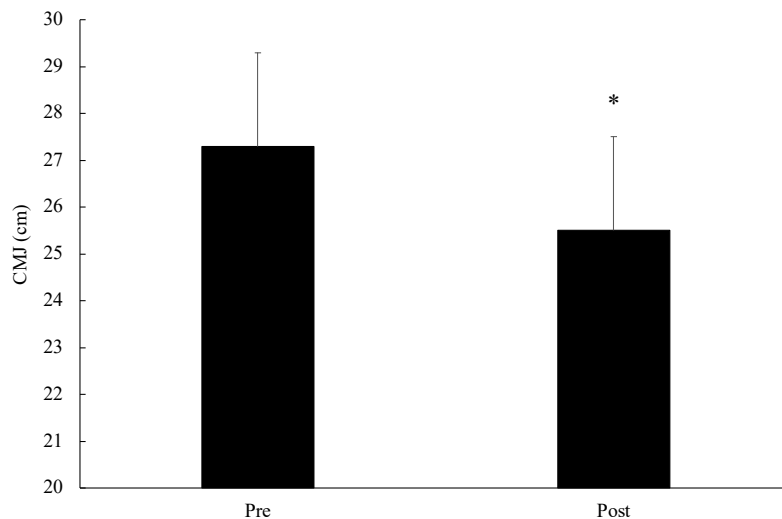


Figura 13. CMJ pre y post desentrenamiento de dos semanas de duración en mujeres futbolistas. * = diferencias significativas con Pre.

El rendimiento en el sprint de 30 metros se vio significativamente disminuido tras el periodo de desentrenamiento (4.9 ± 0.1 s vs 5.0 ± 0.2 s; $p = 0.044$) y de igual manera lo hizo el RSAmedio (5.1 ± 0.1 s vs 5.4 ± 0.2 s; $p = 0.000$) (Figura 14).

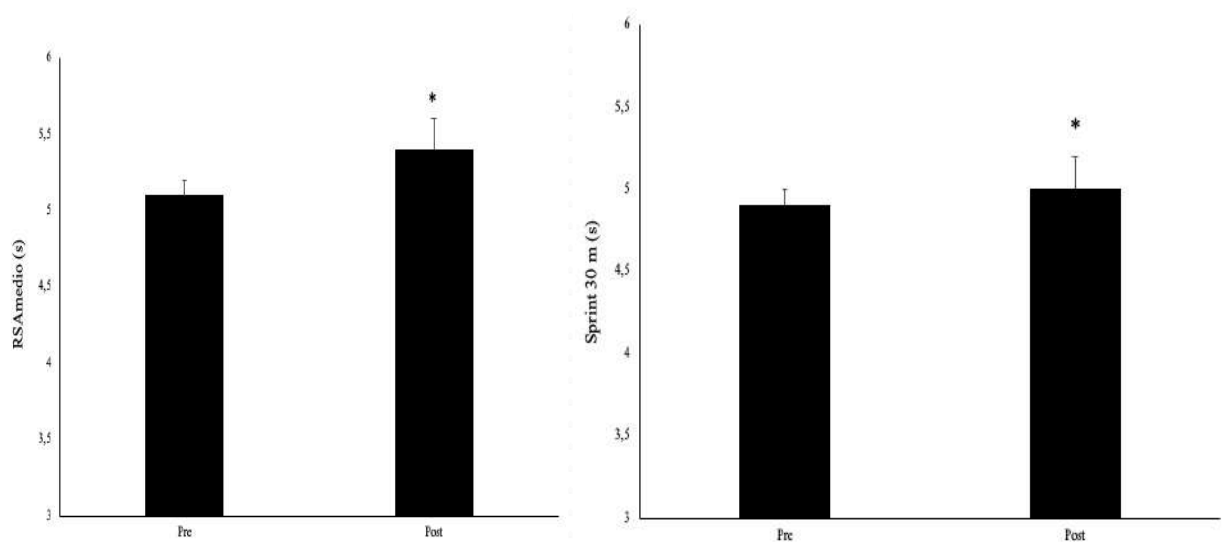


Figura 14: RSAmedio y sprint de 30 m pre y post desentrenamiento de dos semanas de duración en mujeres futbolista. * = diferencias significativas con Pre.

El resultado global del TSA mostró cambios significativos con el desentrenamiento (0.5 ± 0.5 U.A. vs -0.4 ± 0.7 U.A.; $p = 0.000$) (Figura 15). De igual forma también se obtienen diferencias significativas cuando se analiza individualmente el Z-score de cada test de rendimiento (CMJ, RSAmedio y Sprint de 30 m) (Figura 16).

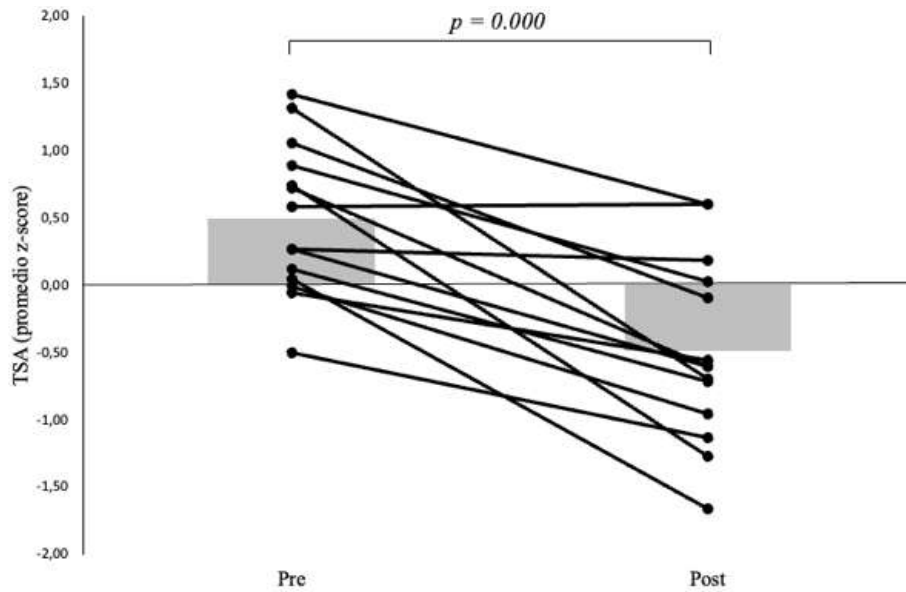


Figura 15: Valores de TSA previos y después de dos semanas de desentrenamiento en mujeres futbolistas. Diferencias significativas y nivel de significación $p = 0.000$.

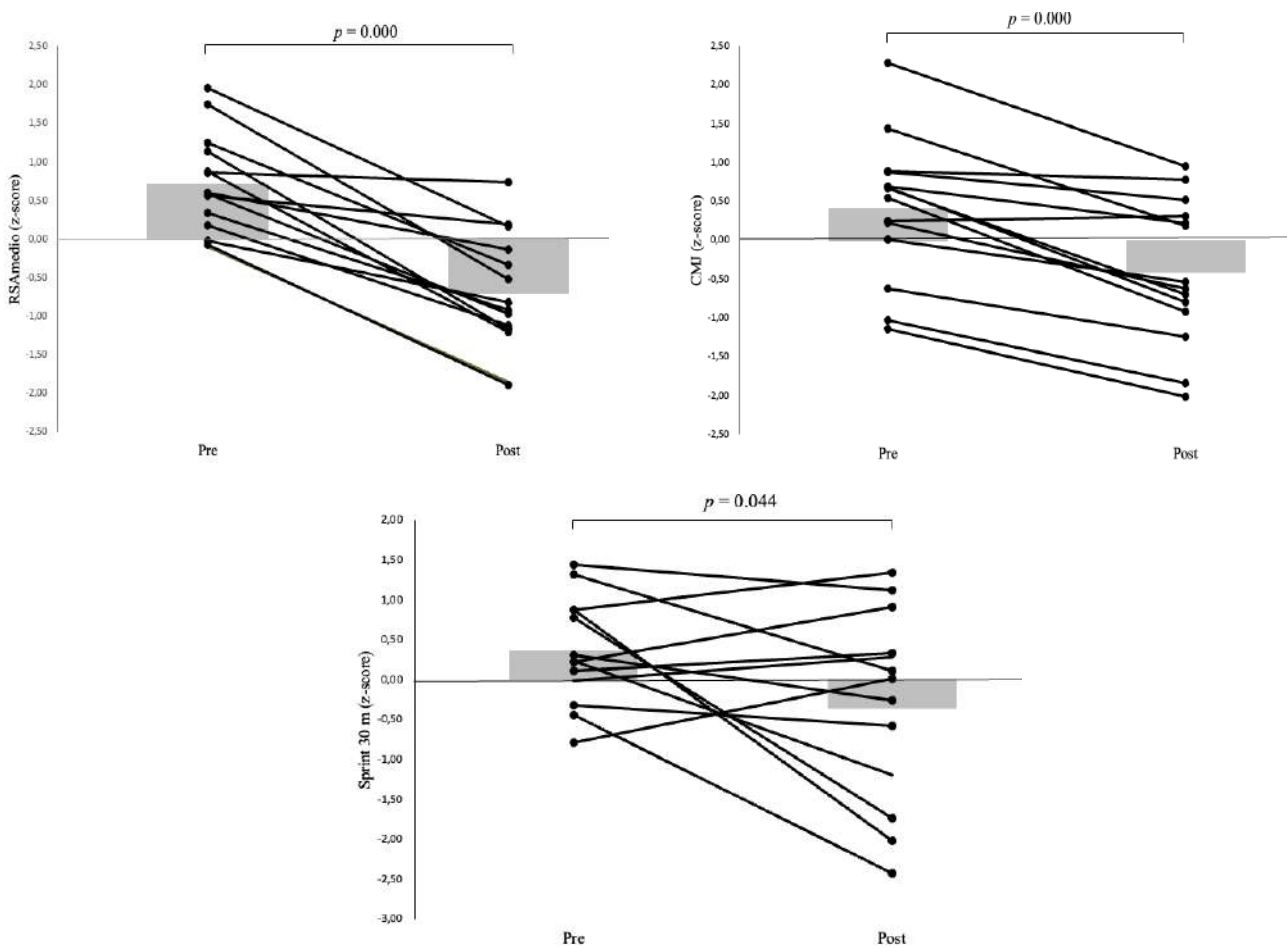


Figura 16: Valores de z-score en los test de CMJ, RSAmedio y sprint de 30 m previos y después a dos semanas de desentrenamiento en mujeres futbolistas. Diferencias significativas y nivel de significación $p = 0.000$.

Discusión

Desde nuestro conocimiento, este es el primer estudio que analiza los efectos del desentrenamiento en un indicador global del rendimiento en mujeres futbolistas. El principal objetivo de este estudio fue analizar si un periodo de desentrenamiento de dos semanas de duración produce cambios en la condición física en mujeres futbolistas. Los principales hallazgos fueron: a) La capacidad de salto se ve afectada tras un periodo de desentrenamiento de corta duración, b) el tiempo en un sprint de 30 metros y el RSA medio se ven empeorados tras un periodo de desentrenamiento de corta duración, c) el marcador global de rendimiento TSA se ve reducido tras un periodo de desentrenamiento de corta duración.

Los datos obtenidos muestran que tras un periodo de desentrenamiento de dos semanas de duración las futbolistas ven reducida su capacidad de salto (CMJ) en un 6.6%. Este descenso debe de ser tenido en cuenta por preparadores físicos y entrenadores a la hora de planificar los trabajos compensatorios durante los periodos de descanso y en los entrenamientos post periodos de inactividad ya que descensos en los niveles de fuerza y control neuromuscular se han relacionado con un mayor riesgo de lesiones, especialmente en mujeres deportistas (Case et al., 2020; López-Valenciano et al., 2021).

Por el contrario, estudios previos han mostrado como periodos de cese de la actividad de corta duración pueden tener un efecto de *taper* y provocar mejoras en el rendimiento en actividades de carácter neuromuscular como el sprint o el salto (Pereira et al., 2020; Santos & Janeira, 2011), ya que está demostrado que altos volúmenes de entrenamiento y competición en futbolistas pueden reducir la capacidad neuromuscular (Brownstein et al., 2017). Al contrario que nuestros resultados, Pereira et al. (2020) mostraron como un periodo de cese de la actividad de 26 días en futbolistas jóvenes mejoró la capacidad de salto CMJ. De forma similar, Santos y Janeira (2011), observaron una mejora en adolescentes jugadores de baloncesto tras un periodo de cese de 4 semanas. Estas diferencias pueden ser debidas a dos motivos, por una parte, a las características y nivel de la muestra (deportistas adolescentes frente a deportistas adultos) y por otra parte al periodo de tiempo de desentrenamiento analizado (2 vs 4 semanas).

El RSA está ampliamente reconocido como uno de los condicionantes del rendimiento en fútbol (Bishop et al., 2011; Buchheit, et al., 2010; Datson et al., 2019) por lo que será necesaria una adecuada planificación en la vuelta a los entrenamientos para recuperar los valores previos en esta capacidad. De forma específica es necesario tener en cuenta el

nivel de rendimiento previo de los futbolistas para poder afrontar la competición en el mejor estado de forma (Rodríguez-Fernández et al., 2018) o bien aplicar estrategias de entrenamiento específicas en este periodo para que no se produzca una disminución del rendimiento de esta capacidad (Rodríguez-Fernández et al., 2020).

Periodos de desentrenamiento de corta duración han mostrado reducir el rendimiento en el RSA (Joo, 2016; Mujika & Padilla, 2000a; Rodríguez-Fernández et al., 2018). Joo (2016) mostró un descenso del 4.8% en el RSA medio ($p = 0.01$) y un 2% en el índice de fatiga ($p = 0.04$) en un test RSA. Además, esta reducción del rendimiento en el RSA parece estar influenciada por el nivel de condición física de los deportistas, ya que se ha observado que los futbolistas más rápidos del equipo tienen un mayor descenso en el tiempo total y tiempo medio en un test RSA que los más lentos (Rodríguez-Fernández et al., 2018). En la misma línea, Thomassen et al. (2010) que compararon los efectos de un periodo de inactividad de dos semanas entre un grupo control que no realiza actividad alguna y el grupo intervención que realiza entrenamientos de alta intensidad pero con una reducción del volumen de entrenamiento, observaron como el primer grupo redujo su rendimiento tanto en el test de RSA de 20 m (peores tiempos en los sprints del 5º al 10º; $p < 0.05$) como en el *Yo-Yo Intermittent Recovery Level 2* (845 ± 48 m vs 654 ± 30 m, $p < 0.05$), mientras que el grupo intervención mejoró en el RSA (en el 4º, 6º y 10º sprint). Además, en el grupo intervención la expresión de la bomba sodio-potasio se incrementó en un 15% ($p < 0.05$) tras el periodo de entrenamiento de alta intensidad de dos semanas, mientras que en el grupo control permaneció constante. Estos resultados están en concordancia con nuestro estudio, ya que hemos obtenido un descenso del 5.2% en el RSA medio.

Esta reducción en el rendimiento en RSA puede ser explicada debido a los cambios metabólicos que se producen en el organismo tras periodos de desentrenamiento de dos semanas: se reduce la velocidad de la cinética del VO_2 ($p < 0.05$), disminuye la fracción de fibras lentas ($\sim 9\%$; $p < 0.05$), se reduce la cantidad de piruvato deshidrogenasa muscular ($\sim 17\%$; $p < 0.01$), y disminuye la actividad de las enzimas citrato sintasa ($\sim 12\%$) y 3-hidroxiacil-CoA-deshidrogenasa ($\sim 18\%$, $p < 0.05$) (Christensen et al., 2011).

En muchas ocasiones los entrenadores y preparadores físicos necesitan un marcador único y holístico del rendimiento físico de un deportista. Actualmente, no existe un consenso al respecto sobre cómo definirlo y el TSA se ha propuesto como una herramienta simple y sencilla para llevarlo a cabo (Turner et al., 2019). En este estudio se ha utilizado el TSA

para analizar de forma holística los cambios en la condición física producidos por un periodo de desentrenamiento de corta duración, observando un descenso significativo (0.5 ± 0.5 U.A. vs -0.4 ± 0.7 U.A.; $p = 0.000$) tras el periodo de inactividad. Es difícil comparar los datos obtenidos, ya que desde nuestro conocimiento este es el primer estudio en el que se utiliza el TSA para analizar los efectos del desentrenamiento en mujeres futbolistas, pero el TSA parece una herramienta sensible para analizar la pérdida de rendimiento tras periodos de desentrenamiento y aporta información útil sobre los efectos a nivel global de la inactividad en el conjunto del equipo y a nivel individual sobre las jugadoras más afectadas, facilitando la toma de decisiones del cuerpo técnico.

Conclusiones

Un periodo de desentrenamiento de corta duración provoca reducciones en el rendimiento en mujeres futbolistas en concreto, en la capacidad de salto CMJ, la velocidad de sprint y el RSA. Además, el TSA también se ve reducido a nivel global del equipo tras dos semanas de cese de la actividad. Los entrenadores deberán tener en cuenta esta pérdida de la capacidad neuromuscular y resistencia en acciones de sprints en fútbol femenino para planificar los entrenamientos a la vuelta de los parones y así llegar a las competiciones en el mejor estado de forma posible y reducir el riesgo de lesiones.

Referencias

- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574-1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bangsbo, J., & Mizuno, M. (1987). Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. *Science and Football Proceedings of the first World Congress of Science and Football*.
- Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-Sprint Ability – Part II: Recommendations for Training. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756. <https://doi.org/10.2165/11590560-000000000-00000>
- Brownstein, C. G., Dent, J. P., Parker, P., Hicks, K. M., Howatson, G., Goodall, S., & Thomas, K. (2017). Etiology and Recovery of Neuromuscular Fatigue following Competitive Soccer Match-Play. *Frontiers in Physiology*, 8, 831. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00831>

- Buchheit, M., Mendez-villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Repeated-Sprint Sequences During Youth Soccer Matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1261897>
- Case, M. J., Knudson, D. V., & Downey, D. L. (2020). Barbell Squat Relative Strength as an Identifier for Lower Extremity Injury in Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1249-1253. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003554>
- Christensen, P. M., Krstrup, P., Gunnarsson, T. P., Kiilerich, K., Nybo, L., & Bangsbo, J. (2011). Vo2 Kinetics and Performance in Soccer Players after Intense Training and Inactivity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1716-1724. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318211c01a>
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., & Gregson, W. (2019). Repeated high-speed running in elite female soccer players during international competition. *Science and Medicine in Football*, 3(2), 150-156. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1508880>
- García López, J., González Lázaro, J., Rodríguez Marroyo, J. A., Morante Rábago, J. C., & Villa Vicente, J. G. (2002). *Validación y aplicación de un nuevo sistema de fotocélulas: DSD Láser System*. Lleida: INEF Catalunya, Centre de Lleida, 2002. <https://buleria.unileon.es/handle/10612/9305>
- Joo, C. H. (2016). The effects of short-term detraining on exercise performance in soccer players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(1), 54-59. <https://doi.org/10.12965/jer.160280>
- Joo, C. H. (2018). The effects of short term detraining and retraining on physical fitness in elite soccer players. *PLoS ONE*, 13(5), e0196212. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196212>
- López-Valenciano, A., Raya-González, J., Garcia-Gómez, J. A., Aparicio-Sarmiento, A., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Ayala, F. (2021). Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 51(3), 423-442. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01401-w>
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000a). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I: Short Term Insufficient Training Stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79-87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002>

- Mujika, I., & Padilla, S. (2000b). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part II: Long Term Insufficient Training Stimulus. *Sports Medicine*, 30(3), 145-154. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030030-00001>
- Parpa, K., & Michaelides, M. A. (2020). The Effect of Transition Period on Performance Parameters in Elite Female Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 41(08), 528-532. <https://doi.org/10.1055/a-1103-2038>
- Pereira, L. A., Freitas, T. T., Pivetti, B., Alcaraz, P. E., Jeffreys, I., & Loturco, I. (2020). Short-Term Detraining Does Not Impair Strength, Speed, and Power Performance in Elite Young Soccer Players. *Sports*, 8(11), 141. <https://doi.org/10.3390/sports8110141>
- Rodríguez-Fernández, A., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., Rodríguez-Marroyo, J. A., & Villa-Vicente, J. G. (2019). Relationship Between Repeated Sprint Ability, Aerobic Capacity, Intermittent Endurance, and Heart Rate Recovery in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3406-3413. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002193>
- Rodríguez-Fernández, A., Sánchez-Sánchez, J., Ramirez-Campillo, R., Rodríguez-Marroyo, J. A., Villa Vicente, J. G., & Nakamura, F. Y. (2018). Effects of short-term in-season break detraining on repeated-sprint ability and intermittent endurance according to initial performance of soccer player. *PLoS ONE*, 13(8), e0201111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201111>
- Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2011). The Effects of Plyometric Training Followed by Detraining and Reduced Training Periods on Explosive Strength in Adolescent Male Basketball Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 441-452. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b62be3>
- Turner. (2014). Total Score of Athleticism: A strategy for assessing an athlete's athleticism. *Professional Strength & Conditioning*, 33, 13-17.
- Turner, Jones, B., Stewart, P., Bishop, C., Parmar, N., Chavda, S., & Read, P. (2019). Total Score of Athleticism: Holistic Athlete Profiling to Enhance Decision-Making. *Strength & Conditioning Journal*, 41(6), 91-101. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000506>

5. CONCLUSIONES



Análisis de los datos recogidos durante la realización de un test de salto CMJ registrados mediante la app My Jump 2.0

Atendiendo a los resultados obtenidos en las diferentes fases experimentales desarrolladas para dar respuesta a los objetivos planteados, las conclusiones aportadas son:

PRIMERA: Las futbolistas de élite no presentan grandes diferencias en la distribución de la carga externa entre diferentes microciclos de entrenamiento, pero si dentro de la dinámica del propio microciclo al observarse que la sesión MD-3 es la de mayor carga de todo el microciclo de entrenamiento, y mostrando una estrategia de taper el MD-1 para afrontar la competición. Además, el partido supone el mayor estímulo de carga del microciclo competitivo.

SEGUNDA: Se observan diferencias entre demarcaciones principalmente en las variables de alta intensidad, ya que las delanteras alcanzan mayores velocidades máximas, y mayor número y distancia recorrida a sprint que las defensas centrales y mediocentros durante la sesión de entrenamiento MD-2 y MD.

TERCERA: Las futbolistas de élite no difieren entre demarcaciones en las demandas experimentadas durante los escenarios de máxima exigencia (WCS) de las sesiones de entrenamiento relativas a los WCS de competición; y no se exponen en todas las sesiones de entrenamiento a los WCS, pues sólo alcanzan demandas similares a la competición en las sesiones centrales del microciclo (MD-3), única sesión en la que se reproducen las demandas físicas (distancia recorrida a alta intensidad = HID, distancia a sprint = SPD y distancia de alta carga metabólica = HMLD) de los WCS del MD. Entre demarcaciones la principal diferencia se observa en las defensas centrales al ser las que menor HMLD recorren en los WCS en competición.

CUARTA: Las acciones predominantes previas a la consecución de los goles en fútbol femenino de élite son el juego dinámico, el ataque posicional y el golpeo al primer toque. La mayoría se consiguen por las zonas bajas de la portería, y se anotan en los últimos 15 minutos de cada parte. El equipo que anota el primer gol únicamente pierde un 10% de los partidos.

QUINTA: Siendo la competición el mayor estímulo de carga del microciclo, las futbolistas de élite suplentes en el mismo han de implementar estrategias de entrenamiento específico que permitan alcanzar similar carga. Para ello el entrenador y/o preparador físico deberán aplicar una estrategia u otra en función del componente de carga externa que quiera implementar ya que los *running based drills* RBD se muestran útiles para incrementar la distancia recorrida a alta intensidad y sprint, mientras que los *small sided games* (SSG) lo son para incrementar el número de aceleraciones y desaceleraciones, mientras que la combinación de ambas (RBD+SSG) es la más recomendable para simular las demandas de la competición. Dadas las diferencias observadas entre titulares y suplentes, éstas últimas necesitan aplicar estas estrategias para compensar la carga de trabajo con el objetivo de evitar peores estados de forma y mayor riesgo de lesión cuando compitan.

SEXTA: Las jugadoras de fútbol tras un periodo de desentrenamiento de corta duración (2 semanas) reducen su rendimiento tanto en indicadores de velocidad, potencia y resistencia a acciones de alta intensidad (sprint de 30 m, CMJ y RSA) siendo el indicador global de rendimiento TSA sensible para detectar cambios en la condición física provocados por periodos de desentrenamiento de corta duración de una forma holística. El entrenador y/o preparador físico ha de tener en cuenta en sus planificaciones individuales esta reducción en componentes clave en la condición física para alcanzar el estado competitivo y reducir el riesgo de lesiones

6. BIBLIOGRAFÍA



Test de fuerza explosiva de tren inferior realizado por un deportista en la Unidad de Control del Rendimiento. CSD-CAR de Madrid.

Abbott, W., Brickley, G., & Smeeton, N. J. (2018). An individual approach to monitoring locomotive training load in English Premier League academy soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(3), 421-428. <https://doi.org/10.1177/1747954118771181>

Abt, G., & Lovell, R. (2009). The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high-intensity in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 27(9), 893-898. <https://doi.org/10.1080/02640410902998239>

Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(7), 517-538. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004>

Ade, J. D., Harley, J. A., & Bradley, P. S. (2014). Physiological Response, Time–Motion Characteristics, and Reproducibility of Various Speed-Endurance Drills in Elite Youth Soccer Players: Small-Sided Games Versus Generic Running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 471-479. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0390>

Afonso, J., Nakamura, F. Y., Canário-Lemos, R., Peixoto, R., Fernandes, C., Mota, T., Ferreira, M., Silva, R., Teixeira, A., & Clemente, F. M. (2021). A Novel Approach to Training Monotony and Acute-Chronic Workload Index: A Comparative Study in Soccer. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 661200. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.661200>

Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587-593. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0331>

Alcock, A. (2010). Analysis of direct free kicks in the women's football World Cup 2007. *European Journal of Sport Science*, 10(4), 279-284. <https://doi.org/10.1080/17461390903515188>

Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320-330. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.3.320>

Althoff, K., Kroiher, J., & Hennig, E. M. (2010). A soccer game analysis of two World Cups: Playing behavior between elite female and male soccer players. *Footwear Science*,

2(1), 51-56. <https://doi.org/10.1080/19424281003685686>

Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A., & Rumpf, M. C. (2019). Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PLOS ONE*, *14*(8), e0220982. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220982>

Alves, D. L., Osiecki, R., Palumbo, D. P., Moiano-Junior, J. V. M., Oneda, G., & Cruz, R. (2019). What variables can differentiate winning and losing teams in the group and final stages of the 2018 FIFA World Cup? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *19*(2), 248-257. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1593096>

Alves, F. (1998). O desenvolvimento dos factores de desempenho competitivo no jovem nadador: Meios e métodos de treino. *Noticias APTN*, *1*, 8-19.

Andersen, E., Lockie, R., & Dawes, J. (2018). Relationship of Absolute and Relative Lower-Body Strength to Predictors of Athletic Performance in Collegiate Women Soccer Players. *Sports*, *6*(4), 106. <https://doi.org/10.3390/sports6040106>

Anderson, L., Orme, P., Michele, R. D., Close, G. L., Milsom, J., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2016). Quantification of Seasonal-Long Physical Load in Soccer Players With Different Starting Status From the English Premier League: Implications for Maintaining Squad Physical Fitness. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11*(8), 1038-1046. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0672>

Anderson, L., Triplett-Mcbride, T., Foster, C., Doberstein, S., & Brice, G. (2003). Impact of Training Patterns on Incidence of Illness and Injury During a Women's Collegiate Basketball Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*(4), 5.

Andersson, H., Karlsen, A., Blomhoff, R., Raastad, T., & Kadi, F. (2010b). Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players: Soccer, anti-oxidants and oxidative stress. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *20*(4), 600-608. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00987.x>

Andersson, H., Randers, M. B., Heiner-Møller, A., Krstrup, P., & Mohr, M. (2010). Elite Female Soccer Players Perform More High-Intensity Running When Playing in International Games Compared With Domestic League Games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(4), 912-919. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09f21>

Andersson, Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G., Garthe, I., & Kadi, F. (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: Effects of active recovery.

Medicine and Science in Sports and Exercise, 40(2), 372-380.
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815b8497>

Andrade, R., Wik, E. H., Rebelo-Marques, A., Blanch, P., Whiteley, R., Espregueira-Mendes, J., & Gabbett, T. J. (2020). Is the Acute: Chronic Workload Ratio (ACWR) Associated with Risk of Time-Loss Injury in Professional Team Sports? A Systematic Review of Methodology, Variables and Injury Risk in Practical Situations. *Sports Medicine*, 50(9), 1613-1635. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01308-6>

Armatas, V. (2006). Evaluation of the goal scoring patterns in European Championship in Portugal 2004 . *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(April), 178-188. <https://doi.org/10.1080/24748668.2006.11868366>

Armatas, V., & Mitrotasios, M. (2013). Analysis of Goal Scoring Patterns in the 2012 European Football Championship. *The Sport Journal*, 8(2), 367-375.

Armatas, V., Yiannakos, A., Galazoulas, C., & Hatzimanouil, D. (2007). Goal scoring patterns over the course of a match: Analysis of Women ' s high standard soccer matches. *Physical training*, January(1), 1-9.

Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 278-285.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA>

Arslan, E., Orer, G., & Clemente, F. (2020). Running-based high-intensity interval training vs. small-sided game training programs: Effects on the physical performance, psychophysiological responses and technical skills in young soccer players. *Biology of Sport*, 37(2), 165-173. <https://doi.org/10.5114/biolport.2020.94237>

Aughey, R. J., Elias, G. P., Esmaeili, A., Lazarus, B., & Stewart, A. M. (2016). Does the recent internal load and strain on players affect match outcome in elite Australian football? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 182-186.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.02.005>

Bagger, M., Petersen, P. H., & Pedersen, P. K. (2003). Biological Variation in Variables Associated with Exercise Training. *International Journal of Sports Medicine*, 24(6), 433-440. <https://doi.org/10.1055/s-2003-41180>

Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and

- reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574-1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bangsbo, J. (1994a). The physiology of soccer—With special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica Supplementum*, 619, 1-155.
- Bangsbo, J. (1994b). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, 12(sup1), S5-S12. <https://doi.org/10.1080/02640414.1994.12059272>
- Bangsbo, J. (2015). Performance in sports—With specific emphasis on the effect of intensified training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25, 88-99. <https://doi.org/10.1111/sms.12605>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic Response and Fatigue in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111-127. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.2.111>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Bangsbo, J., & Mizuno, M. (1987). Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. *Science and Football Proceedings of the first World Congress of Science and Football*.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Banister, E., Macdougall, J. D., & Wenger, H. A. (1991). *Modeling elite athletic performance. Physiological testing of High-performance athletes*. Human Kinetics Books.
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>
- Bartlett, J. D., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L., & Robertson, S. J. (2017). Relationships Between Internal and External Training Load in Team-Sport Athletes: Evidence for an Individualized Approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 230-234. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0791>

- Bastida Castillo, A., Gómez Carmona, C. D., De la cruz sánchez, E., & Pino Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time–motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, 18(4), 450-457. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796>
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., De la Cruz-Sánchez, E., Reche-Royo, X., Ibáñez, S. J., & Pino Ortega, J. (2019). Accuracy and Inter-Unit Reliability of Ultra-Wide-Band Tracking System in Indoor Exercise. *Applied Sciences*, 9(5), 939. <https://doi.org/10.3390/app9050939>
- Bishop, D., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Loturco, I., Bromley, T., & Read, P. (2019). Drop Jump Asymmetry is Associated with Reduced Sprint and Change-of-Direction Speed Performance in Adult Female Soccer Players. *Sports*, 7(1), 29. <https://doi.org/10.3390/sports7010029>
- Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-Sprint Ability – Part II: Recommendations for Training. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756. <https://doi.org/10.2165/11590560-000000000-00000>
- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player’s risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(8), 471-475. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095445>
- Bok, D., & Foster, C. (2021). Applicability of Field Aerobic Fitness Tests in Soccer: Which One to Choose? *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(3), 69. <https://doi.org/10.3390/jfmk6030069>
- Borg, G., Larsson, K., Letzter, M., & Sundblad, B.-M. (2010). An index for breathlessness and leg fatigue: An index for breathlessness and leg fatigue. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(4), 644-650. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00985.x>
- Borg, G. (1982). Ratings of Perceived Exertion and Heart Rates During Short-Term Cycle Exercise and Their Use in a New Cycling Strength Test*. *International Journal of Sports Medicine*, 03(3), 153-158. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1026080>
- Borg, G., Hassmén, P., & Lagerström, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate

and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 679-685. <https://doi.org/10.1007/BF00424810>

Borresen, J., & Lambert, M. (2009). The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance: *Sports Medicine*, 39(9), 779-795. <https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>

Borresen, J., & Lambert, M. (2008). Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 16-30. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.1.16>

Bosquet, L., Léger, L., & Legros, P. (2002). Methods to Determine Aerobic Endurance: *Sports Medicine*, 32(11), 675-700. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232110-00002>

Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, 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*, 12(s2), S2-161-S2-170. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2017-0208>

Boyd, L., Ball, K., & Aughey, R. (2011). The Reliability of MinimaxX Accelerometers for Measuring Physical Activity in Australian Football. *International journal of sports physiology and performance*, 6, 311-321. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.3.311>

Bradley, P.S., Bendiksen, M., Dellal, A., Mohr, M., Wilkie, A., Datson, N., Orntoft, C., Zebis, M., Gomez-Diaz, A., Bangsbo, J., & Krstrup, P. (2014). The Application of the Yo-Yo Intermittent Endurance Level 2 Test to Elite Female Soccer Populations: Yo-Yo IE2 testing in female soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), 43-54. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01483.x>

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*, 13(5), 656-664. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0433>

Bradley, P. S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J., & Wilkie, A. (2014). Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human Movement Science*, 33, 159-171. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.024>

- Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). High-Intensity Activity Profiles of Elite Soccer Players at Different Performance Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2343-2351. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181aeb1b3>
- Bradley, P. S., Martin-Garcia, A., Ade, J. D., & Diaz, A. G. (2019). Position specific & positional play training in elite football: Context matters. *Football, Medicine & Performance*, 6.
- Bradley, P. S., Mohr, M., Bendiksen, M., Randers, M. B., Flindt, M., Barnes, C., Hood, P., Gomez, A., Andersen, J. L., Di Mascio, M., Bangsbo, J., & Krstrup, P. (2011). Sub-maximal and maximal Yo–Yo intermittent endurance test level 2: Heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *European Journal of Applied Physiology*, 111(6), 969-978. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1721-2>
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>
- Bradley, P. S., & Vescovi, J. D. (2015). Velocity Thresholds for Women’s Soccer Matches: Sex Specificity Dictates High-Speed-Running and Sprinting Thresholds—Female Athletes in Motion (FAiM). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 112-116. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0212>
- Bradley, P. S., Wells, C., & Ade, J. D. (2018). Can modern football match demands be translated into novel training and testing modes? *Aspetar Sports Medicine Journal*, 7, 8.
- Brancaccio, P., Lippi, G., & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 48(6). <https://doi.org/10.1515/CCLM.2010.179>
- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 81-82(1), 209-230. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>
- Brooks, K., Clark, S., & Dawes, J. (2013). Isokinetic Strength and Performance in Collegiate Women’s Soccer. *Journal of Novel Physiotherapies*, s3(01). <https://doi.org/10.4172/2165-7025.S3-001>
- Brownstein, C. G., Dent, J. P., Parker, P., Hicks, K. M., Howatson, G., Goodall, S., &

- Thomas, K. (2017). Etiology and Recovery of Neuromuscular Fatigue following Competitive Soccer Match-Play. *Frontiers in Physiology*, 8, 831. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00831>
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy for Individualizing Interval Training of Young Intermittent Sport Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365-374. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635b2e>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Buchheit, M. (2019). Programming high-speed running and mechanical work in relation to technical contents and match schedule in professional soccer. *Sport Performance & Science Reports*, 3.
- Buchheit, M., Lacombe, M., Cholley, Y., & Simpson, B. M. (2018). Neuromuscular Responses to Conditioned Soccer Sessions Assessed via GPS-Embedded Accelerometers: Insights Into Tactical Periodization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 577-583. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0045>
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Quod, M., Quesnel, T., & Ahmaidi, S. (2010). Improving Acceleration and Repeated Sprint Ability in Well-Trained Adolescent Handball Players: Speed Versus Sprint Interval Training. *International journal of sports physiology and performance*, 5, 152-164. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.2.152>
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B., & Bourdon, P. (2010). Match Running Performance and Fitness in Youth Soccer. *International journal of sports medicine*, 31, 818-825. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1262838>
- Buchheit, M., Mendez-villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Repeated-Sprint Sequences During Youth Soccer Matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1261897>
- Buchheit, M., & Simpson, B. M. (2017). Player-Tracking Technology: Half-Full or Half-Empty Glass? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S235-S241. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0499>
- Bunc, V., & Psotta, R. (2004). Functional characteristics of elite Czech female soccer players. *J Sports Sci*, 22(6), 528.
- Can, F., Yilmaz, I., & Erden, Z. (2004). Morphological characteristics and performance

variables of women soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 6.

Cardoso de Araújo, M., Baumgart, C., Jansen, C. T., Freiwald, J., & Hoppe, M. W. (2018). Sex Differences in Physical Capacities of German Bundesliga Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002662>

Carey, D. L., Ong, K., Whiteley, R., Crossley, K. M., Crow, J., & Morris, M. E. (2018). Predictive Modelling of Training Loads and Injury in Australian Football. *International Journal of Computer Science in Sport*, 17(1), 49-66. <https://doi.org/10.2478/ijcss-2018-0002>

Carling, C., Bradley, P., McCall, A., & Dupont, G. (2016). Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2215-2223. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1176228>

Carling, C., Le Gall, F., & Dupont, G. (2012). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(4), 325-336. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.652655>

Casajús, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(4), 463-469.

Casamichana, D., Román-Quintana, J. S., Castellano, J., & Calleja-González, J. (2015). Influence of the Type of Marking and the Number of Players on Physiological and Physical Demands During Sided Games in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 47, 259-268. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0081>

Case, M. J., Knudson, D. V., & Downey, D. L. (2020). Barbell Squat Relative Strength as an Identifier for Lower Extremity Injury in Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1249-1253. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003554>

Castagna, C., Belardinelli, R., & Abt, G. (2005). The VO₂ and HR response to training with the ball in youth soccer players. *Science and Football*, 1, 462-464.

Castagna, C., & Castellini, E. (2013). Vertical Jump Performance in Italian Male and Female National Team Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1156-1161. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182610999>

- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Manzi, V., & Ditroilo, M. (2010). The Assessment of Maximal Aerobic Power With the Multistage Fitness Test in Young Women Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1488-1494. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d8e97a>
- Castellano, J., Alvarez-Pastor, D., & Bradley, P. (2014). Evaluation of Research Using Computerised Tracking Systems (Amisco® and Prozone®) to Analyse Physical Performance in Elite Soccer: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0144-3>
- Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A., & Álvarez, D. (2011). Contextual Variables and Time-Motion Analysis in Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32(06), 415-421. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1271771>
- Castillo, D, Raya-González, J., Weston, M., & Yanci, J. (2021). Distribution of External Load During Acquisition Training Sessions and Match Play of a Professional Soccer Team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3453-3458. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003363>
- Chaouachi, A., Chtara, M., Hammami, R., Chtara, H., Turki, O., & Castagna, C. (2014). Multidirectional Sprints and Small-Sided Games Training Effect on Agility and Change of Direction Abilities in Youth Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3121-3127. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000505>
- Christensen, P. M., Krstrup, P., Gunnarsson, T. P., Kiilerich, K., Nybo, L., & Bangsbo, J. (2011). Vo2 Kinetics and Performance in Soccer Players after Intense Training and Inactivity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1716-1724. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318211c01a>
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-Induced Muscle Damage in Humans: *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(Supplement), S52-S69. <https://doi.org/10.1097/00002060-200211001-00007>
- Claudino, J. G. (2019). *Current Approaches to the Use of Artificial Intelligence for Injury Risk Assessment and Performance Prediction in Team Sports: A Systematic Review*. 12.
- Clavel, P., Leduc, C., Morin, J.-B., Owen, C., Samozino, P., Peeters, A., Buchheit, M., & Lacome, M. (2022). Concurrent Validity and Reliability of Sprinting Force–Velocity Profile Assessed With GPS Devices in Elite Athletes. *International Journal of Sports*

Physiology and Performance, 1(aop), 1-5. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0339>

Clemente, F. M. (2020). The Threats of Small-Sided Soccer Games: A Discussion About Their Differences With the Match External Load Demands and Their Variability Levels. *Strength and Conditioning Journal*, 42(3), 100-105. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000526>

Clemente, F. M., Martins, F. M. L., & Mendes, R. S. (2014). Periodization Based on Small-Sided Soccer Games: Theoretical Considerations. *Strength and Conditioning Journal*, 36(5), 10.

Clemente, F. M., Rabbani, A., Conte, D., Castillo, D., Afonso, J., Truman Clark, C. C., 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), 3057. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173057>

Clemente, F. M., Ramirez-Campillo, R., Afonso, J., & Sarmiento, H. (2021). Effects of Small-Sided Games vs. Running-Based High-Intensity Interval Training on Physical Performance in Soccer Players: A Meta-Analytical Comparison. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2021.642703>

Clemente, F. M., Silva, R., Arslan, E., Aquino, R., Castillo, D., & Mendes, B. (2020). The effects of congested fixture periods on distance-based workload indices: A full-season study in professional soccer players. *Biology of Sport*, 38(1), 37-44. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2020.97068>

Colby, M. J., Dawson, B., Heasman, J., Rogalski, B., & Gabbett, T. J. (2014). Accelerometer and gps-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2244-2252.

Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45-51. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11331>

Conte, D., Arruda, A. F. S., Clemente, F. M., Castillo, D., Kamarauskas, P., & Guerriero, A. (2022). Assessing the Relationship Between External and Internal Match Loads in Elite Women's Rugby Sevens. *International Journal of Sports Physiology and*

Performance, 1-6. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0097>

Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Cormie, P. (2008). Neuromuscular and Endocrine Responses of Elite Players During an Australian Rules Football Season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(4), 439-453. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.4.439>

Coutts, A. J. (2014). In the Age of Technology, Occam's Razor Still Applies. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 741. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0353>

Cross, M. R., Brughelli, M., Samozino, P., & Morin, J.-B. (2017). Methods of Power-Force-Velocity Profiling During Sprint Running: A Narrative Review. *Sports Medicine*, 47(7), 1255-1269. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0653-3>

Cunningham, D. J., Shearer, D. A., Carter, N., Drawer, S., Pollard, B., Bennett, M., Eager, R., Cook, C. J., Farrell, J., Russell, M., & Kilduff, L. P. (2018). Assessing worst case scenarios in movement demands derived from global positioning systems during international rugby union matches: Rolling averages versus fixed length epochs. *PLOS ONE*, 13(4), e0195197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195197>

Curtis, R. M., Huggins, R. A., Benjamin, C. L., Sekiguchi, Y., Adams, W. M., Arent, S. M., Jain, R., Miller, S. J., Walker, A. J., & Casa, D. J. (2020). Contextual Factors Influencing External and Internal Training Loads in Collegiate Men's Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 374-381. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003361>

Curtis, R. M., Huggins, R. A., Benjamin, C. L., Sekiguchi, Y., Arent, S. M., Armwald, B. C., Pullara, J. M., West, C. A., & Casa, D. J. (2019). Seasonal Accumulated Workloads in Collegiate Men's Soccer: A Comparison of Starters and Reserves. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(11), 3184-3189.

Daanen, H. A. M., Lamberts, R. P., Kallen, V. L., Jin, A., & Van Meeteren, N. L. U. (2012). A Systematic Review on Heart-Rate Recovery to Monitor Changes in Training Status in Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 251-260. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.3.251>

Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Geir Havard, H., & Ulrik, W. (2016). Player Load, Acceleration, and Deceleration During Forty-Five Competitive Matches of Elite Soccer.

Journal of Strength and Conditioning Research, 30(2), 351-359.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001063>

Dalen, T., & Lorås, H. (2019). Monitoring Training and Match Physical Load in Junior Soccer Players: Starters versus Substitutes. *Sports*, 7(3), 70.
<https://doi.org/10.3390/sports7030070>

Dalen, T., Sandmæl, S., Stevens, T. G. A., Hjelde, G. H., Kjøsnes, T. N., & Wisløff, U. (2019). Differences in Acceleration and High-Intensity Activities Between Small-Sided Games and Peak Periods of Official Matches in Elite Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003081>

Datson, N., Drust, B., Weston, M., & Gregson, W. (2019). Repeated high-speed running in elite female soccer players during international competition. *Science and Medicine in Football*, 3(2), 150-156. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1508880>

Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players During International Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2379-2387.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001575>

Datson, N., Hulton, A., Andersson, H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B., & Gregson, W. (2014). Applied Physiology of Female Soccer: An Update. *Sports Medicine*, 44(9), 1225-1240. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0199-1>

Davis, J. A., Brewer, J., & Atkin, D. (1992). Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 10(6), 541-547. <https://doi.org/10.1080/02640419208729950>

De Andrade, M. T., Santo, L. C. E., Andrade, A. G. P., & Oliveira, G. G. A. (2015). Análise dos gols do Campeonato Brasileiro de 2008—Série A. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 37(1), 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2013.04.001>

de Araújo, M. C., & Mießen, K. A. M. (2017). Twenty Years of the FIFA Women's World Cup: An Outstanding Evolution of Competitiveness. *Women in Sport and Physical Activity Journal*, 25(1), 60-64. <https://doi.org/10.1123/wspaj.2015-0047>

de Hoyo, M., Cohen, D. D., Sañudo, B., Carrasco, L., Álvarez-Mesa, A., del Ojo, J. J., Domínguez-Cobo, S., Mañas, V., & Otero-Esquina, C. (2016). Influence of football match time–motion parameters on recovery time course of muscle damage and jump

ability. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1363-1370.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1150603>

Delaney, J. A., Duthie, G. M., Thornton, H. R., & Pyne, D. B. (2018). Quantifying the relationship between internal and external work in team sports: Development of a novel training efficiency index. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 149-156.
<https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1432885>

Delaney, J. A., McKay, B. A., Thornton, H. R., Murray, A., & Duthie, G. M. (2018). Training efficiency and athlete wellness in collegiate female soccer. *Sport Performance & Science Reports*, 4.

Dellal, A., Casamichana, D., Castellano, J., Haddad, M., Moalla, W., & Chamari, K. (2015). Cardiac Parasympathetic Reactivation in Elite Soccer Players During Different Types of Traditional High-Intensity Training Exercise Modes and Specific Tests: Interests and Limits. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(4).
<https://doi.org/10.5812/asjasm.25723>

Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart Rate Responses During Small-Sided Games and Short Intermittent Running Training in Elite Soccer Players: A Comparative Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1449-1457. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817398c6>

Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G. N., & Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.481334>

Dellal, A., Silva, C. D. D., Hill-Haas, S., Wong, D. P., Natali, A. J., Garcia, E. S., & Karim, C. (2012). Heart rate monitoring in soccer: Interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2890-2906.

DeWitt, J. K., Gonzales, M., Laughlin, M. S., & Amonette, W. E. (2018). External loading is dependent upon game state and varies by position in professional women's soccer. *Science and Medicine in Football*, 2(3), 225-230.
<https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1447142>

Di Mascio, M., Ade, J., & Bradley, P. S. (2015). The reliability, validity and sensitivity

of a novel soccer-specific reactive repeated-sprint test (RRST). *European Journal of Applied Physiology*, 115(12), 2531-2542. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3247-0>

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924294>

Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of High Intensity Activity in Premier League Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(03), 205-212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>

Djaoui, L., Chamari, K., Owen, A. L., & Dellal, A. (2017). Maximal Sprinting Speed of Elite Soccer Players During Training and Matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1509-1517. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001642>

Dolci, F., Kilding, A. E., Spiteri, T., Chivers, P., Piggott, B., Maiorana, A., & Hart, N. (2021). High-intensity Interval Training Shock Microcycle Improves Running Performance but not Economy in Female Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 42(8), 740-748. <https://doi.org/10.1055/a-1302-8002>

Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Barbero-Álvarez, J. C., Mohr, M., Malliou, P.,ourgoulis, V., Deli, C. K., Douroudos, I. I., Margonis, K., Gioftsidou, A., Fouris, A. D., Jamurtas, A. Z., Koutedakis, Y., & Fatouros, I. G. (2015). Recovery Kinetics of Knee Flexor and Extensor Strength after a Football Match. *PLOS ONE*, 10(6), e0128072. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128072>

Draper, J., & Lancaster, M. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane performance. *Exerc Sport Sci Rev*, 31, 8-12.

Drew, M. K., & Finch, C. F. (2016). The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: A Systematic and Literature Review. *Sports Medicine*, 46(6), 861-883. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0459-8>

Dudley, G. A., Abraham, W. M., & Terjung, R. L. (1982). Influence of exercise intensity and duration on biochemical adaptations in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 53(4), 844-850. <https://doi.org/10.1152/jappl.1982.53.4.844>

Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18,

584-589.

Dwyer, D. B., & Gabbett, T. J. (2012). Global Positioning System Data Analysis: Velocity Ranges and a New Definition of Sprinting for Field Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 818-824. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182276555>

Edwards, S. (1993). High performance training and racing. *The heart rate monitor book*, 349, 113-123.

Eirale, C., Tol, J. L., Farooq, A., Smiley, F., & Chalabi, H. (2013). Low injury rate strongly correlates with team success in Qatari professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 807-808. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091040>

Emmonds, S., Nicholson, G., Begg, C., Jones, B., & Bissas, A. (2019). Importance of Physical Qualities for Speed and Change of Direction Ability in Elite Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 1669-1677. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002114>

Esposito, F., Impellizzeri, F., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G., & Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European journal of applied physiology*, 93, 167-172. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1192-4>

Fanchini, M., Ghielmetti, R., Coutts, A. J., Schena, F., & Impellizzeri, F. M. (2015). Effect of Training-Session Intensity Distribution on Session Rating of Perceived Exertion in Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 426-430. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0244>

Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>

Fereday, K., Hills, S. P., Russell, M., Smith, J., Cunningham, D. J., Shearer, D., McNarry, M., & Kilduff, L. P. (2020). A comparison of rolling averages versus discrete time epochs for assessing the worst-case scenario locomotor demands of professional soccer match-play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(8), 764-769. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.01.002>

Fernandes, R., Ceylan, H. İ., Clemente, F. M., Brito, J. P., Martins, A. D., Nobari, H.,

- Reis, V. M., & Oliveira, R. (2022). In-Season Microcycle Quantification of Professional Women Soccer Players—External, Internal and Wellness Measures. *Healthcare, 10*(4), 695. <https://doi.org/10.3390/healthcare10040695>
- Ferrari-Bravo, D., Impellizzeri, F., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. Interval Training in Football. *International Journal of Sports Medicine, 29*(08), 668-674. <https://doi.org/10.1055/s-2007-989371>
- Fessi, M. S., Zarrouk, N., Di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A. R., & Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences, 34*(24), 2189-2194. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1171891>
- Fisher-Wellman, K., & Bloomer, R. J. (2009). Acute exercise and oxidative stress: A 30 year history. *Dynamic Medicine, 8*(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1476-5918-8-1>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research, 7*.
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & de Koning, J. J. (2017). Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 12*(s2), S2-2-S2-8. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2016-0388>
- Fransson, D., Nielsen, T. S., Olsson, K., Christensson, T., Bradley, P. S., Fatouros, I. G., Krstrup, P., Nordsborg, N. B., & Mohr, M. (2018). Skeletal muscle and performance adaptations to high-intensity training in elite male soccer players: Speed endurance runs versus small-sided game training. *European Journal of Applied Physiology, 118*(1), 111-121. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3751-5>
- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine, 50*(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gabbett, T. J. (2010a). The Development of a Test of Repeated-Sprint Ability for Elite Women's Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(5), 1191-1194. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d1568c>
- Gabbett, T. J. (2010b). The Development and Application of an Injury Prediction Model for Noncontact, Soft-Tissue Injuries in Elite Collision Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(10), 2593-2603.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f19da4>

Gabbett, T. J. (2015). Use of Relative Speed Zones Increases the High-Speed Running Performed in Team Sport Match Play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3353-3359. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001016>

Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. (2008). Time-Motion Analysis of Small-Sided Training Games and Competition in Elite Women Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 543-552. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635597>

Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., Rodas, G., Myslinski, T., Howells, D., Beard, A., & Ryan, A. (2017). The athlete monitoring cycle: A practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *British Journal of Sports Medicine*, 51(20), 1451-1452. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097298>

Gai, Y., Volossovitch, A., Leicht, A. S., & Gómez, M.-Á. (2019). Technical and physical performances of Chinese Super League soccer players differ according to their playing status and position. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(5), 878-892. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1669356>

Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 712-719. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.75.2.712>

Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2016). Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1445-1451. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1119295>

Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2017). Self-Reported Wellness Profiles of Professional Australian Football Players During the Competition Phase of the Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 495-502. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001515>

García López, J., González Lázaro, J., Rodríguez Marroyo, J. A., Morante Rábago, J. C., & Villa Vicente, J. G. (2002). *Validación y aplicación de un nuevo sistema de fotocélulas: DSD Láser System*. Lleida: INEF Catalunya, Centre de Lleida, 2002. <https://buleria.unileon.es/handle/10612/9305>

Garrett, J., Graham, S. R., Eston, R. G., Burgess, D. J., Garrett, L. J., Jakeman, J., &

- Norton, K. (2019). A Novel Method of Assessment for Monitoring Neuromuscular Fatigue in Australian Rules Football Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(5), 598-605. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0253>
- Gastin, P. B., Hunkin, S. L., Fahrner, B., & Robertson, S. (2019). Deceleration, Acceleration, and Impacts Are Strong Contributors to Muscle Damage in Professional Australian Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3374-3383. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003023>
- Gastin, P. B., Meyer, D., & Robinson, D. (2013). Perceptions of Wellness to Monitor Adaptive Responses to Training and Competition in Elite Australian Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2518-2526. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827fd600>
- Gentles, J., Coniglio, C., Besemer, M., Morgan, J., & Mahnken, M. (2018). The Demands of a Women's College Soccer Season. *Sports*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.3390/sports6010016>
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-Sprint Ability – Part I: Factors Contributing to Fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694. <https://doi.org/10.2165/11590550-000000000-00000>
- Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V. I., Sotiropoulos, A., Komsis, G., & Manolopoulos, E. (2006). Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research in Sports Medicine (Print)*, 14(3), 205-214. <https://doi.org/10.1080/15438620600854769>
- Gladden, L. B. (2004). Lactate metabolism: A new paradigm for the third millennium: Lactate metabolism. *The Journal of Physiology*, 558(1), 5-30. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.058701>
- Gomez, M. , Alvaro, J. , Barriopedro, M. (2009). Behaviour patterns of finishing plays in female and male soccer. *Kronos: la revista científica de actividad física y deporte*, 15, 15-24.
- Gómez-Carmona, C. D., Gamonales, J. M., Pino-Ortega, J., & Ibáñez, S. J. (2018). *Comparative Analysis of Load Profile between Small-Sided Games and Official Matches in Youth Soccer Players*. 15.
- González-García, J., Giráldez-Costas, V., Ramirez-Campillo, R., Drust, B., & Romero-

- Moraleda, B. (2022). Assessment of Peak Physical Demands in Elite Women Soccer Players: Can Contextual Variables Play a Role? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 0(0), 1-9. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.2004297>
- González-Ródenas, J., López-Bondia, I., Aranda-Malavés, R., Tudela Desantes, A., Sanz-Ramírez, E., & Aranda Malaves, R. (2019). Technical, tactical and spatial indicators related to goal scoring in European elite soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(1), 186-201. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.151.17>
- Gonzalez-Ródenas, J., Lopez-Bondia, I., Calabuig, F., Pérez-turpin, A., Aranda, R., (2017). Association between playing tactics and creating scoring opportunities in counterattacks from United States Major League Soccer games Association between playing tactics and creating scoring opportunities in counterattacks from United States Major League. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(November), 737-752. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868920>
- Goulart, K. N. O., Coimbra, C. C., Campos, H. O., Drummond, L. R., Ogando, P. H. M., Brown, G., Couto, B. P., Duffield, R., & Wanner, S. P. (2022). Fatigue and Recovery Time Course After Female Soccer Matches: A Systematic Review And Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00466-3>
- Gunnarsson, T. P., Christensen, P. M., Hulse, K., Christiansen, D., & Bangsbo, J. (2012). Effect of Additional Speed Endurance Training on Performance and Muscle Adaptations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(10), 1942-1948. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31825ca446>
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 612. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
- Hader, K., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Kilduff, L. P., Girard, O., & Silva, J. R. (2019). Monitoring the Athlete Match Response: Can External Load Variables Predict Post-match Acute and Residual Fatigue in Soccer? A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0219-7>
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2017). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico NSCA (Color)*. Paidotribo.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports*

Medicine, 44(S2), 139-147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>

Hammami, M. A., Ben Klifa, W., Ben Ayed, K., Mekni, R., Saeidi, A., Jan, J., & Zouhal, H. (2020). Physical performances and anthropometric characteristics of young elite North-African female soccer players compared with international standards. *Science & Sports*, 35(2), 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2019.06.005>

Harkness-Armstrong, A., Till, K., Datson, N., & Emmonds, S. (2021). Whole and peak physical characteristics of elite youth female soccer match-play. *Journal of Sports Sciences*, 39(12), 1320-1329. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1868669>

Harper, D. J., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Medicine*, 49(12), 1923-1947. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01170-1>

Harper, D. J., & Kiely, J. (2018). Damaging nature of decelerations: Do we adequately prepare players? *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4(1), e000379. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000379>

Haugen, T. A., Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., & Seiler, S. (2014). VO₂max Characteristics of Elite Female Soccer Players, 1989–2007. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 515-521. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2012-0150>

Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2012). Speed and Countermovement-Jump Characteristics of Elite Female Soccer Players, 1995–2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(4), 340-349. <https://doi.org/10.1123/ijssp.7.4.340>

Hedt, C. A., Le, J. T., Heimdal, T., Vickery, J., Orozco, E., McCulloch, P. C., & Lambert, B. S. (2022). Sex-related Anthropometrics in a Lower-Body Mobility Assessment Among Professional Soccer Athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(3), 474-482. <https://doi.org/10.26603/001c.32595>

Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1-8.

Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., & Noyes, F. R. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(6), 699-706.

<https://doi.org/10.1177/03635465990270060301>

Hewitt, A., Norton, K., & Lyons, K. (2014). Movement profiles of elite women soccer players during international matches and the effect of opposition's team ranking. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1874-1880. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.898854>

Hicks, D. S., Schuster, J. G., Samozino, P., & Morin, J.-B. (2020). Improving Mechanical Effectiveness During Sprint Acceleration: Practical Recommendations and Guidelines. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 45-62. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000519>

Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Rowsell, G. J., & Dawson, B. T. (2008). Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(5), 487-490. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.07.006>

Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Dawson, B. T., & Rowsell, G. J. (2010). Time-Motion Characteristics and Physiological Responses of Small-Sided Games in Elite Youth Players: The Influence of Player Number and Rule Changes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2149-2156. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181af5265>

Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Rowsell, G. J., & Dawson, B. T. (2009). Generic Versus Small-sided Game Training in Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(09), 636-642. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1220730>

Hill-Haas, S. V., Dawson, B. T., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of Small-Sided Games Training in Football: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220. <https://doi.org/10.2165/11539740-000000000-00000>

Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T., & Coutts, A. J. (2009). Acute Physiological Responses and Time-Motion Characteristics of Two Small-Sided Training Regimes in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 111-115. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818efc1a>

Hills, S. P., Barrett, S., Busby, M., Kilduff, L. P., Barwood, M. J., Radcliffe, J. N., Cooke, C. B., & Russell, M. (2020). Profiling the Post-match Top-up Conditioning Practices of Professional Soccer Substitutes: An Analysis of Contextual Influences. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2805-2814.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003721>

Hjelm, J. (2011). The bad female football player: Women's football in Sweden. *Soccer and Society*, 12(2), 143-158. <https://doi.org/10.1080/14660970.2011.548352>

Hoffmann, J. J., Reed, J. P., Leiting, K., Chiang, C.-Y., & Stone, M. H. (2014). Repeated Sprints, High-Intensity Interval Training, Small-Sided Games: Theory and Application to Field Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 352-357. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0189>

Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes. *Sports medicine*, 20(5), 321-327.

Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>

Hortobágyi, T., & Denahan, T. (1989). Variability in Creatine Kinase: Methodological, Exercise, and Clinically Related Factors. *International Journal of Sports Medicine*, 10(2), 69-80. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024878>

Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., & Sampson, J. A. (2016). The acute:chronic workload ratio predicts injury: High chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 50(4), 231-236. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094817>

Hulme, A., Mclean, S., Salmon, P. M., Thompson, J., Lane, B. R., & Nielsen, R. O. (2018). *Computational methods to model complex systems in sports injury research: Agent-based modelling (ABM) and systems dynamics (SD) modelling*. 0(0), 4.

Hunkin, S. L. (2014). Creatine kinase and its relationship with match performance in elite Australian Rules football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5.

Hunter, F., Bray, J., Towlson, C., Smith, M., Barrett, S., Madden, J., Abt, G., & Lovell, R. (2014). Individualisation of Time-Motion Analysis: A Method Comparison and Case Report Series. *International Journal of Sports Medicine*, 36(01), 41-48. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1384547>

Iaia, F. M., & Bangsbo, J. (2010). Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(s2), 11-23. <https://doi.org/10.1111/j.1600->

0838.2010.01193.x

Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). High-Intensity Training in Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291-306. <https://doi.org/10.1123/ijsp.4.3.291>

Iaia, F. M., Fiorenza, M., Perri, E., Alberti, G., Millet, G. P., & Bangsbo, J. (2015). The Effect of Two Speed Endurance Training Regimes on Performance of Soccer Players. *PLOS ONE*, 10(9), e0138096. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138096>

Illa, J., Fernandez, D., Reche, X., Carmona, G., & Tarragó, J. R. (2020). 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, 577624. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.577624>

Impellizzeri, F., Woodcock, S., Coutts, A. J., Fanchini, M., McCall, A., & Vigotsky, A. (2020). Acute to random workload ratio is 'as' associated with injury as acute to actual chronic workload ratio: Time to dismiss ACWR and its components. *SportRxiv*. <https://doi.org/10.31236/osf.io/e8kt4>

Impellizzeri, F., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270-273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>

Impellizzeri, F., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>

Ingebrigtsen, J., Brochmann, M., Castagna, C., Bradley, P. S., Ade, J., Krustup, P., & Holtermann, A. (2014). Relationships between field performance tests in high-level soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 942-949. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1f861>

Ingebrigtsen, J., Dillern, T., & Shalfawi, S. A. (2011). Aerobic Capacities and Anthropometric Characteristics of Elite Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3352-3357. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318215f763>

Iturricastillo Urteaga, A., Javier, Y., & Granados, C. (2018). Neuromuscular Responses and Physiological Changes During Small-Sided Games in Wheelchair Basketball.

Adapted physical activity quarterly: APAQ, 35, 20-35.
<https://doi.org/10.1123/apaq.2016-0139>

Jajtner, A. R., Hoffman, J. R., Scanlon, T. C., Wells, A. J., Townsend, J. R., Beyer, K. S., Mangine, G. T., McCormack, W. P., Bohner, J. D., Fragala, M. S., & Stout, J. R. (2013). Performance and Muscle Architecture Comparisons Between Starters and Nonstarters in National Collegiate Athletic Association Division I Women's Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2355-2365.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829bd7c5>

Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Cuadrado-Peñañiel, V., González-Hernández, J. M., Capelo-Ramírez, F., Martínez-Aranda, L. M., & González-Badillo, J. J. (2021). Differences between adjusted vs. non-adjusted loads in velocity-based training: Consequences for strength training control and programming. *PeerJ*, 9, e10942.
<https://doi.org/10.7717/peerj.10942>

Jiménez-Reyes, P., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñañiel, V., Párraga-Montilla, J. A., Morcillo-Losa, J. A., Samozino, P., & Morin, J.-B. (2019). Differences in Sprint Mechanical Force–Velocity Profile Between Trained Soccer and Futsal Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 478-485.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0402>

Joo, C. H. (2016). The effects of short-term detraining on exercise performance in soccer players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(1), 54-59.
<https://doi.org/10.12965/jer.160280>

Joo, C. H. (2018). The effects of short term detraining and retraining on physical fitness in elite soccer players. *PLOS ONE*, 13(5), e0196212.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196212>

Kadlubowski, B., Keiner, M., Hartmann, H., Wirth, K., & Frick, U. (2019). The Relationship between Change of Direction Tests in Elite Youth Soccer Players. *Sports*, 7(111), 8.

Kalapocharakos, V. I., Strimpakos, N., Vithoulka, I., Karvounidis, C., Diamantopoulos, K., & Kapreli, E. (2006). Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(4), 515-519.

- Karvonen, J., & Vuorimaa, T. (1988). Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities. *Sports Medicine*, 5(5), 303-311. <https://doi.org/10.2165/00007256-198805050-00002>
- Keiner, M., Sander, A., Wirth, K., & Hartmann, H. (2015). Differences in the performance tests of the fast and slow stretch and shortening cycle among professional, amateur and elite youth soccer players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(2). <https://doi.org/10.14198/jhse.2015.102.03>
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery: A Conceptual Model. *Sports Medicine*, 26(1), 1-16. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
- Köklü, Y., Cihan, H., Alemdaroğlu, U., Dellal, A., & Wong, D. (2020). Acute effects of small-sided games combined with running drills on internal and external loads in young soccer players. *Biology of Sport*, 37(4), 375-381. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.96943>
- Koundourakis, N. E., Androulakis, N. E., Malliaraki, N., Tsatsanis, C., Venihaki, M., & Margioris, A. N. (2014). Discrepancy between Exercise Performance, Body Composition, and Sex Steroid Response after a Six-Week Detraining Period in Professional Soccer Players. *PLOS ONE*, 9(2), e87803. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087803>
- Krustrup, P., Andersson, H., Mohr, M., & Randers, M. B. (2008). Match activities and fatigue development of elite female soccer players at different levels of competition. In *Science and Football VI*. Routledge.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K., & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 697-705. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32>
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: Importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(7), 1242-1248. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000170062.73981.94>
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., & Mohr, M. (2010). Game-Induced Fatigue Patterns in Elite Female Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2),

437-441. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c09b79>

Kubayi, A. (2020). Analysis of Goal Scoring Patterns in the 2018 FIFA World Cup. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 205-210. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0084>

Kubayi, A., & Toriola, A. (2019). Trends of Goal Scoring Patterns in Soccer: A Retrospective Analysis of Five Successive FIFA World Cup Tournaments. *Journal of Human Kinetics*, 69(September), 231-238. <https://doi.org/10.2478/hukin>

Lacome, W. M., Simpson, B. M., Cholley, Y., Lambert, P., & Buchheit, M. (2018). Small-Sided Games in Elite Soccer: Does One Size Fit All? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 568-576. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0214>

Lacome, W. M., Simpson, B. M., & Buchheit, M. (2018). Monitoring training status with player-tracking technology. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 54-63.

Lago-Ballesteros, J., & Lago-Peñas, C. (2010). Performance in team sports: Identifying the keys to success in soccer. *Journal of Human Kinetics*, 25(1), 85-91. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0035-0>

Lago-Peñas, C., Casais, L., Dominguez, E., & Sampaio, J. (2010). The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sport Science*, 10(2), 103-109. <https://doi.org/10.1080/17461390903273994>

Lago-Peñas, C., & Dellal, A. (2010). Ball possession strategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: The influence of situational variables. *Journal of Human Kinetics*, 25(1), 93-100. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0036-z>

Lago-Peñas, C., Gómez, M. A., & Pollard, R. (2017). Home advantage in elite soccer matches. A transient effect? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(1-2), 86-95. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1304024>

Lago-Peñas, C., Gómez, M. A., Viaño, J., González-García, I., & De Los Ángeles Fernández-Villarino, M. (2013). Home advantage in elite handball: The impact of the quality of opposition on team performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 724-733. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868684>

Lago-Peñas, C., & Gómez, M. A. (2014). How important is it to score a goal? The influence of the scoreline on match performance in elite soccer. *Perceptual and Motor Skills*, 119(3), 774-784. <https://doi.org/10.2466/23.27.PMS.119c32z1>

- Lago-peñas, C., & Lago-ballesteros, J. (2011). Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, *10*(September), 465-471.
- Larruskain, J., Lekue, J. A., Diaz, N., Odriozola, A., & Gil, S. M. (2018). A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *28*(1), 237-245. <https://doi.org/10.1111/sms.12860>
- Laursen, & Buchheit. (2019). *Science and Application of High-Intensity Interval Training*. Human Kinetics.
- Lazarus, B. H., Stewart, A. M., White, K. M., Rowell, A. E., Esmaeili, A., Hopkins, W. G., & Aughey, R. J. (2017). Proposal of a Global Training Load Measure Predicting Match Performance in an Elite Team Sport. *Frontiers in Physiology*, *8*, 930. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00930>
- Leduc, C., Lacombe, M., & Buchheit, M. (2020). The use of standardised runs (and associated data analysis) to monitor neuromuscular status in team sports players: A call to action. *Sport Performance & Science Reports*, *6*.
- Leduc, C., Tee, J., Lacombe, M., Weakley, J., Cheradame, J., Ramirez, C., & Jones, B. (2020). Convergent Validity, Reliability, and Sensitivity of a Running Test to Monitor Neuromuscular Fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *15*(8), 1067-1073. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0319>
- Lockie, R. G., Risso, F. G., Giuliano, D. V., Orjalo, A. J., & Jalilvand, F. (2018). Practical Fitness Profiling Using Field Test Data for Female Elite-Level Collegiate Soccer Players: A Case Analysis of a Division I Team. *Strength & Conditioning Journal*, *40*(3), 58-71. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000343>
- Lolli, L., Batterham, A. M., Hawkins, R., Kelly, D. M., Strudwick, A. J., Thorpe, R., Gregson, W., & Atkinson, G. (2019). Mathematical coupling causes spurious correlation within the conventional acute-to-chronic workload ratio calculations. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(15), 921-922. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098110>
- López-Fernández, J., Sánchez-Sánchez, J., Rodríguez-Cañamero, S., Ubago-Guisado, E., Colino, E., & Gallardo, L. (2018). Physiological responses, fatigue and perception of female soccerplayers in small-sided games with different pitch size and sportsurfaces.

- Biology of Sport*, 35(3), 291-299. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2018.77829>
- López-Valenciano, A., Raya-González, J., Garcia-Gómez, J. A., Aparicio-Sarmiento, A., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Ayala, F. (2021). Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 51(3), 423-442. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01401-w>
- Los Arcos, A., Mendez-Villanueva, A., & Martínez-Santos, R. (2017). In-season training periodization of professional soccer players. *Biology of Sport*, 2, 149-155. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.64588>
- Loturco, I., Bishop, C., Freitas, T. T., Pereira, L. A., & Jeffreys, I. (2020). Vertical Force Production in Soccer: Mechanical Aspects and Applied Training Strategies. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 6-15. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000513>
- Lovell, R., & Abt, G. (2013). Individualization of Time–Motion Analysis: A Case-Cohort Example. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(4), 456-458. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.4.456>
- Lucia, A., Hoyos, J. J., Santalla, A., Earnest, C., & Chicharro, L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España: Which Is Harder? *Medicine and science in sports and exercise*, 35, 872-878. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000064999.82036.B4>
- Lupo, C., Ungureanu, A. N., Varalda, M., & Brustio, P. R. (2019). Running technique is more effective than soccer-specific training for improving the sprint and agility performances with ball possession of prepubescent soccer players. *Biology of Sport*, 36(3), 249-255. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2019.87046>
- Maciejewski, H., Bourdin, M., Lacour, J.-R., Denis, C., Moyen, B., & Messonnier, L. (2012). Lactate accumulation in response to supramaximal exercise in rowers: Lactate accumulation after all-out exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01423.x>
- Malone, S., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489-497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>
- Malone, S., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. *International Journal*

of Sports Physiology and Performance, 12(s2), S2-18-S2-26.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236>

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 561-565.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.10.014>

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Tiernan, L., Hughes, B., & Collins, K. (2018). Wellbeing perception and the impact on external training output among elite soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(1), 29-34.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.019>

Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 250-254.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.005>

Maneiro, R., Losada, J. L., Casal, C. A., & Ardá, A. (2020). The Influence of Match Status on Ball Possession in High Performance Women ' s Football. *Frontiers in Psychology*, 11(March), 487. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00487>

Manson, S. A., Brughelli, M., & Harris, N. K. (2014). Physiological Characteristics of International Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 308-318. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829b56b1>

Mara, J. K., Thompson, K. G., Pumpa, K. L., & Ball, N. B. (2015). Periodization and Physical Performance in Elite Female Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 664-669. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0345>

Mara, J. K., Thompson, K. G., Pumpa, K. L., & Morgan, S. (2017). The acceleration and deceleration profiles of elite female soccer players during competitive matches. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(9), 867-872.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.12.078>

Martín-García, A., Casamichana, D., Díaz, A. G., & Cos, F. (2018). Positional Differences in the Most Demanding Passages of Play in Football Competition. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17, 9.

Martín-García, A., Castellano, J., Villanueva, A. M., 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, 9.

Martín-García, A., Gómez Díaz, 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>

Masanovic, B., Vukcevic, A., Montenegrin Sports Academy, Podgorica, Montenegro, & Spaic, S. (2018). Sport-Specific Morphology Profile: Differences in Anthropometric Characteristics between Elite Soccer and Basketball Players. *Journal of Anthropology of Sport and Physical Education*, 2(4), 43-47. <https://doi.org/10.26773/jaspe.181008>

McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship Between Maximal Squat Strength and Five, Ten, and Forty Yard Sprint Times. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1633-1636. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa>

McCall, A., Pruna, R., Van der Horst, N., Dupont, G., Buchheit, M., Coutts, A. J., Impellizzeri, F. M., Fanchini, M., the EFP-Group, Azzalin, A., Beck, A., Belli, A., Buchheit, M., Dupont, G., Fanchini, M., Ferrari-Bravo, D., Forsythe, S., Iaia, M., Kugel, Y.-B., ... Tibaudi, A. (2020). Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Male Elite Footballers: An Expert-Led Delphi Survey of 21 Practitioners Belonging to 18 Teams from the Big-5 European Leagues. *Sports Medicine*, 50(9), 1667-1681. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01315-7>

McCurdy, K. W., Walker, J. L., Langford, G. A., Kutz, M. R., Guerrero, J. M., & McMillan, J. (2010). The Relationship Between Kinematic Determinants of Jump and Sprint Performance in Division I Women Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3200-3208. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fb3f94>

McFadden, B. A., Walker, A. J., Bozzini, B. N., Sanders, D. J., & Arent, S. M. (2020). Comparison of Internal and External Training Loads in Male and Female Collegiate Soccer Players During Practices vs. Games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 969-974. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003485>

McFarland, I., Dawes, J. J., Elder, C., & Lockie, R. (2016). Relationship of Two Vertical

Jumping Tests to Sprint and Change of Direction Speed among Male and Female Collegiate Soccer Players. *Sports*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.3390/sports4010011>

McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641-658. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>

Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., & Bourdon, P. (2012). Match Play Intensity Distribution in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(02), 101-110. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1306323>

Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., Rogers, C., & Deklerk, M. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: Reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1140-1147. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318190f9c2>

Meylan, C., Trewin, J., & McKean, K. (2017). Quantifying Explosive Actions in International Women's Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), 310-315. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0520>

Michaelides, M. A., Parpa, K. M., & Zacharia, A. I. (2019). Effects of an 8-Week Pre-seasonal Training on the Aerobic Fitness of Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Publish Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003209>

Milanese, C., Cavedon, V., Corradini, G., De Vita, F., & Zancanaro, C. (2015). Seasonal DXA-measured body composition changes in professional male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(12), 1219-1228. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1022573>

Milanović, Z., Sporiš, G., James, N., Trajković, N., Ignjatović, A., Sarmiento, H., Trecroci, A., & Mendes, B. M. B. (2017). Physiological Demands, Morphological Characteristics, Physical Abilities and Injuries of Female Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 60(1), 77-83. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0091>

Mirescu, S. C., Ciocoiu, A.L., David, L., & Tarba, C. (2017). Heart rate variability: A practical review for the beginner. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Biologia*, 62(1), 87-100. <https://doi.org/10.24193/subbb.2017.1.06>

- Mitrotasios, M., & Armatas, V. (2012). Analysis of goal scoring patterns in the 2012 European Football Championship. *The Sport Journal*, 50, 1-9.
- Mitrotasios, M., González Rodenas, J., Armatas, V., & Aranda, R. (2021). Creating Goal Scoring Opportunities in Men and Women UEFA Champions League Soccer Matches. Tactical Similarities and Differences. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 154-161. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.88203>
- Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Position Specific Running Performances in Professional Football (Soccer): Influence of Different Tactical Formations. *Sports*, 8(12), 161. <https://doi.org/10.3390/sports8120161>
- Mohr, M., & Krustup, P. (2016). Comparison between two types of anaerobic speed endurance training in competitive soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 51(1), 183-192. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0181>
- Mohr, M., Krustup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. (2008). Match Activities of Elite Women Soccer Players at Different Performance Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 341-349. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318165fef6>
- Mohr, M., Krustup, P., Nielsen, J. J., Nybo, L., Rasmussen, M. K., Juel, C., & Bangsbo, J. (2007). Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 292(4), R1594-R1602. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00251.2006>
- Morgans, R., Di Michele, R., & Drust, B. (2018). Soccer Match Play as an Important Component of the Power-Training Stimulus in Premier League Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 665-667. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0412>
- Mujika, I., Halson, S., Burke, L. M., Balagué, G., & Farrow, D. (2018). An Integrated, Multifactorial Approach to Periodization for Optimal Performance in Individual and Team Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 538-561. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0093>
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000a). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I: Short Term Insufficient Training Stimulus. *Sports*

- Medicine*, 30(2), 79-87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002>
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000b). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part II: Long Term Insufficient Training Stimulus. *Sports Medicine*, 30(3), 145-154. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030030-00001>
- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 107-114. <https://doi.org/10.1080/02640410802428071>
- Muñoz-Lopez, A., Granero-Gil, P., Pino-Ortega, J., & De, M. (2017). The validity and reliability of a 5-hz GPS device for quantifying athletes' sprints and movement demands specific to team sports. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 156-166. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.121.13>
- Muñoz-López, A., Nakamura, F., & Naranjo Orellana, J. (2021). Soccer Matches but Not Training Sessions Disturb Cardiac-Autonomic Regulation During National Soccer Team Training Camps. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 92(1), 43-51. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1708843>
- Muñoz-Lopez, A., Naranjo, J., & de la Cruz, B. (2017). TOM-Scale: A new method to programme training sessions loads in football. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 7.
- Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., & Blanch, P. (2017). Calculating acute:chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *British Journal of Sports Medicine*, 51(9), 749-754. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097152>
- Myer, G. D., Paterno, M. V., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2008). Neuromuscular Training Techniques to Target Deficits Before Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 987-1014. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a86cd>
- Nagasawa, Y., Demura, S., Matsuda, S., Uchida, Y., & Demura, T. (2011). Effect of differences in kicking legs, kick directions, and kick skill on kicking accuracy in soccer players. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 7(4). <https://doi.org/10.2202/1559-0410.1339>
- Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Loturco, I., Rosseti, M., Moura, F. A., & Bradley, P. S. (2017). Repeated-Sprint Sequences During Female Soccer Matches Using Fixed and

Individual Speed Thresholds. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1802-1810. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001659>

Naranjo, J., De la Cruz, B., Sarabia, E., De Hoyo, M., & Domínguez-Cobo, S. (2015). Heart Rate Variability: A Follow-up in Elite Soccer Players Throughout the Season. *International Journal of Sports Medicine*, 36(11), 881-886. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1550047>

Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2014). The Influence of Soccer Playing Actions on the Recovery Kinetics After a Soccer Match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1517-1523. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000293>

Njororai, W. (2005). Analysis of the goals scored at the 17th World Cup Soccer Tournament in South Korea-Japan 2002. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 10(4). <https://doi.org/10.4314/ajpherd.v10i4.24678>

Novak, A. R., Impellizzeri, F. M., Trivedi, A., Coutts, A. J., & McCall, A. (2021). Analysis of the worst-case scenarios in an elite football team: Towards a better understanding and application. *Journal of Sports Sciences*, 39(16), 1850-1859. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1902138>

Ogris, G., Leser, R., Horsak, B., Kornfeind, P., Heller, M., & Baca, A. (2012). Accuracy of the LPM tracking system considering dynamic position changes. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1503-1511. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.712712>

Oliva-Lozano, J. M., Conte, D., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2022). Exploring the Use of Player Load in Elite Soccer Players. *Sports Health*, 19417381211065770. <https://doi.org/10.1177/19417381211065768>

Oliva-Lozano, J. M., Fortes, V., & Muyor, J. (2021). The first, second, and third most demanding passages of play in professional soccer: A longitudinal study. *Biology of Sport*, 38(2), 165-174. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2020.97674>

Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Rojas-Valverde, D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2022). Effect of training day, match, and length of the microcycle on the worst-case scenarios in professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 30(4), 425-438. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1895786>

Oliva-Lozano, J. M., Martín-Fuentes, I., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2021). Differences

in worst-case scenarios calculated by fixed length and rolling average methods in professional soccer match-play. *Biology of Sport*, 38(3), 325-331. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.99706>

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>

Oliveira, R., Brito, J. P., Martins, A., Mendes, B., Marinho, D. A., Ferraz, R., & Marques, M. C. (2019). In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. *PLOS ONE*, 14(4), e0209393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209393>

Oliveira, R., Francisco, R., Fernandes, R., Martins, A., Nobari, H., Clemente, F. M., & Brito, J. P. (2021). In-Season Body Composition Effects in Professional Women Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 12023. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212023>

Orellana, J. N., Torres, B. de la C., Cachadiña, E. S., de Hoyo, M., & Cobo, S. D. (2015). Two New Indexes for the Assessment of Autonomic Balance in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 452-457. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0235>

Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(1), 170-178. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd>

Osiecki, R., Rubio, T. B. G., Coelho, R. L., Novack, L. F., Conde, J. H. S., Alves, G., & Malfatti, C. R. M. (2015). The Total Quality Recovery Scale (TQR) as a Proxy for Determining Athletes' Recovery State after a Professional Soccer Match. *Journal of Exercise Physiology*, 18(3), 6.

Owen, A. L., Djaoui, L., Newton, M., Malone, S., & Mendes, B. (2017). A contemporary multi-modal mechanical approach to training monitoring in elite professional soccer. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 216-221. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1334958>

- Owen, A. L., Lago-Peñas, C., Gómez, M.-Á., Mendes, B., & Dellal, A. (2017). Analysis of a training mesocycle and positional quantification in elite European soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 12(5), 665-676. <https://doi.org/10.1177/1747954117727851>
- Owen, A. L., Wong, D. P., Newton, M., Weldon, A., & Koundourakis, N. E. (2020). Quantification, Tapering and Positional Analysis of Across 9-Weekly Microcycles in a Professional Chinese Super League Soccer Team. 19.
- Owen, A. L., Wong, D. P., Paul, D., & Dellal, A. (2012). Effects of a Periodized Small-Sided Game Training Intervention on Physical Performance in Elite Professional Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2748-2754. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318242d2d1>
- Palao, M. López-Botella, J. M. (2017). Relationship between laterality of foot strike and shot zone on penalty efficacy in specialist penalty takers. *International Journal of Performance Analysis in Sport* ISSN:, 7, 26-36. <https://doi.org/10.1080/24748668.2007.11868407>
- Pappalardo, L., Rossi, A., Natilli, M., & Cintia, P. (2021). Explaining the difference between men's and women's football. *PLOS ONE*, 16(8), e0255407. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255407>
- Park, L. A. F., Scott, D., & Lovell, R. (2019). Velocity zone classification in elite women's football: Where do we draw the lines? *Science and Medicine in Football*, 3(1), 21-28. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1517947>
- Parpa, K., & Michaelides, M. A. (2020). The Effect of Transition Period on Performance Parameters in Elite Female Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 41(08), 528-532. <https://doi.org/10.1055/a-1103-2038>
- Passfield, L., Hopker, JG., Jobson, S., Friel, D., & Zabala, M. (2017). Knowledge is power: Issues of measuring training and performance in cycling. *Journal of Sports Sciences*, 35(14), 1426-1434. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1215504>
- Passos Ramos, G., Datson, N., Mahseredjian, F., Lopes, T. R., Coimbra, C. C., Prado, L. S., Nakamura, F. Y., & Penna, E. M. (2019). Activity profile of training and matches in Brazilian Olympic female soccer team. *Science and Medicine in Football*, 3(3), 231-237. <https://doi.org/10.1080/24733938.2019.1615120>

- Paul, D. J., & Nassis, G. P. (2015). Testing strength and power in soccer players: The application of conventional and traditional methods of assessment. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29*(6), 11.
- Peart, A. N., Nicks, C. R., Mangum, M., & Tyo, B. M. (2018). Evaluation of Seasonal Changes in Fitness, Anthropometrics, and Body Composition in Collegiate Division II Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 32*(7), 2010-2017. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002578>
- Pedersen, A. V., Aksdal, I. M., & Stalsberg, R. (2019). Scaling Demands of Soccer According to Anthropometric and Physiological Sex Differences: A Fairer Comparison of Men's and Women's Soccer. *Frontiers in Psychology, 10*, 762. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00762>
- Pereira, L. A., Freitas, T. T., Pivetti, B., Alcaraz, P. E., Jeffreys, I., & Loturco, I. (2020). Short-Term Detraining Does Not Impair Strength, Speed, and Power Performance in Elite Young Soccer Players. *Sports, 8*(11), 141. <https://doi.org/10.3390/sports8110141>
- Piggott, B., Newton, M., & Mcguigan, M. (2009). The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian Football League Club. *ECU Publications, 17*.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Meur, Y. L., Hausswirth, C., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2014). Monitoring Training With Heart-Rate Variability: How Much Compliance Is Needed for Valid Assessment? *International Journal of Sports Physiology and Performance, 9*(5), 783-790. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0455>
- Pollard, R. (2006a). Home Advantage in Soccer: Variations in Its Magnitude and a Literature Review of the Inter-Related Factors Associated with Its Existence. *Journal of Sport Behavior, 29*(2), 169.
- Pollard, R. (2006b). Worldwide regional variations in home advantage in association football. *Journal of Sports Sciences, 24*(3), 231-240. <https://doi.org/10.1080/02640410500141836>
- Proietti, R., di Fronso, S., Pereira, L. A., Bortoli, L., Robazza, C., Nakamura, F. Y., & Bertollo, M. (2017). Heart Rate Variability Discriminates Competitive Levels in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 31*(6), 1719-1725. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001795>

- Putlur, P., Foster, C., Miskowski, J. A., Kane, M. K., Burton, S. E., Scheett, T. P., & McGuigan, M. R. (2004). Alteration of Immune Function in Women Collegiate Soccer Players and College Students. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(4), 234-243.
- Pyne, D. B., Spencer, M., & Mujika, I. (2014). Improving the value of fitness testing for football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://nih.brage.unit.no/nih-xmlui/handle/11250/226376>
- Rábano-Muñoz, A., Asian-Clemente, J., Sáez de Villarreal, E., Nayler, J., & Requena, B. (2019). Age-Related Differences in the Physical and Physiological Demands during Small-Sided Games with Floaters. *Sports*, 7(4), 79. <https://doi.org/10.3390/sports7040079>
- Racinais, S., Mohr, M., Buchheit, M., Voss, S. C., Gaoua, N., Grantham, J., & Nybo, L. (2012). Individual responses to short-term heat acclimatisation as predictors of football performance in a hot, dry environment. *British Journal of Sports Medicine*, 46(11), 810-815. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091227>
- Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Romero-Moraleda, B., Yanci, J., García-Hermoso, A., & Manuel Clemente, F. (2020). Effects of plyometric jump training in female soccer player's vertical jump height: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 38(13), 1475-1487. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1745503>
- Ramos, G. P., Nakamura, F. Y., Penna, E. M., Wilke, C. F., Pereira, L. A., Loturco, I., Capelli, L., Mahseredjian, F., Silami-Garcia, E., & Coimbra, C. C. (2019). Activity Profiles in U17, U20, and Senior Women's Brazilian National Soccer Teams During International Competitions: Are There Meaningful Differences? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3414-3422. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002170>
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S., Ferrari-Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of Simple Field Tests as Indicators of Match-Related Physical Performance in Top-Level Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228-235. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924340>
- Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965158>

- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666. <https://doi.org/10.1080/02640410600811858>
- Randers, M. B., Andersen, L. J., Orntoft, C., Bendiksen, M., Johansen, L., Horton, J., Hansen, P. R., & Krstrup, P. (2013). Cardiovascular health profile of elite female football players compared to untrained controls before and after short-term football training. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1421-1431. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.792950>
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683. <https://doi.org/10.1080/02640410050120050>
- Riboli, A., Coratella, G., Rampichini, S., Cé, E., & Esposito, F. (2020). Area per player in small-sided games to replicate the external load and estimated physiological match demands in elite soccer players. *PLOS ONE*, 15(9), e0229194. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229194>
- Riboli, A., Semeria, M., Coratella, G., & Esposito, F. (2021). Effect of formation, ball in play and ball possession on peak demands in elite soccer. *Biology of Sport*, 38(2), 195-205. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2020.98450>
- Rodríguez-Fernández, A., Ramírez-Campillo, R., Raya-González, J., Castillo, D., & Nakamura, F. Y. (2021). Is physical fitness related with in-game physical performance? A case study through local positioning system in professional basketball players. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 17543371211031160. <https://doi.org/10.1177/17543371211031160>
- Rodríguez-Fernández, A., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., Rodríguez-Marroyo, J. A., & Villa-Vicente, J. G. (2019). Relationship Between Repeated Sprint Ability, Aerobic Capacity, Intermittent Endurance, and Heart Rate Recovery in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3406-3413. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002193>
- Rodríguez-Fernández, A., Sánchez-Sánchez, J., Ramirez-Campillo, R., Rodríguez-Marroyo, J. A., Villa Vicente, J. G., & Nakamura, F. Y. (2018). Effects of short-term in-

season break detraining on repeated-sprint ability and intermittent endurance according to initial performance of soccer player. *PLOS ONE*, 13(8), e0201111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201111>

Rodríguez-Fernández, A., Villa, J. G., Sánchez-Sánchez, J., & Rodríguez-Marroyo, J. A. (2020). Effectiveness of a Generic vs. Specific Program Training to Prevent the Short-Term Detraining on Repeated-Sprint Ability of Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(8), 2128-2135. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003670>

Rodríguez-Marroyo, J. A., Blanco, P., Foster, C., Villa, J. G., & Carballo-Leyenda, B. (2022). Expanding Knowledge About the Effect of Measurement Time on Session Rating of Perceived Exertion. *Journal of Strength and Conditioning Research, Publish Ahead of Print*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004198>

Rodríguez-Marroyo, J. A., Medina, J., García-López, J., García-Tormo, J. V., & Foster, C. (2014). Correspondence Between Training Load Executed by Volleyball Players and the One Observed by Coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1588-1594. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000324>

Roelofs, E., Bockin, A., Bosch, T., Oliver, J., Bach, C. W., Carbuhn, A., Stanforth, P. R., & Dengel, D. R. (2020). Body Composition of National Collegiate Athletic Association (NCAA) Division I Female Soccer Athletes through Competitive Seasons. *International Journal of Sports Medicine*, a-1177-0716. <https://doi.org/10.1055/a-1177-0716>

Rogalski, B., Dawson, B., Heasman, J., & Gabbett, T. J. (2013). Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 499-503. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.004>

Romero-Moraleda, B., Nedergaard, N. J., Morencos, E., Casamichana, D., Ramirez-Campillo, R., & Vanrenterghem, J. (2021). External and internal loads during the competitive season in professional female soccer players according to their playing position: Differences between training and competition. *Research in Sports Medicine*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1895781>

Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, F. M., Fernández, J., & Medina, D. (2018). Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. *PLOS ONE*, 13(7), e0201264. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201264>

- Rossi, A., Perri, E., Pappalardo, L., Cintia, P., & Iaia, F. M. (2019). Relationship between External and Internal Workloads in Elite Soccer Players: Comparison between Rate of Perceived Exertion and Training Load. *Applied Sciences*, 9(23), 5174. <https://doi.org/10.3390/app9235174>
- Sæterbakken, A., Haug, V., Fransson, D., Grendstad, H. N., Gundersen, H. S., Moe, V. F., Ylvisaker, E., Shaw, M., Riiser, A., & Andersen, V. (2019). Match Running Performance on Three Different Competitive Standards in Norwegian Soccer. *Sports Medicine International Open*, 03(03), E82-E88. <https://doi.org/10.1055/a-0943-3682>
- Sampedro, J., & Prieto, J. (2012). El efecto de marcar primero y la ventaja de jugar en casa en la liga de fútbol y en la liga de fútbol sala de España. *Revista de Psicología del Deporte*, 21, 301-308.
- Sanchez-Sanchez, J., Hernández, D., Martín, V., Sanchez, M., Casamichana, D., Rodríguez-Fernandez, A., Ramirez-Campillo, R., & Nakamura, F. Y. (2019). Assessment of the external load of amateur soccer players during four consecutive training microcycles in relation to the external load during the official match. *Motriz: Revista de Educação Física*, 25(1), e101938. <https://doi.org/10.1590/s1980-65742019000010014>
- Sandford, G. N., Allen, S. V., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019). Anaerobic Speed Reserve: A Key Component of Elite Male 800-m Running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 501-508. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0163>
- Sanjurjo, C., Alberto, C., López, L., Luis, J., Suárez, A. (2015). Análisis de los factores de rendimiento de las transiciones ofensivas en el fútbol de alto nivel. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 103-110.
- Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2011). The Effects of Plyometric Training Followed by Detraining and Reduced Training Periods on Explosive Strength in Adolescent Male Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 441-452. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b62be3>
- Scantlebury, S., Till, K., Beggs, C., Dalton-Barron, N., Weaving, D., Sawczuk, T., & Jones, B. (2020). Achieving a desired training intensity through the prescription of external training load variables in youth sport: More pieces to the puzzle required. *Journal of Sports Sciences*, 38(10), 1124-1131. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1743047>

- Schimpchen, J., Skorski, S., Nopp, S., & Meyer, T. (2016). Are “classical” tests of repeated-sprint ability in football externally valid? A new approach to determine in-game sprinting behaviour in elite football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 519-526. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1112023>
- Schneiker, K., Bishop, D., & Burnett, A. (2008). The effects of high-intensity interval training vs intermittent sprint training on physiological capacities important for team sport performance. *Science and nutrition in exercise and sport. Melbourne (VIC): Exerc Sport Sci Aust.*
- Schutz, Y., & Chambaz, A. (1997). Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *European journal of clinical nutrition*, 51, 338-339. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600403>
- Scott, D., Norris, D., & Lovell, R. (2020). Dose–Response Relationship Between External Load and Wellness in Elite Women’s Soccer Matches: Do Customized Velocity Thresholds Add Value? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(9), 1245-1251. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0660>
- Scott, D., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & Janse de Jonge, X. A. K. (2013). A Comparison of Methods to Quantify the In-Season Training Load of Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 195-202. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.2.195>
- Scott, D., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1470-1490.
- Sedano, S., Cuadrado, G., Redondo, J. C., & De Benito, A. (2009). Perfil antropométrico de las mujeres futbolistas españolas. Análisis en función del nivel competitivo y de la posición ocupada habitualmente en el terreno de juego. *Apunts Educación Física y Deporte*, 11.
- Sedeaud, A., De Larochelambert, Q., Moussa, I., Brasse, D., Berrou, J.-M., Duncombe, S., Antero, J., Orhant, E., Carling, C., & Toussaint, J.-F. (2020). Does an Optimal Relationship Between Injury Risk and Workload Represented by the “Sweet Spot” Really Exist? An Example From Elite French Soccer Players and Pentathletes. *Frontiers in Physiology*, 11, 1034. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.01034>

- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). Increases in Lower-Body Strength Transfer Positively to Sprint Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 44(12), 1693-1702. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0227-1>
- Selmi, O., Ouergui, I., Castellano, J., Levitt, D., & Bouassida, A. (2020). Effect of an intensified training period on well-being indices, recovery and psychological aspects in professional soccer players. *European Review of Applied Psychology*, 70(6), 100603. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2020.100603>
- Seshadri, D. R., Thom, M. L., Harlow, E. R., Gabbett, T. J., Geletka, B. J., Hsu, J. J., Drummond, C. K., Phelan, D. M., & Voos, J. E. (2021). Wearable Technology and Analytics as a Complementary Toolkit to Optimize Workload and to Reduce Injury Burden. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 630576. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.630576>
- Silva, J. R., Magalhães, J. F., Ascensão, A. A., Oliveira, E. M., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2011). Individual match playing time during the season affects fitness-related parameters of male professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2729-2739.
- Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 539-583. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0798-8>
- Sjökvist, J., Laurent, M. C., Richardson, M., Curtner-Smith, M., Holmberg, H.-C., & Bishop, P. A. (2011). Recovery from high-intensity training sessions in female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1726-1735. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e06de8>
- Škegro DMilanović, Ds. G. (2012). Performance Analysis in Sport. *4th International Scientific Conference "Contemporary Kinesiology" (2012) 1-8*.
- Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2018). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: A systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>

- Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S. M., & Milanovic, D. (2009). Fitness Profiling in Soccer: Physical and Physiologic Characteristics of Elite Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1947-1953. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b3e141>
- Sporis, G., Ruzic, L., & Leko, G. (2008). The Anaerobic Endurance of Elite Soccer Players Improved After a High-Intensity Training Intervention in the 8-Week Conditioning Program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 559-566. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181660401>
- Stern, B. D., Hegedus, E. J., & Lai, Y.-C. (2020). Injury prediction as a non-linear system. *Physical Therapy in Sport*, 41, 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.10.010>
- Stevens, T. G. A., De Ruiter, C. J., Beek, P. J., & Savelsbergh, G. J. P. (2016). Validity and reliability of 6-a-side small-sided game locomotor performance in assessing physical fitness in football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 527-534. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1116709>
- Stevens, T. G. A., de Ruiter, C. J., 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. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1282163>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of Soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18, 73-81.
- Suarez-Arrones, L., De Alba, B., Röhl, M., Torreno, I., Strütt, S., Freyler, K., & Ritzmann, R. (2020). Player Monitoring in Professional Soccer: Spikes in Acute:Chronic Workload Are Dissociated From Injury Occurrence. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 75. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00075>
- Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1019-1026. <https://doi.org/10.1080/02640410903030305>

- Szigeti, G., Schuth, G., Revisnyei, P., Pasic, A., Szilas, A., Gabbett, T., & Pavlik, G. (2021). Quantification of Training Load Relative to Match Load of Youth National Team Soccer Players. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 194173812110049. <https://doi.org/10.1177/19417381211004902>
- Tasmektepligil, M. Y., Arslan, O., & Ermis, E. (2016). The Evaluation of Anaerobic Power Values and Sprint Performances of Football Players Playing in Different Positions. *The Anthropologist*, 23(3), 497-504. <https://doi.org/10.1080/09720073.2014.11891969>
- Taylor, J. J., Mellalieu, D. S., & James, N. (2005). A comparison of individual and unit tactical behaviour and team strategy in professional soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(2), 87-101. <https://doi.org/10.1080/24748668.2005.11868329>
- Taylor, K.-L., Chapman, D. W., Cronin, J. B., Newton, M. J., & Gill, N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 20(1), 13.
- Taylor, P., Althoff, K., Kroihner, J., & Hennig, E. M. (2010). A soccer game analysis of two World Cups: Playing behavior between elite female and male soccer players. *Footwear Science*, 2(October 2013), 51-56. <https://doi.org/10.1080/19424281003685686>
- Tenga, A., Holme, I., Ronglan, L. T., & Bahr, R. (2010). Effect of playing tactics on goal scoring in norwegian professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 237-244. <https://doi.org/10.1080/02640410903502774>
- Tenga, A., Ronglan, L. T., & Bahr, R. (2010). Measuring the effectiveness of offensive match-play in professional soccer. *European Journal of Sport Science*, 10(4), 269-277. <https://doi.org/10.1080/17461390903515170>
- Thomassen, M., Christensen, P. M., Gunnarsson, T. P., Nybo, L., & Bangsbo, J. (2010). Effect of 2-wk intensified training and inactivity on muscle Na⁺-K⁺ pump expression, phospholemman (FXD1) phosphorylation, and performance in soccer players. *Journal of applied physiology*, 108(4), 898-905.
- Thornton, H. R., Armstrong, C. R., Rigby, A., Minahan, C. L., Johnston, R. D., & Duthie, G. M. (2020). Preparing for an Australian Football League Women's League Season. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 608939. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.608939>

- Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). Monitoring Fatigue Status in Elite Team-Sport Athletes: Implications for Practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(s2), S2-27-S2-34. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0434>
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(8), 958-964. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0004>
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2016). Tracking Morning Fatigue Status Across In-Season Training Weeks in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11*(7), 947-952. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0490>
- Tierney, P. J., Young, A., Clarke, N. D., & Duncan, M. J. (2016). Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations. *Human Movement Science*, *49*, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.05.007>
- Trewin, J., Meylan, C., Varley, M. C., & Cronin, J. (2018). The match-to-match variation of match-running in elite female soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *21*(2), 196-201. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.009>
- Turner, A. (2014). Total Score of Athleticism: A strategy for assessing an athlete's athleticism. *Professional Strength & Conditioning*, *33*, 13-17.
- Turner, A., Bishop, C., Springham, M., & Stewart, P. (2016). Identifying readiness to train: When to push and when to pull. *Professional Strength & Conditioning*, *42*, 9-14.
- Turner, A., Brazier, J., Bishop, C., Chavda, S., Cree, J., & Read, P. (2015). Data Analysis for Strength and Conditioning Coaches: Using Excel to Analyze Reliability, Differences, and Relationships. *Strength and Conditioning Journal*, *37*(1), 8.
- Turner, A., Walker, S., Stembridge, M., Coneyworth, P., Reed, G., Birdsey, L., Barter, P., & Moody, J. (2011). A Testing Battery for the Assessment of Fitness in Soccer Players. *Strength & Conditioning Journal*, *33*(5), 29-39. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31822fc80a>
- Turner, A., Jones, B., Stewart, P., Bishop, C., Parmar, N., Chavda, S., & Read, P. (2019).

Total Score of Athleticism: Holistic Athlete Profiling to Enhance Decision-Making. *Strength & Conditioning Journal*, 41(6), 91-101. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000506>

Turner, A., Munro, A. G., & Comfort, P. (2013a). Female Soccer: Part 1—A Needs Analysis. *Strength & Conditioning Journal*, 35(1), 51-57. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318281f689>

Turner, A., Munro, Allan. G., & Comfort, P. (2013b). Female Soccer: Part 2—Training Considerations and Recommendations. *Strength & Conditioning Journal*, 35(1), 58-65. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318282106d>

Turner, A., & Stewart, P. (2014). Strength and Conditioning for Soccer Players. *Strength & Conditioning Journal*, 36(4), 1-13. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000054>

Twist, C., & Highton, J. (2013). Monitoring Fatigue and Recovery in Rugby League Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(5), 467-474. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.5.467>

Vales, A. (2012). Fútbol: Del análisis del juego a la edición de informes técnicos. *MC Sports*.

van den Tillaar, R., Solheim, J. A. B., & Bencke, J. (2017). Comparison of hamstring muscle activation during high-speed running and various hamstring strengthening exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(5), 718-727.

Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 121-127. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.627941>

Vescovi, J. D. (2012). Sprint speed characteristics of high-level American female soccer players: Female Athletes in Motion (FAiM) Study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(5), 474-478. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.03.006>

Vescovi, J. D., & Falenchuk, O. (2019). Contextual factors on physical demands in professional women's soccer: Female Athletes in Motion study. *European Journal of Sport Science*, 19(2), 141-146. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1491628>

Vescovi, J. D., & Favero, T. G. (2014). Motion characteristics of women's college soccer matches: Female athletes in motion (faim) study. *International Journal of Sports*

- Physiology and Performance*, 9(3), 405-414. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2013-0526>
- Vescovi, J. D., & Mcguigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97-107. <https://doi.org/10.1080/02640410701348644>
- Villaseca-Vicuña, R., Otero-Saborido, F. M., Perez-Contreras, J., & Gonzalez-Jurado, J. A. (2021). Relationship between Physical Fitness and Match Performance Parameters of Chile Women's National Football Team. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8412. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168412>
- Walker, G. J., & Hawkins, R. (2018). Structuring a Program in Elite Professional Soccer. *Strength & Conditioning Journal*, 40(3), 72-82. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000345>
- Wallace, L. K., Slattery, K. M., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2014). Establishing the criterion validity and reliability of common methods for quantifying training load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2330-2337.
- Wallmann, H. W., Gillis, C. B., & Martinez, N. J. (2008). *The effects of different stretching techniques of the quadriceps muscles on agility performance in female collegiate soccer athletes: A pilot study*. 3(1), 7.
- Watson, A., Brickson, S., Brooks, A., & Dunn, W. (2017). Subjective well-being and training load predict in-season injury and illness risk in female youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(3), 194-199. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096584>
- Weaving, D., Jones, B., Marshall, P., Till, K., & Abt, G. (2017). Multiple Measures are Needed to Quantify Training Loads in Professional Rugby League. *International Journal of Sports Medicine*, 38(10), 735-740. <https://doi.org/10.1055/s-0043-114007>
- West, S. W., Clubb, J., Torres-Ronda, L., Howells, D., Leng, E., Vescovi, J. D., Carmody, S., Posthumus, M., Dalen-Lorentsen, T., & Windt, J. (2021). More than a Metric: How Training Load is Used in Elite Sport for Athlete Management. *International Journal of Sports Medicine*, 42(04), 300-306. <https://doi.org/10.1055/a-1268-8791>
- Weston, M., Siegler, J., Bahnert, A., McBrien, J., & Lovell, R. (2015). The application of differential ratings of perceived exertion to Australian Football League matches. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6), 704-708.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.001>

Williams, S., West, S., Cross, M. J., & Stokes, K. A. (2017). Better way to determine the acute:chronic workload ratio? *British Journal of Sports Medicine*, *51*(3), 209-210. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096589>

Windt, J., & Gabbett, T. J. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? The workload—injury aetiology model. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(5), 428-435. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096040>

Wing, C. (2018). In-Season Strength and Power Training Considerations for Professional Soccer Teams Competing Within National Level Competitions. *Strength & Conditioning Journal*, *40*(3), 12-22. <https://doi.org/10.1519/SSC.00000000000000377>

Wisloff, U. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, *38*(3), 285-288. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002071>

Wisløff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *30*(3), 462-467. <https://doi.org/10.1097/00005768-199803000-00019>

Wong, P.-L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *23*(4), 1204-1210.

Wright, C., Atkins, S., Polman, R., Jones, B., & Sargeson, L. (2017). Factors Associated with Goals and Goal Scoring Opportunities in Professional Soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *11*, 438-449.

Yiannakos, A., & Armatas, V. (2006). Evaluation of the goal scoring patterns in European Championship in Portugal 2004. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *6*(1), 178-188. <https://doi.org/10.1080/24748668.2006.11868366>