

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



**VARIACIÓN DE LA CARGA EXTERNA, INTERNA Y BIENESTAR DEPORTIVO EN
FUTBOL FEMENIL PROFESIONAL.**

**ANÁLISIS DE MICROCICLOS CONGESTIONADOS Y NO CONGESTIONADOS
DURANTE UNA TEMPORADA COMPETITIVA**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA:
BIANCA ANGELICA CEJAS HERNÁNDEZ

NOVIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



**VARIACIÓN DE LA CARGA EXTERNA, INTERNA Y BIENESTAR DEPORTIVO EN
FUTBOL FEMENIL PROFESIONAL.
ANÁLISIS DE MICROCICLOS CONGESTIONADOS Y NO CONGESTIONADOS
DURANTE UNA TEMPORADA COMPETITIVA**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA
BIANCA ANGELICA CEJAS HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS
DRA. FLOR JANETH MIRANDA MENDOZA

NOVIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



**VARIACIÓN DE LA CARGA EXTERNA, INTERNA Y BIENESTAR DEPORTIVO EN
FUTBOL FEMENIL PROFESIONAL.
ANÁLISIS DE MICROCICLOS CONGESTIONADOS Y NO CONGESTIONADOS
DURANTE UNA TEMPORADA COMPETITIVA**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA
BIANCA ANGELICA CEJAS HERNÁNDEZ

CODIRECTOR DE TESIS
DR. GUSTAVO SIERRA MUÑIZ

NOVIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



**VARIACIÓN DE LA CARGA EXTERNA, INTERNA Y BIENESTAR DEPORTIVO EN
FUTBOL FEMENIL PROFESIONAL.
ANÁLISIS DE MICROCICLOS CONGESTIONADOS Y NO CONGESTIONADOS
DURANTE UNA TEMPORADA COMPETITIVA**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA
BIANCA ANGELICA CEJAS HERNÁNDEZ

CODIRECTOR DE TESIS
DR. JOSE RAUL HOYOS FLORES

NOVIEMBRE 2024

Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza, como Director(a) de tesis interno(a) de la Facultad de Organización Deportiva, acredito que el trabajo de tesis doctoral del (la) **M.C Bianca Angélica Cejas Hernández**, titulado “Variación de la carga externa, interna y bienestar deportivo en futbol femenino profesional. Análisis de microciclos congestionados y no congestionados durante una temporada competitiva” se ha revisado y concluido satisfactoriamente, bajo los estatutos y lineamientos marcados en la guía de la escritura de tesis de doctorado, propuesta por el comité doctoral de nuestra facultad, recomendando dicha tesis para su defensa con opción al grado de **Doctor en Ciencias de la Cultura Física**.



Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza
DIRECTOR DE TESIS

**Jorge Isabel
Zamarripa
Rivera**

Firmado digitalmente por
Jorge Isabel Zamarripa
Rivera
Fecha: 2024.12.03
12:44:16 -06'00'

Dr. Jorge I. Zamarripa Rivera
Subdirectora del Área de Posgrado e Investigación

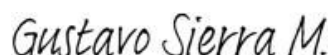
Variación de la carga externa, interna y bienestar deportivo en futbol femenino profesional. Análisis de microciclos congestionados y no congestionados durante una temporada competitiva”

Presentado por:
MAFYD Bianca Angélica Cejas Hernández

El presente trabajo fue realizado en la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en Nombre de la institución adjunta, bajo la dirección de la Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza, Dr. Gustavo Sierra Muñiz y Dr. José Raúl Hoyos Flores, como requisito para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Cultura Física, programa en conjunto con la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua.



Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza
DIRECTOR



Dr. Gustavo Sierra Muñiz
CO-DIRECTOR



Dr. José Raúl Hoyos Flores
CO-DIRECTOR

Jorge Isabel
Zamarripa
Rivera

Firmado digitalmente por
Jorge Isabel Zamarripa
Rivera
Fecha: 2024.12.03
12:44:16 -06'00'

Dr. Jorge I. Zamarripa Rivera
Subdirector del Área de Posgrado e Investigación

“Variación de la carga externa, interna y bienestar deportivo en futbol femenino profesional. Análisis de microciclos congestionados y no congestionados durante una temporada competitiva”

Presentado por:

Bianca Angelica Cejas Hernández

Aprobación de la Tesis por el Jurado de Examen:



Dra. Marina Medina Corrales
Facultad de Organización Deportiva, UANL
Presidente



Dr. Germán Hernández Cruz
Facultad de Organización Deportiva, UANL
Secretario



Dra. Rosa María Cruz Castruita
Facultad de Organización Deportiva, UANL
Vocal 1



Dr. Jaime Güereca Arvizuo
Departamento Ciencias de la Salud, UACJ
Vocal 2



Dr. José Trinidad Quezada Chacón
Departamento Ciencias de la Salud, UACJ
Vocal 3



Dra. Myriam Zarai García Dávila
Facultad de Organización Deportiva, UANL

Suplente

Jorge Isabel

Zamarripa Rivera

Firmado digitalmente por
Jorge Isabel Zamarripa Rivera
Fecha: 2024.12.03 12:44:42
-06'00'

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera
Subdirector del Área de Posgrado e Investigación

San Nicolás de los Garza, N.L.

Noviembre 2024

Dedicatoria

A mi querida familia, por ser mi pilar fundamental en cada paso de este arduo camino. A mis padres, Ma. Blanca y Miguel Ángel por su amor incondicional, apoyo y sabiduría que me han guiado desde siempre. A mis hermanas Ana Luisa y Natalia Michel, por su constante abrazo y por ser mi fuente de motivación y alegría. A mi compañera Bianca Guadalupe sin su sacrificio, paciencia y comprensión, este logro no hubiera sido posible.

A mis profesores y mentores, especialmente a la Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza, al Dr. Gustavo Sierra Muñiz y al Dr. José Raúl Hoyos Flores, por su invaluable guía, dedicación y compromiso. Gracias por compartir su vasto conocimiento, por sus críticas constructivas y por inspirarme a alcanzar la excelencia académica y profesional. Este logro también es reflejo de su esfuerzo y dedicación.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Esta tesis es tanto mía como suya, pues sin su apoyo constante y su fe inquebrantable en mí, no habría sido posible alcanzar esta meta.

Agradecimientos

A lo largo del desarrollo de esta tesis doctoral, he recibido el apoyo y la orientación de muchas personas, quienes han sido fundamentales para este importante proyecto en mi vida. A todas ellas, mi más profundo agradecimiento.

A mi asesora, la Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza, por su amistad y su constante interés y participación en este proyecto. Sin su motivación y estrecha colaboración no sería posible este gran paso. Gracias por ser y estar en este camino.

A mis asesores el Dr. Gustavo Sierra Muñiz y el Dr. José Raúl Hoyos Flores, por su paciencia, sabiduría y dedicación. Gracias por sus consejos, por su valiosa retroalimentación y por desafiarme constantemente a superarme. Su guía ha sido indispensable para lograr la calidad y profundidad de esta investigación.

A mis profesores de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por haberme proporcionado las herramientas académicas y científicas necesarias para llevar a cabo este trabajo. Su enseñanza y apoyo han sido invaluable para mi formación profesional y personal.

A mis amigos, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional y su ánimo en los momentos difíciles. Gracias por creer en mí y por hacer de este camino una experiencia más llevadera y enriquecedora.

A mi familia, mis padres, hermanas y todos mis seres queridos, por ser mi refugio y mi fuerza. Gracias por su amor inagotable, su comprensión y por estar siempre dispuestos a brindarme su ayuda. Sin su apoyo constante, este logro no habría sido posible.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por haberme acompañado en este viaje. Este logro es tanto mío como de ustedes, y no tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo lo que han hecho por mí.

Con todo mi aprecio y gratitud.

Resumen

Esta investigación analiza la variación de la carga externa e interna y su impacto en el bienestar deportivo de jugadoras de fútbol profesional. El estudio surge de la necesidad de comprender cómo la frecuencia de partidos, especialmente en microciclos congestionados, afecta el rendimiento y la recuperación de las futbolistas, con el objetivo de brindar herramientas para optimizar la planificación del entrenamiento y las estrategias de recuperación. La metodología consistió en un estudio observacional de cohorte prospectivo con una muestra de 25 jugadoras de fútbol femenino profesional durante una temporada competitiva. La carga externa se midió utilizando dispositivos GPS y acelerómetros (WIMU), mientras que la carga interna se evaluó mediante la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). El bienestar deportivo se midió a través de cuestionarios de autoinforme, como el índice de Hooper y la escala de percepción de la calidad de recuperación (TQR). Los datos se analizaron utilizando el test de Kruskal-Wallis y correlaciones de Spearman para comparar las diferencias entre los tipos de microciclos y examinar las relaciones entre las variables de carga y bienestar. El análisis de datos se realizó con el programa SPSS versión 25. Consideraciones éticas: se obtuvo el consentimiento informado de todas las participantes, quienes fueron informadas sobre el propósito y procedimientos del estudio, y se garantizó la confidencialidad de los datos en conformidad con la Declaración de Helsinki. Los resultados mostraron variaciones significativas moderadas y altas en la carga externa, tanto en volumen como en intensidad, especialmente en microciclos con mayor número de partidos (3MD). Sin embargo, no se encontraron cambios importantes en la percepción de la carga interna ni en las variables de bienestar deportivo (sueño, dolor, fatiga y estrés), lo que sugiere que las variaciones en la carga externa no afectaron significativamente la percepción de recuperación. En conclusión, los microciclos congestionados tienden a estar asociados con una mayor demanda física, lo que requiere un mayor control de las medidas de recuperación, aunque no se observó un impacto relevante en la percepción interna de carga y bienestar deportivo durante la temporada estudiada.

Abstract

This research analyses the variation of external and internal load and its impact on the sporting well-being of professional football players. The study arises from the need to understand how match frequency, especially in congested microcycles, affects footballers' performance and recovery, with the aim of providing tools to optimise training planning and recovery strategies. The methodology consisted of a prospective observational cohort study with a sample of 25 professional female football players during a competitive season. External load was measured using GPS devices and accelerometers (WIMU), while internal load was assessed by subjective perception of exertion (RPE). Sporting well-being was measured through self-report questionnaires, such as the Hooper index and the recovery quality perception scale (TQR). Data were analysed using the Kruskal-Wallis test and Spearman correlations to compare differences between microcycle types and examine relationships between load and well-being variables. Data analysis was performed using SPSS version 25. Ethical considerations: Informed consent was obtained from all participants, who were informed about the purpose and procedures of the study, and data confidentiality was guaranteed in accordance with the Declaration of Helsinki. The results showed significant moderate to high variations in external load, both in volume and intensity, especially in microcycles with a higher number of matches (3MD). However, no significant changes were found in the perception of internal load or in the variables of sport well-being (sleep, pain, fatigue and stress), suggesting that variations in external load do not significantly affect the perception of recovery. In conclusion, congested microcycles tend to be associated with greater physical demand, which requires greater control of recovery demands, although no relevant impact was observed on the perception of internal load and sport well-being during the season studied.

Tabla de Contenidos

Introducción	22
Capítulo I Fundamentos Teóricos	28
Conceptos Básicos	28
Fútbol	29
Futbol Femenil	30
Futbol Femenil en México.	31
Periodización	33
Macrociclos	34
Mesociclos	34
Microciclos	34
Periodo de Preparación	35
Periodo Competitivo	35
Periodo Transitorio	35
<i>Periodización del Futbol</i>	<i>36</i>
Microciclo Congestionado	39
<i>Carga de Entrenamiento en Futbol</i>	<i>40</i>
<i>Demandas en la Práctica de Futbol Femenil.....</i>	<i>42</i>
Fatiga en el Deporte: Concepto y Manifestaciones.....	45
Fases de la Fatiga	48
La Fatiga en el Fútbol	48
Sobrentrenamiento	49
Recuperación Deportiva	49
Marcadores de Recuperación	51
Bienestar Deportivo	53

Dolor Muscular	55
Entrenamiento Deportivo	56
<i>Carga de Entrenamiento</i>	57
Control de la Carga de Entrenamiento	60
Carga Externa	62
Duración	63
Distancia Total	64
Distancia explosiva	67
Distancia relativa.....	68
Numero de aceleraciones y desaceleraciones	69
Aceleración y Desaceleración	69
Carga del Jugador o Player Load	71
Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	72
WIMU (Wireless Inertial Moviment Unit)	73
Características	74
Validez y Fiabilidad de Dispositivos GPS	75
Uso de la Tecnología GPS en el Futbol.....	77
Carga Interna.....	78
Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE).....	80
Frecuencia Cardiaca.....	81
Relación de Carga de Trabajo Aguda: Crónica (ACWR)	82
Antecedentes.....	85
Capítulo II Fundamentos Metodológicos	88
Tipo de estudio	88
Universo, casos de estudio y/o tipo de muestra	88
Criterios de inclusión	89

Criterios de exclusión	90
Criterios de eliminación	90
Materiales y métodos.....	90
Variables de carga interna	90
Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).....	91
Recuperación (TQR)	92
Bienestar deportivo	93
Variables de carga externa	94
Protocolo	96
Procesamiento de los Datos.....	98
Capítulo III Resultados	100
Comparación de la carga externa de volumen e intensidad en microciclos congestionados y no congestionados.....	101
Comparación de carga interna y bienestar deportivo por tipo de microciclos.	105
Relación entre variables de carga externa con variables de carga interna y bienestar deportivo.....	107
Capítulo IV Discusión.....	110
Carga Externa	112
Duración	113
Distancia total.....	115
Distancia explosiva y alta velocidad	116
Aceleraciones y Desaceleraciones.....	117
Player Load.....	119
Intensidad	120
Carga Interna.....	121
Recuperación y Bienestar Deportivo	123

Relación entre Variables de Carga y Bienestar Deportivo	129
Capítulo V Conclusiones.....	135
Limitaciones del estudio	137
Referencias Bibliográficas	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Tablas

Tabla	Página
Tabla 1 Resumen y evaluación de algunos métodos más comunes utilizados para monitorear la carga de entrenamiento y/o las respuestas de los atletas.	58
Tabla 2 Datos demograficos de la muestra	89
Tabla 3 Categorización de microciclos para este estudio.....	98
Tabla 4 Definición de e variables de carga externa para este estudio.....	95
Tabla 5 Definición de variables de carga interna, recuperación y bienestar deportivo	91
Tabla 6 Escala de percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)	92
Tabla 7 Escala de percepción de la calidad de recuperación .. Error! Marcador no definido.	
Tabla 8 Escalas subjetivas de bienestar deportivo (Índice de Hopper)	94
Tabla 9 Estadística descriptiva de carga externa (volumen e intensidad), carga interna, y bienestar deportivo por tipo de microciclo	100
Tabla 10 Tamaño de efecto entre microciclos para carga externa de volumen...	102
Tabla 11 Tamaño de efecto entre microciclos para carga externa de intensidad	103
Tabla 12 Tamaño de efecto entre microciclos para carga interna y bienestar deportivo.....	105
Tabla 13 Coeficientes de correlación de Spearman de la carga externa, carga interna y bienestar deportivo	107
Tabla 14 Coeficientes de correlación de Spearman de la carga interna y bienestar deportivo con variables de carga externa de intensidad de la carga.....	108

Índice de Figuras

Figura	Página
Figura 1 Microciclo competitivo.....	38
Figura 2 Microciclo congestionado.....	39
Figura 3 Herramientas incluidas junto con el dispositivo WIMO PROTM.....	75
Figura 4 Protocolo de recolección de datos	96
Figura 5 Variables de carga externa de volumen comparadas por tipos de microciclos.....	103
Figura 6 Variables de carga externa de intensidad comparadas por tipos de microciclos.....	104
Figura 7 Variables de carga interna y bienestar deportivo comparadas por tipos de microciclos.....	105

Lista de Abreviaturas

a.u: Unidades arbitrarias

Acc: Aceleraciones

AWCR: Índice radio agudo-crónico

CK: Creatin quinasa

cm: Centímetros

CMJ: Salto contra movimiento

Dec: Desaceleraciones

Dis/min: Distancia por minuto

DJ: Salto de caída o rebote

DOMS: Dolor Muscular de Inicio Retardado

DT: Distancia total

FC: Frecuencia cardiaca por minuto

FIFA: Federación Internacional de Futbol Asociación

GNSS: chip para posicionamiento global mediante satélite

GPS: Sistema de posicionamiento global

hr: Horas

Hz: Hertz

IMC: Índice de masa corporal

Km: Kilómetros

m: Metros

m/min: Metros por minuto

m/s²: Metros por segundo al cuadrado

MD: Día de Partido

MD+1: Día uno después del partido

MD+2: Día dos después del partido

MD-1: Último día de entrenamiento antes del siguiente partido

MD-2: Dos días antes del partido

MD-3: Tres días antes del partido

MD-4: Cuatro días antes del partido

Min: Minutos

NMD: Semana sin partidos

1MD: Semana con un partido

2MD: Semana con dos partidos

3MD: Semana con tres partidos

PL: Carga del jugador

RPE: Percepción subjetiva del esfuerzo

RPEmus: Esfuerzo muscular de miembro inferiores

RPEres: Esfuerzo respiratorio

Seg: Segundos

SJ: Salto de sentadilla

SPSS: Programa estadístico

sRPE: Percepción subjetiva del esfuerzo multiplicada por minutos de entrenamiento

TQR: Percepción en la calidad de recuperación al esfuerzo

TRIMP: Impulsos derivados de la FC

UWB: Chip para posicionamiento por radiofrecuencia de onda corta

VFC: Variabilidad de la frecuencia cardiaca

VO2max: Volumen máximo de oxígeno

w/kg: Watts por kilogramo

WIMU: Dispositivo inercial de medición satelital

Desglose del documento

El presente documento constituye un estudio de investigación orientado a la obtención del grado de Doctor/a en Ciencias de la Cultura Física, a través de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El título de esta investigación es "Variación de la carga externa, interna y bienestar deportivo en fútbol femenino profesional: Análisis de microciclos congestionados y no congestionados durante una temporada competitiva".

Este trabajo se inicia con una introducción que plantea el contexto de la investigación, presenta el problema que se abordará y destaca la importancia en el ámbito del deporte el control de la carga externa e interna, así como la evaluación de las variables relacionadas con la recuperación y el bienestar de las deportistas. La introducción culmina con la formulación de la pregunta de investigación y la descripción de los objetivos que guiarán este estudio.

Así mismo se presenta un capítulo de fundamentos teóricos, donde se enmarca todo lo referente a los orígenes y evolución del problema del objeto de estudio, así como la conceptualización y clasificación en torno a las distintas variables de esta investigación como es la carga externa, carga interna, recuperación y bienestar deportivo, además de modelos utilizados para el control de las cargas de entrenamiento y los diversos métodos que pueden emplearse para ello, entre los que resalta el método del índice de esfuerzo percibido de la sesión (RPE), índice de Hooper (I.H) y escalas de recuperación (TQR) además de dispositivos inerciales y GPS. Continuando dentro del apartado de sustento teórico, se adentra el texto a la revisión y análisis del concepto de fatiga, así como su clasificación y su implicación dentro de la práctica deportiva del fútbol. También se exponen los diferentes métodos del monitoreo de las cargas enfatizando en los métodos subjetivos, simples y económicos.

Posteriormente se describe el apartado de fundamentos metodológicos donde se abordaron las definiciones de variables, tipo de estudio, la muestra, los criterios de inclusión y exclusión, materiales y métodos además de exponer el procedimiento para la recolección de datos, así como su análisis estadístico. Seguido del apartado metodológico se presentaron los resultados los cuales se plasman de forma gráfica y

explícita, permitiendo analizar a profundidad lo encontrado. Para su explicación se realizó un apartado de discusiones, en el cual se analizaron nuestros resultados en comparación con lo reportado por investigaciones previas dentro del ámbito del fútbol profesional, así también estudios que tuvieran una similitud con las variables utilizadas en nuestro estudio. Por último, se muestran las conclusiones del estudio respondiendo a las preguntas de investigación y objetivos establecidos, así como las limitaciones y posibilidades para investigaciones futuras. Al final del documento se muestran las referencias bibliográficas que sustentan y apoyan la presente investigación.

Introducción

La carga de entrenamiento deportiva se entiende como la acumulación de estrés de manera física, neuromuscular, fisiológico y biomecánica a lo largo del proceso de entrenamiento o competencia (Eckard et al., 2020), este estrés resulta de la interacción de diversos factores internos como los factores bioquímicos, biomecánicos, fisiológicos y psicológicos del cuerpo (Scott et al., 2013), mismos que se denominan como carga interna, mientras que los factores externos se consideran tangibles como la distancia recorrida, la duración de la sesión, así como la cantidad de movimiento en los distintos ejes (vertical, horizontal, etc) los que se clasifican como carga externa (Impellizzeri et al., 2004; Wallace et al., 2014), pudiéndose representar en componentes de volumen (cantidad) o intensidad (calidad) de la carga.

En el fútbol profesional, la planificación de la carga interna y externa están enfocadas en satisfacer las demandas de la competencia, donde se busca que el atleta este en óptimas condiciones para los diversos escenarios del período competitivo (Vescovi et al., 2021). Un componente fundamental durante la planificación dentro del futbol a nivel profesional es la semana o también llamado microciclo (Malone et al., 2018).

La planificación de los microciclos en período competitivo en el fútbol normalmente incluye un partido por semana y se conoce como microciclo competitivo (no congestionado) Sin embargo, la realidad es que los futbolistas se enfrentan a mayores frecuencias de partidos semanales, dos o incluso tres partidos en un período de siete días (Morgans et al., 2014; Thorpe et al., 2012). A estos microciclos con múltiples partidos, también se les conoce como microciclos o periodos congestionados. Durante estos periodos, la preparación se centra en la cantidad de días entre los partidos, buscando así minimizar la fatiga acumulada entre partidos y mantener el rendimiento optimo del atleta (Malone et al., 2018).

En el futbol es fundamental garantizar niveles adecuados tanto de entrenamiento como de recuperación (Miguel et al., 2022). La capacidad de recuperarse de un partido oficial y un entrenamiento intenso a menudo se considera un factor determinante en el rendimiento del próximo partido (Dellal et al., 2015). Es

así, que el tiempo de recuperación más corto durante periodos congestionados suele resultar insuficiente entre partidos, y esto se ha identificado como uno de los cinco factores de riesgo extrínsecos más críticos en términos de lesiones en futbolistas profesionales (McCall et al., 2015).

Cuando no se respeta un tiempo adecuado de recuperación, los tejidos musculares, ligamentos y tendones no tienen la oportunidad de repararse completamente, lo que debilita las estructuras corporales (Haddad et al., 2013). Esto puede ocasionar lesiones frecuentes, como desgarros musculares, esguinces, tendinitis, fracturas por estrés, que son algunas de las más comunes relacionadas con un estado de fatiga acumulada que predispone al tejido a ser más vulnerable (Durante et al., 2005). En situaciones de fatiga, también el cuerpo no responde de manera óptima ante el estrés físico, y las estructuras anatómicas se ven comprometidas, aumentando así el riesgo de lesión (Gabbet et al., 2016).

Se sabe que tanto la intensidad del entrenamiento, la duración del ejercicio y la recuperación (componentes de la carga de entrenamiento) son factores importantes que, en conjunto, determinan el estrés fisiológico total al que el atleta se somete durante la práctica deportiva (Haddad et al., 2013). Sin embargo, esta carga de entrenamiento a la que se somete el deportista no es el único factor causante de fatiga y riesgo de lesión (Saw et al., 2016).

La alteración del sentido de bienestar del atleta también suele aumentar los signos y síntomas de la fatiga, ya que esto está estrechamente relacionado con su capacidad de enfrentar las demandas físicas y mentales del entrenamiento. Alteraciones en el bienestar como estrés emocional, ansiedad o falta de motivación afectan negativamente el rendimiento deportivo y predisponen al atleta a un estado de fatiga más pronunciado. Además, las estrategias inadecuadas de recuperación, como una mala calidad del sueño o una alimentación deficiente, aumentan también los efectos de la fatiga y reducen la capacidad del cuerpo para regenerarse (Wellman et al., 2019).

Existen en la actualidad herramientas prácticas y validadas que se utilizan rutinariamente para identificar el bienestar y la recuperación en futbolistas profesionales como el Índice de Hopper y la calidad total de recuperación (TQR), así

también para conocer el esfuerzo durante la sesión (RPE), usadas principalmente para identificar cambios en estos comportamientos y así prevenir algún problema de salud o rendimiento (Saw et al., 2016). De igual manera se ha implementado el uso de dispositivos como GPS (sistema de posicionamiento global), acelerómetros, giroscopios etc., para evaluar la carga externa y se sabe que ayudan a comprender mejor la influencia de la acumulación de cargas en el bienestar y recuperación percibida de los atletas (Jaspers et al., 2018).

En un estudio realizado por Noor et al. (2021) donde exploraron la percepción de la carga, fatiga y recuperación en periodos congestionados y no congestionados durante un torneo internacional de fútbol. Indican que, aunque los periodos de congestión de partidos afectaron negativamente el estado de bienestar subjetivo previo a un partido en comparación con periodos no congestionados, no fue igual para la fatiga ni la respuesta de recuperación después del partido. Resaltando la importancia de ampliar el conocimiento en cuanto a este tipo de variables en periodos congestionados.

También Waterson et al. (2019) identificaron que los partidos consecutivos con menos de 96 horas de recuperación resultaban en una disminución significativa del bienestar subjetivo, TQR y la fuerza de aducción de cadera a las 48 horas después del segundo partido. No se observaron diferencias significativas en otras medidas de recuperación. Esto sugiere que la congestión de partidos afecta negativamente la recuperación y el bienestar de los jugadores, resaltando la importancia de monitorear y gestionar la recuperación durante calendarios competitivos congestionados. Además de como resalta Carling et al. (2015) la congestión de partidos se asocia con un mayor riesgo de lesiones y puede afectar negativamente el rendimiento debido a la fatiga residual y la recuperación fisiológica incompleta.

En un estudio reciente a la fecha actual, realizado por Djaoui et al. (2021) encontraron una variedad de cambios significativos entre microciclos congestionados y no congestionados en cuanto a variables de carga externa. Específicamente, observaron una reducción en las aceleraciones altas y máximas durante periodos congestionados en comparación con los periodos no congestionados. Resaltando cómo la acumulación de partidos en un corto periodo de tiempo puede afectar

negativamente el rendimiento físico de los jugadores, reduciendo su capacidad para realizar movimientos de alta intensidad, aumentando la fatiga y el riesgo de lesiones.

A pesar de la abundante información disponible sobre el comportamiento de diversas variables de carga en el contexto del fútbol varonil, es importante señalar que aún existe una marcada escasez de evidencia en comparación con la rama femenil. Esta diferencia en la cantidad de investigaciones representa un reto para entender las demandas físicas, fisiológicas y psicológicas en el fútbol femenino.

Las demandas del fútbol pueden representar para hombre y mujeres un efecto distinto ya que se sabe que los hombres tienden a una mayor masa muscular, una mayor capacidad de generar fuerza y también mayor porcentaje de masa magra que las mujeres (Gentles et al., 2018). Un estudio realizado por Hewett et al. (2006) mostró que las jugadoras de fútbol femenino tienen un riesgo 2 a 4 veces mayor de sufrir una lesión del LCA en comparación con los hombres, debido a factores biomecánicos, anatómicos y hormonales, como una mayor laxitud articular, una anatomía diferente de la pelvis y los patrones de movimiento en cambios de dirección, entre otros. Estos aumentos en los riesgos de lesión, destaca la necesidad de desarrollar protocolos de prevención de lesiones específicos para las mujeres, dentro de los cuales se puede ajustar las cargas de entrenamiento y las estrategias de recuperación a las necesidades fisiológicas y anatómicas de las mujeres (Smith et al., 2020).

Además, en términos de rendimiento y carga de entrenamiento, las mujeres también pueden experimentar la fatiga de manera diferente a los hombres. Las mujeres tienen una capacidad oxidativa ligeramente mayor en sus músculos (Hunter, 2014). Sin embargo, las mujeres también pueden experimentar una disminución más rápida en la capacidad de regeneración muscular después de esfuerzos intensos, lo que requiere estrategias de recuperación específicas para evitar lesiones por sobreuso y fatiga crónica.

Hasta donde sabemos, pocos estudios han comparado las exigencias semanales por cantidad de partidos o congestión y no congestión de partidos en fútbol femenino profesional. Además de que hasta el momento dentro del contexto del

fútbol mexicano ningún estudio ha revisado profundamente la percepción de la recuperación y el bienestar durante microciclos congestionados y no congestionados.

Este estudio destaca su relevancia práctica en la optimización de la preparación y recuperación de atletas en fútbol femenino profesional. Se considera pertinente como respuesta a las demandas de monitoreo y creación de programas preventivos de lesiones a pesar las dinámicas de competencia del fútbol actual. Su enfoque en la carga de entrenamiento, tanto interna como externa, y el bienestar durante periodos congestionados y no congestionados, ofrece herramientas valiosas para la planificación deportiva. Metodológicamente, además de integrar el uso de tecnologías avanzadas como GPS y acelerómetros, se tiene la disposición y el hábito por parte de las jugadoras así como la facilidad de contestar las escalas de percepción tanto del esfuerzo como de la recuperación y bienestar gracias a las conexiones inalámbricas. Teóricamente, esta investigación contribuye a entender cómo la congestión de partidos tiene un impacto tanto en la carga externa, interna y bienestar deportivo así como su comportamiento en el fútbol femenino, además de reconocer si las herramientas utilizadas realmente muestran resultados objetivos. Así mismo muestra la necesidad de equilibrar entrenamiento y recuperación, enfatizando la importancia de monitorear el bienestar del atleta, ya que el auge del fútbol femenino cada vez es mayor (Miguel et al., 2022). Con esto llenando un vacío en la investigación sobre fútbol femenino, donde la literatura aun es escasa (Añorve, 2019).

Dentro de este trabajo se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe diferencias significativas entre microciclos competitivos congestionados (3MD, 2MD), regulares (1MD) y microciclos sin partidos (NMD) respecto a variables de carga externa, carga interna y bienestar deportivo, en jugadoras de fútbol profesional durante una temporada competitiva? Y ¿Qué relación existe entre las distintas variables de carga externa e interna y bienestar deportivo?

El objetivo general de este trabajo es comparar las diferencias en la variación de la carga externa, carga interna y bienestar deportivo por microciclos congestionados y no congestionados de acuerdo con la cantidad de partidos

semanales e identificar la relación entre variables de carga externa e interna y bienestar deportivo durante una temporada competitiva en fútbol femenino profesional.

Los objetivos específicos de este estudio se estructuran de la siguiente manera:

1. Evaluar y comparar el impacto de la carga externa durante microciclos congestionados y no congestionados a lo largo de una temporada competitiva.
2. Evaluar y comparar la respuesta de la carga interna durante microciclos congestionados y no congestionados a lo largo de una temporada competitiva.
3. Comparar el bienestar deportivo durante microciclos congestionados y los no congestionados.
4. Analizar la relación entre las variables de carga externa, carga interna y bienestar deportivo durante el transcurso de una temporada competitiva.

Estos objetivos se orientan a proporcionar una comprensión más profunda de la influencia de la congestión de los microciclos en la carga externa, interna y en el bienestar de las deportistas, y a establecer conexiones significativas entre diferentes aspectos del rendimiento deportivo a lo largo de una temporada competitiva.

Capítulo I

Fundamentos Teóricos

En este capítulo se enmarcan los orígenes y evolución del problema, el objeto de estudio, los principales antecedentes, así como la conceptualización y clasificación en torno a las distintas variables de este estudio como es la carga externa, carga interna y bienestar deportivo, además de modelos utilizados para el control de las cargas de entrenamiento.

Comenzaremos este capítulo, definiendo los conceptos básicos en el proceso de entrenamiento, luego se contextualizará sobre el fútbol, partiendo de aquí para después exponer todas las variables de estudio. Además de las variables principales de carga dentro del fútbol profesional y respeto al control de la carga.

Conceptos Básicos

Carga. La carga se interpretará como todos aquellos estímulos que representan un trabajo (magnitud física), que tenga el objetivo de desarrollar, mantener y optimizar el rendimiento deportivo, tomando en cuenta su método de aplicación y medición tanto interno como externo (González, 2020).

Entrenamiento. Un entrenamiento se definirá como un conjunto de actividades físicas, tanto individuales como en equipo, bajo el control del entrenador y del cuerpo técnico. El calentamiento y enfriamiento se registrará también como entrenamiento. Las sesiones psicológicas, nutricionales, y de rehabilitación no se registrará como entrenamiento, como lo sugiere Montañez (2016).

Partido. Un partido se definirá como un juego/competencia entre dos equipos de diferentes clubes, también se considerará que esté dentro del calendario oficial de la liga mexicana de fútbol. Partidos que no se encuentren en la misma liga de competencia serán amistosos y considerados como entrenamiento.

Microciclo. Un microciclo se definirá como un conjunto de sesiones de entrenamiento y juego que se lleven a cabo en una semana completa (Fernandes et al., 2022).

Mesociclo. Un mesociclo se definirá como un conjunto de cuatro microciclos (28 días) de entrenamientos y partidos (Fernandes et al., 2022).

Bienestar. El bienestar se definirá como aquel percibido por el atleta en el ámbito deportivo considerando las variables de calidad de sueño, fatiga, estrés y dolor muscular propuesto por Hooper et al. (1994).

Congestión. Acumulación de 2 o más partidos por microciclo/semana(Noor et al., 2021).

Fútbol

El fútbol es un deporte socio motriz donde dos equipos de 11 jugadores se enfrentan en un espacio común y limitado, los jugadores son colaboradores entre los de su mismo equipo y opositores con los contrarios en las diferentes fases de ataque y defensa que componen un partido(David & Julen, 2015). El objetivo principal del juego es hacer gol, utilizando distintas estrategias y combinando acciones técnico-tácticas. La dinámica del partido consta de dos tiempos de 45 minutos reglamentarios y 15 minutos de descanso, el tiempo de partido pudiera alargarse por tener tiempo de compensación, así como tiempo extra (Añorve, 2019).

Además, el futbol es un deporte de carácter intermitente en el cual predominan las acciones moderadas y de alta intensidad como saltos, fintas, sprint, cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones (Krustrup et al., 2005).

En cuanto a los desplazamientos como la carrera, no se da de una forma lineal y continua, es multidireccional y está compuesta por muchos gestos y acciones, es un deporte complejo con movimientos impredecibles durante los partidos(David & Julen, 2015a). Los jugadores cambian regularmente entre esfuerzos multidireccionales cortos de alta intensidad y períodos más largos de actividad de baja intensidad, como trote, posiciones defensivas, e incluso solo observación de lo sucedido a la distancia (Krustrup et al., 2005). El futbol también se encuentra clasificado como un deporte multidireccional y con altas demandas de variabilidad de estos esfuerzos multidireccionales ya que hay movimientos conocidos como cambios de dirección que en ocasiones suelen ser lentos, algunos explosivos, etc. (Taylor et al., 2017).

Además de ser uno de los deportes más practicados a nivel mundial, el futbol cuenta con distintas clasificaciones en cuanto a nivel de competencia dentro de las cuales se encuentran el futbol de elite o futbol profesional, el futbol aficionado o futbol

social, futbol infantil-juvenil, futbol olímpico y futbol universitario. También, el futbol se clasifica por ramas principalmente la rama varonil y femenil. En cuanto a esta última se presenta en crecimiento hace ya algunos años lo cual aumentado el nivel de interés que existe en torno a este tema, así como a conocer día a día más el futbol femenil.

Futbol Femenil

El futbol femenil es una rama del futbol jugado exclusivamente por mujeres. En el fútbol femenino, se siguen las mismas reglas al igual que en el masculino, sin embargo, ha habido un crecimiento y desarrollo global del fútbol femenino en los últimos años (Harkness-Armstrong et al., 2021). A pesar de compartir la misma dinámica con el futbol varonil, el futbol femenino ha enfrentado desafíos y barreras a lo largo de la historia, como el poco apoyo económico y reconocimiento. Sin embargo, en la actualidad se ha generado un interés y un cambio positivo con un aumento en la visibilidad y el apoyo a esta rama del futbol y con esto se han desarrollado ligas a nivel mundial y la mujer se ha incorporado poco a poco en este el que era considerado un deporte masculino, quizá por la intensidad del juego y la exigencia física.

El fútbol femenil tiene diferencias en muchos aspectos con el futbol varonil, a nivel fisiológico, estructural y funcional (Ruiz-Esteban et al., 2020). Se sabe que la mujer tiene distintas características antropométricas, anatómicas, biomecánicas, metabólicas y hormonales que los hombres, lo cual condiciona y muchas veces cambia el desarrollo, adquisición de habilidades y capacidades físicas condicionales, así como capacidades coordinativas, mentales y sociales (González-Fernández et al., 2022; Harkness-Armstrong et al., 2022). Tomando esta información de la variabilidad de movimientos y la incorporación de la mujer a la práctica deportiva del futbol, es imprescindible que los entrenadores y el personal de apoyo optimicen la salud, bienestar y rendimiento de las jugadoras identificando todos los cambios, así como la asimilación de la carga también en la rama femenil (Costa et al., 2022).

Es importante tomar en cuenta que el proceso de control de la carga se vuelve fundamental a la hora de identificar estos patrones de comportamiento de las distintas variables de carga así también como el monitorear la calidad de movimiento,

la fuerza, el control neuromuscular, la fatiga, tanto la carga interna y externa. El control de variables es de vital importancia debido a que permite la elaboración de planes de desarrollo, metodológicos y de trabajo de cualidades específicas que permitan la mejora del rendimiento deportivo (Thompson et al., 2017).

Investigaciones recientes han observado mejoras en el rendimiento físico en partidos de elite de fútbol femenino (FIFA, 2020; Scott et al., 2020) lo que sugiere que la mayor profesionalidad del juego ha tenido mejoras en el desarrollo de las deportistas en el campo. A pesar de este crecimiento, todavía hay una falta de literatura científica asociada con la élite del fútbol femenino, lo que a su vez dificulta el desarrollo de un enfoque basado en la evidencia para la práctica (Harkness-Armstrong et al., 2022).

La práctica del fútbol femenino se ha incrementado bastante durante los últimos años (Miguel et al., 2021). Sin embargo, aún se sabe poco sobre las características de estas deportistas en general y en particular para México. Tapia (2020) viene realizando un trabajo de investigación del fútbol femenino en México y sugiere que se necesitan conocer más aspectos físicos, técnicos, y de rendimiento, para poner en práctica un programa de entrenamiento adecuado para ellas.

Fútbol Femenil en México. La trayectoria del fútbol femenino en México tiene sus orígenes en las décadas de 1950 y 1960, en este periodo la presencia femenina en este deporte era bastante limitada, presentándose principalmente en competiciones organizadas por maquiladoras, eventos escolares y la selección nacional, entre otros. Sin embargo, el verdadero despegue del fútbol femenino en el país se ha visto mayormente evidenciado por la creación de nuevas ligas y academias dedicadas exclusivamente a las mujeres (Tapia, 2013).

El 5 de diciembre de 2016 se creó la primera liga profesional de fútbol femenino en México. Este comienzo no solo abrió las puertas a la competencia profesional femenina en el país, sino que también se propuso como un pilar fundamental para el fortalecimiento y profesionalización del deporte femenino. Con la creación de esta liga, se buscaba ofrecer un espacio competitivo que no solo permitiera el desarrollo y la visibilidad de las futbolistas mexicanas sino también fortalecer la estructura

deportiva necesaria para el mejoramiento y consolidación de la Selección Mexicana Femenil (Rabona, 2021).

Siguiendo un modelo similar al del fútbol masculino profesional, la Liga MX Femenil adoptó un sistema de competición que incluye dos torneos cortos al año: el Torneo de Apertura y el Torneo de Clausura, cada uno con una duración aproximada de cuatro meses. Este formato, inspirado en el modelo argentino de competición, busca mantener el interés y la competitividad a lo largo de todo el año, permitiendo una dinámica de juego constante y la posibilidad de que los equipos se rediman o confirmen su superioridad en el campo en un corto periodo (Añorve, 2019). La adopción de este formato ha sido un factor clave para el dinamismo y la evolución constante de la liga, atrayendo a un mayor número de seguidores y aumentando la visibilidad de las mujeres en el deporte (Añorve, 2019).

La liga comenzó con 16 equipos, todos afiliados a los clubes de la Liga MX masculina, lo que ha ayudado a incrementar la visibilidad y el apoyo para el fútbol femenino en México. Desde su inicio, la Liga MX Femenil ha experimentado un crecimiento significativo en términos de competitividad, cobertura mediática y apoyo de los aficionados. Jugadoras destacadas han surgido de esta liga, algunas de las cuales han logrado dar el salto a clubes internacionales o representar a la selección nacional de México en competencias internacionales.

Para el año 2018 dentro del reglamento de la liga nacional estaba prohibida la contratación de extranjeras, y también de jugadoras no nacidas en México. De acuerdo con el reglamento femenino, sólo las nacidas en territorio mexicano podían jugar en la LMXF (Añorve, 2019). Ahora en la actualidad se abrió ese panorama y el reglamento ha sido modificado el 24 de mayo de 2021, la Asamblea de Dueños de la Liga MX aprobó la incorporación de jugadoras no formadas en México (Rabona, 2021). Con esta apertura varios clubs han optado por incluir dentro de sus plantillas a jugadoras extranjeras, y con esto aumentar el nivel de rendimiento y exigencia a las diferentes atletas participantes.

Esto ha abierto el interés a nivel global respecto al fútbol femenino mexicano y actualmente se cuenta con la participación de jugadoras de diversas nacionalidades, enriqueciendo así la diversidad y el talento en la liga. La incorporación de estas

atletas internacionales no solo ha elevado el nivel competitivo, sino que también ha permitido el intercambio cultural y la adopción de nuevas tácticas y técnicas de juego, lo que contribuye a un desarrollo más integral de las jugadoras locales. Además, esta apertura ha favorecido la visibilidad internacional de la Liga MX Femenil, atrayendo la atención de scouts, agentes y clubes de todo el mundo interesados en el talento emergente (Añorve, 2019).

La llegada de jugadoras extranjeras a la Liga MX Femenil ha sido un factor clave para incrementar la calidad del fútbol presentado, ofreciendo a las aficionadas y aficionados encuentros más disputados y emocionantes. Esta diversidad ha facilitado también la creación de una liga más inclusiva y representativa del talento global en el deporte femenino (Rabona, 2021).

La implementación de estrategias y alianzas con marcas internacionales para el desarrollo y potenciación del fútbol femenino en México ha sido fundamental. Patrocinios, derechos de transmisión y campañas de marketing específicas para la rama femenil han contribuido significativamente a su promoción y crecimiento. Estas iniciativas no solo buscan mejorar la infraestructura y las condiciones en las que se desarrolla el fútbol femenino, sino también fomentar una mayor igualdad de oportunidades y visibilidad en comparación con el fútbol masculino (Rabona, 2021).

La modificación del reglamento para permitir la participación de jugadoras no formadas en México ha sido un paso importante hacia adelante en el desarrollo del fútbol femenino en el país. La Liga MX Femenil se ha transformado en un escenario competitivo y diverso que promueve el talento femenino en el ámbito deportivo, tanto a nivel nacional como internacional, posicionando a México como un referente en la promoción y apoyo del fútbol femenino (Añorve, 2019).

Periodización

La periodización es la estrategia de manipulación del estrés deportivo del entrenamiento para producir un resultado deseado, que lleva al éxito competitivo (Walker et al., 2017). En todos los ámbitos y disciplinas deportivos la periodización es fundamental para la planificación y desarrollo de las distintas capacidades y habilidades específicas del deporte. Esta se basa en la temporalidad de trabajo y el resultado que se busca, así como de competencias fundamentales y objetivos

profesionales. Esta organización y planificación del entrenamiento deportivo se estructura comúnmente en tres niveles principales: macrociclos, mesociclos y microciclos. Cada uno de estos niveles tiene características y objetivos específicos que contribuyen al desarrollo integral del atleta (Weineck, 2005).

Macrociclos

Los macrociclos son las unidades de planificación más amplias y generalmente abarcan un trimestre, semestre o una temporada completa. Incluso pueden extenderse a varias temporadas o años en ciertos casos. Estos ciclos incluyen diferentes fases, como el periodo preparatorio, el periodo competitivo y el periodo de transición (Weineck, 2005)

El objetivo principal de un macrociclo es abarcar el plan de entrenamiento en su conjunto, buscando desarrollar las capacidades físicas necesarias para la competición y luego mantener el nivel máximo de rendimiento durante la fase competitiva (Weineck, 2005).

Mesociclos

Los mesociclos son periodos más cortos dentro de los macrociclos, que pueden durar de unas pocas semanas a un par de meses. Se dividen en diferentes tipos, cada uno enfocado en objetivos específicos. Por ejemplo, los mesociclos de base se orientan a la creación de una base física sólida, mientras que los mesociclos de desarrollo y estabilización se enfocan en aumentar las capacidades y preparar al atleta para la competición. Los mesociclos de competición incluyen las competiciones principales y el trabajo entre ellas (Weineck, 2005).

Microciclos

Los microciclos son las unidades más pequeñas de planificación y suelen durar desde un par de sesiones hasta dos semanas. Estos ciclos están diseñados con un enfoque muy específico y se diferencian en varios tipos, como microciclos de ajuste, de carga, de choque o impacto, de aproximación a la competición, de competición propiamente dicha y de recuperación o descarga. El propósito de los microciclos es orientar las cargas de entrenamiento de manera muy concreta para alcanzar objetivos específicos dentro del marco más amplio del mesociclo y macrociclo (Weineck, 2005).

Periodo de Preparación

El propósito de esta etapa es desarrollar la condición física óptima y potenciar la resistencia del individuo ante las cargas futuras de entrenamiento(Siff & Verkhoshansky, 2004). Es un periodo muy importante para la construcción de los cimientos físicos, cognitivos, técnicos y específicos del deporte en cuestión (Weineck, 2005).

Periodo Competitivo

El objetivo principal de este periodo de entrenamiento es alcanzar y mantener un estado óptimo del atleta a través de la competencia, estas competencias son fundamentales para ver expuesto realmente la preparación tanto física como mental del atleta (Pellicer & Jiménez, 2010). Durante esta fase, se busca explotar al máximo las bases construidas en el periodo preparatorio, enfocándose en ejercicios más intensos y específicos, así como en una participación estratégica en competiciones para lograr una forma deportiva óptima(Siff & Verkhoshansky, 2004).

Este periodo se caracteriza por un aumento en la intensidad y una reducción en el volumen de carga. La frecuencia de las competiciones y el entrenamiento específico que implican se convierten en los elementos clave del entrenamiento. Además, es crucial mantener la capacidad general o base de rendimiento, lo que permite al organismo recuperarse rápidamente de las cargas intensas a las que se enfrenta, asegurando así un progreso continuo hacia la excelencia deportiva (Pellicer & Jiménez 2010).

Periodo Transitorio

Este periodo tiene como meta principal la recuperación y regeneración del organismo del atleta, enfocándose en crear las condiciones óptimas para su recuperación tras las cargas de entrenamiento y competición, y asegurar una transición efectiva hacia una nueva fase de mejora continua según indica Cuadrado (1996) citado por Pellicer y Jiménez (2010). Aunque es común una reducción del estado de forma física durante esta fase, para facilitar un nuevo proceso de entrenamiento sin que se tenga una pérdida significativa de rendimiento (Pellicer & Jiménez, 2010).

La gestión de este periodo incluye el descanso pasivo, que se evita por su total ausencia de actividad; el descanso activo, que implica una modificación de la actividad habitual, es el uso y desarrollo de tareas de baja intensidad solo para seguir activando el cuerpo y ofrecer un descanso mental; y la transición hacia el siguiente periodo preparatorio, que actúa como puente hacia el siguiente bloque de entrenamiento o competición.(Siff & Verkhoshansky, 2004) Durante esta transición, se pueden adoptar diversas estrategias como la rehabilitación, hidroterapia, o la práctica de actividades deportivas de afición, que sirvan tanto para la recuperación física como para mantener el nivel de entrenamiento alcanzado previamente, optimizando así el aprovechamiento del próximo ciclo de preparación (Pellicer & Jiménez, 2010).

Periodización del Futbol

En el futbol la periodización se lleva a cabo durante una temporada la cual se divide en fases; la temporada baja o periodo transitorio, la pretemporada y temporada. Las fases principales son la pretemporada y la temporada (Nobari et al., 2022). Normalmente, la pretemporada mejora el físico de los jugadores, mientras que la temporada promueve el mantenimiento de las capacidades desarrolladas durante pretemporada (Castagna et al., 2011)

La periodización del entrenamiento en el fútbol, a diferencia de los deportes individuales, donde los periodos de competición suelen estar concentrados en distintos momentos de la temporada, en este se orienta al mantenimiento de un buen estado de forma durante los meses de competición, donde hay que disputar partidos, en ocasiones con una separación entre partidos de una semana y en ocasiones de solamente 3 o 4 días (Thorpe et al., 2012).

Un componente clave en la prescripción del entrenamiento en el periodo competitivo, que se basa en la semana o microciclo de competición, en este existe la necesidad de periodizar la carga de entrenamiento para minimizar la fatiga del jugador antes de los partidos semanales (Malone et al., 2017). Para esto dentro de los microciclos regulares las sesiones de entrenamiento se clasifican en relación con el número de días antes del próximo partido competitivo (Malone et al., 2015).

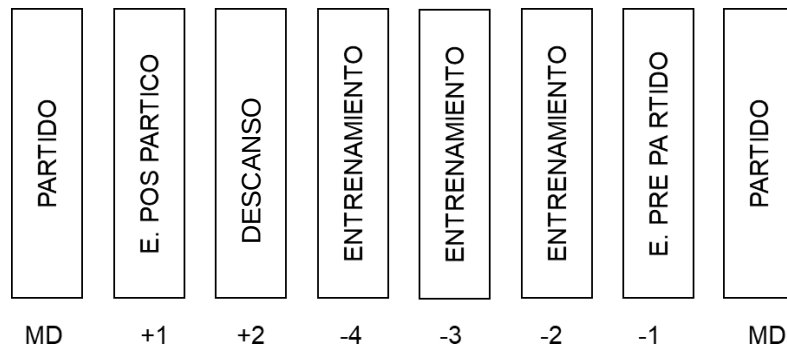
El microciclo competitivo regular es el formado por un bloque de entrenamiento de sesiones realizadas durante una semana incluida en el periodo de competencia y que incluye como mínimo al menos un partido oficial. Este tipo de microciclos estructurados contiene la estimulación o fase de carga, la fase de entrenamiento y la fase de competencia (Chena et al., 2021).

Microciclo Competitivo. En el fútbol cada microciclo competitivo está compuesto por el día del partido semanal (MD) y cuatro o cinco días de entrenamiento, donde MD indica el día del partido, MD-1 es el último día de entrenamiento antes del siguiente partido (Szigeti et al., 2021). Todos los días antes y después del partido se identifican por las siglas MD y un signo (+/-) así como el número de día: MD-4 el cual significa entrenamiento realizado 4 días antes del partido, entrenamiento realizado 3 días antes del partido (MD-3), entrenamiento realizado dos días antes del partido (MD-2) (Chena et al., 2021). Los días después del partido se identifican como MD+1 un día después del partido, MD+2 dos días después del partido (Chena et al., 2021)

Durante estos microciclos competitivos (Figura 1) tal cual lo menciona Tudela (2018), el día postpartido, las sesiones de entrenamiento suelen ser regenerativas con el objetivo de ayudar a la recuperación. Y todos aquellos jugadores que no participaron en la competencia realizan un entrenamiento intenso para compensar el esfuerzo no realizado durante el partido denominado entrenamiento compensatorio/entrenamiento pospartido (MD+1), muchas veces seguido de un descanso (MD+2). Hay algunos entrenadores que deciden que esto sea de manera diferente y colocan el día de recuperación MD+1 al día siguiente del partido y el día MD+2 el entrenamiento compensatorio regenerativo. El día de descanso es donde el atleta tiene la oportunidad de recuperarse completamente ya que no hay ninguna actividad programada y puede dedicarse a tareas pendientes o actividades recreativas y sociales.

Figura 1

Microciclo Competitivo



Nota: Adaptada de “Indicadores de carga de entrenamiento interna, fatiga y estado de bienestar durante el periodo competitivo en jugadoras de fútbol profesional”, p.99, Tudela (2018), Universidad de Valencia.

Posterior a eso comienza la preparación para el siguiente partido donde normalmente en las sesiones MD-4 o MD+3 se priorizan las capacidades condicionales de fuerza y potencia además se busca la estimulación de los deportistas al nivel de la competencia ya que estas sesiones están alejadas de la competencia/partido siguiente (Chena et al., 2022). En estas sesiones el desarrollo de la capacidad de fuerza, incluida los esfuerzos explosivos en espacios reducidos, así como la cantidad de estímulos de aceleración y desaceleración son evidentes, es también una sesión que estimula la condición física del atleta donde la tensión es el principal objetivo (DeWitt et al., 2018)

La sesión MD-3 busca una exigencia metabólica muy similar a las exigencias competitivas (Chena et a., 2022). El mantenimiento de la resistencia específica es importante, en esta sesión se replican tareas que igualan o sobre pasan la exigencia del partido y los desplazamientos se realizan en la totalidad de la cancha. Estas sesiones también son sesiones se utilizan para estimular la potencia aeróbica del atleta (Kryprianou & Farioli, 2018).

Las sesiones MD-2 se consideran sesiones de velocidad donde los desplazamientos de velocidad se priorizan a los estímulos de tensión o resistencia, y suelen realizarse en espacios de $\frac{3}{4}$ de cancha, incluyendo más trabajo táctico, así

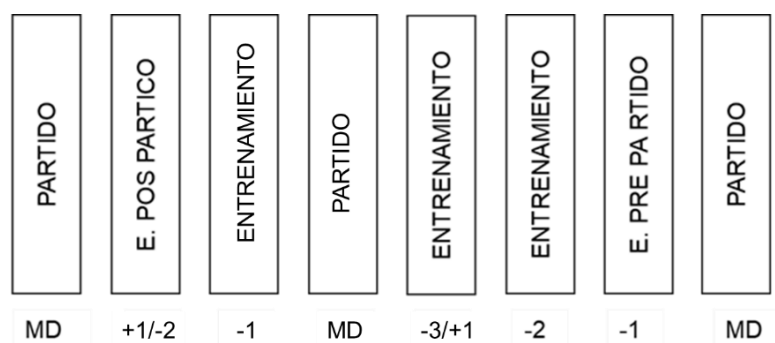
como, replicar los componentes técnico-táctico y la estrategia que se buscara durante el partido, basada en el análisis del rival y lo propuesto por el director técnico para el parado y desarrollo de la competencia disminuyendo la carga total de la sesión (Kryprianou & Farioli, 2018).

Por ultimo las sesiones MD-1 en las cuales también se replica el contenido táctico y estrategias como jugadas, ajustes de parado y formación, así como ejercicios que complementen el trabajo de la semana. La carga suele ser baja se buscan más acciones y tareas colectivas (Kryprianou & Farioli, 2018).

Microciclo Congestionado. Un microciclo competitivo congestionado (Figura 2), en contraste con un microciclo competitivo regular, se caracteriza por la presencia de 2 o más partidos en una semana, lo que resulta en una reducción significativa en el número de días de entrenamiento disponibles antes de cada partido, así como en los días de descanso. Esta alteración en la dinámica tradicional de entrenamiento y en la planificación de la temporada es cada vez más usual en las ligas de futbol elite (Carling et al., 2015).

Figura 2

Microciclo Congestionado



Nota. Adaptada y modificada de Indicadores de carga de entrenamiento interna, fatiga y estado de bienestar durante el periodo competitivo en jugadoras de fútbol profesional, p.99, Tudela (2018), Universidad de Valencia.

Este tipo de microciclos congestionados puede surgir en diversas disciplinas deportivas, y su impacto es de gran relevancia tanto para atletas como para sus

entrenadores y equipos técnicos. La necesidad de adaptarse a un calendario tan apretado representa un reto en la periodización de la carga de entrenamiento, recuperación y rendimiento, lo que ha motivado una creciente atención en la investigación deportiva hacia la optimización de las estrategias en estas circunstancias.

Es ampliamente reconocido que la acumulación de partidos y un tiempo de recuperación más limitado entre ellos pueden provocar fatiga prematura y una disminución del rendimiento deportivo (Nedelec et al., 2012). Los periodos congestionados también se asocian con un mayor riesgo de lesiones en comparación con los periodos con un tiempo más extenso de recuperación entre partidos, como aquellos con un partido por semana en lugar de dos (Dupont et al., 2010). En este sentido, el tiempo de recuperación más corto suele resultar insuficiente entre partidos, y los microciclos congestionados se han identificado como uno de los cinco factores de riesgo extrínsecos más críticos en términos de lesiones en futbolistas profesionales (McCall et al., 2015).

La importancia de comprender y abordar los efectos de los microciclos congestionados permite optimizar el rendimiento de los atletas y reducir el riesgo de lesiones (Carling et al., 2015). La investigación en este campo busca mejorar las prácticas y estrategias para afrontar con éxito estos escenarios competitivos complejos, proporcionando herramientas para entrenadores y equipos técnicos.

Carga de Entrenamiento en Fútbol

El ejercicio que realizan los futbolistas durante sus entrenamientos y partidos incluye una amplia variedad de estímulos. Estos estímulos tendrán un impacto en su preparación fisiológica, neuromuscular y psicológica (Djaoui et al., 2022). Las actividades y las exigencias del partido deben gestionarse a lo largo de los microciclos controlando la monotonía y tensión de la carga de entrenamiento (Nobari et al., 2020).

La preparación física debe estar enfocada a las demandas de la competencia, con la precaución de implementar un plan periodizado durante una cantidad de tiempo suficiente para obtener las adaptaciones fisiológicas deseadas (Vescovi et al., 2021). Este rendimiento busca la interacción de muchos aspectos físicos, técnicos,

capacidades tácticas y psicológicas, que a su vez son influenciado por los contextos específicos del jugador, además, las variadas posiciones de juego en el campo (por ejemplo, portero, defensa, centrocampista, delantero) requieren el desarrollo de habilidades específicas (Sarmiento et al., 2018).

El fútbol es un deporte muy dinámico y diverso en términos de gestos y movimientos, que van desde patrones cíclicos, como correr y realizar fintas, hasta movimientos acíclicos, como saltos, giros y cambios de dirección. Además, la variabilidad de los tiempos de descanso, que a menudo son muy breves, es lo más complejo de las demandas físicas del juego (Karcher & Buchheit, 2014).

Esta complejidad en las demandas del fútbol implica que sea un deporte que requiere una importante capacidad de resistencia anaeróbica. Los jugadores deben ser capaces de realizar ráfagas de esfuerzos intensos y explosivos, seguidos de momentos de recuperación activa o inactiva. Esta demanda hace que el desarrollo de la resistencia anaeróbica sea fundamental en el entrenamiento de futbolistas (Karcher & Buchheit, 2014).

En este contexto, el entrenamiento físico se centra en el desarrollo de ejercicios de alta intensidad. Estos ejercicios, que incluyen sprints, cambios de dirección bruscos, saltos y esfuerzos explosivos, son esenciales para preparar a los jugadores para las demandas del juego real. La capacidad de realizar esfuerzos de alta intensidad de manera repetida y eficiente es crucial en el fútbol, ya que estos esfuerzos se producen con frecuencia a lo largo de un partido (Karcher & Buchheit, 2014).

Es importante destacar que los esfuerzos de alta intensidad no son exclusivos del fútbol, sino que desempeñan un papel importante en la mayoría de los deportes de equipo. La capacidad de acelerar, desacelerar, cambiar de dirección y realizar esfuerzos explosivos son habilidades fundamentales que contribuyen al éxito en deportes como el baloncesto, el rugby, el hockey y muchos otros. Por lo tanto, el entrenamiento de alta intensidad es una faceta crucial en la preparación física de los atletas en deportes de equipo (Spyrou et al., 2020).

Demandas en la Práctica de Fútbol Femenil

Las demandas de los partidos de fútbol femenino se han estudiado con diferentes enfoques, por posición, por tiempo (1er tiempo-2do tiempo), por nivel (elite, profesional, universitario). Así como múltiples demandas fisiológicas, físicas, psicológicas etc. En el fútbol se requiere una buena condición física aeróbica y anaeróbica, ya que las demandas varían entre partidos, posiciones y estilo de juego (Krustrup et al., 2005).

Se ha observado que las demandas físicas en el fútbol femenino son en gran medida similares a las del fútbol masculino. Las jugadoras de fútbol femenino también requieren una combinación de capacidades físicas y técnicas para competir en un alto nivel (Taylor et al., 2017). Algunas de las demandas físicas más comunes en el fútbol femenino pueden incluir:

Resistencia aeróbica y anaeróbica: Las jugadoras deben ser capaces de correr largas distancias durante un partido, así como realizar sprints cortos y rápidos. Esto requiere tanto resistencia aeróbica para mantener un alto nivel de energía durante todo el partido como resistencia anaeróbica para realizar esfuerzos explosivos y cambios de ritmo (Gentles et al., 2018).

Velocidad: La velocidad en carreras cortas y la agilidad son fundamentales para superar a los oponentes, tanto en ataque como en defensa.

Fuerza y potencia: La fuerza en las piernas y la parte superior del cuerpo es esencial para disputar balones aéreos, proteger la pelota, realizar tiros a gol y defender.

Flexibilidad y movilidad: La flexibilidad es importante para prevenir lesiones y para permitir movimientos ágiles y cambios de dirección.

Capacidad de recuperación: Las jugadoras deben ser capaces de recuperarse rápidamente entre sprints y esfuerzos intensos.

Habilidades técnicas: Además de las demandas físicas, las habilidades técnicas como el control del balón, el pase, el dribbling y el disparo son esenciales en el fútbol femenino (Taylor et al., 2017).

Conocemos que la duración típica de un partido es de 90 min, que consta de dos mitades de 45 min y una 15 min medio tiempo. Se tienen registros de distancia

total recorrida durante un partido de fútbol femenino de élite la cual va de los 8500 a 10,300 metros (Harkness-Armstrong et al., 2022). También otros estudios indican que las futbolistas de élite por lo general recorren entre 5 y 10 kilómetros durante un partido (Bradley et al., 2014). También se ha informado que la FC (frecuencia cardiaca promedio) en partidos de élite femeninos es del 87 % al 97 % de la FC máxima (Krustrup et al., 2005).

La cuantificación de la distancia total recorrida durante una sesión de entrenamiento o un partido, así como la cantidad de movimiento, solo abarca una parte de las tareas y demandas que los futbolistas enfrentan. El fútbol no se limita a una única acción, sino que involucra una serie de gestos y esfuerzos intermitentes que conllevan cambios constantes en la velocidad (Vescovi et al., 2021). Además, el fútbol implica una mayor frecuencia y número de aceleraciones y desaceleraciones (Nobari et al., 2020). Por lo tanto, se ha convertido en una práctica común considerar las aceleraciones y desaceleraciones como variables clave a tener en cuenta. Por ejemplo, se ha registrado un promedio de 226 aceleraciones durante la primera mitad y 221 desaceleraciones durante la segunda mitad en partidos de élite (Harkness et al., 2022). Así como diferencias respecto a las aceleraciones y desaceleraciones en campeonatos locales y de visita, se ha identificado que las jugadoras realizan alrededor de 200 y 150, respectivamente (Ramos et al., 2019).

Otro punto importante para destacar es que la fuerza y la potencia son componentes fundamentales en la mayoría de los deportes de equipo (Spyrou et al., 2020). Se ha demostrado que actividades específicas del fútbol, como el tiro a gol y la defensa, también están influenciadas por la capacidad de un atleta para generar niveles superiores de fuerza y potencia (Spyrou et al., 2020).

En cuanto a la capacidad física predominante en el fútbol, se destaca la fuerza, particularmente la fuerza-velocidad, que hace referencia a la habilidad del sistema neuromuscular para generar una gran cantidad de fuerza a altas velocidades. La fuerza explosiva, por otro lado, se refiere a la capacidad de producir una gran cantidad de fuerza en un corto período de tiempo. El desarrollo de estas capacidades tiene como objetivo permitir que los jugadores apliquen la fuerza de manera reactiva en situaciones de competencia. Es fundamental que los jugadores

cuenten con una sólida base de capacidad submáxima de fuerza para optimizar su rendimiento (Durante et al., 2005). Los promedios de las distancias de sprint reportados en los estudios varían desde 266 m (Andersson et al., 2010) hasta 417-850 m (Mara et al., 2017). Cabe destacar que se ha observado una capacidad limitada para realizar sprints repetidos durante los partidos de fútbol femenino (Nakamura et al., 2017).

Así también como la velocidad, la capacidad física que nos permite llevar a cabo acciones motrices en el menor tiempo posible y está muy relacionada con la fuerza. Esto es, al aumentar la fuerza en los músculos o grupos musculares apropiados, se puede mejorar la aceleración y la velocidad y por consiguiente se consigue una mejora de las habilidades críticas para el fútbol, así como saltar, fintar, acelerar o cambiar de dirección rápidamente.

También la resistencia, la capacidad de mantener una intensidad durante el mayor tiempo posible sin que la fatiga reduzca dicha intensidad. En el fútbol las capacidades determinantes son la capacidad aeróbica, la cual nos permite llevar a cabo un ejercicio en un largo periodo de tiempo, por ejemplo, resistir los 90 minutos de un partido, y la capacidad anaeróbica, que al contrario que la anterior, esta nos permite realizar acciones de alta intensidad en un corto periodo de tiempo, como por ejemplo disparos o saltos (Morgans et al., 2022).

Por otro lado, y en consecuencia de los requerimientos físicos del deporte, es importante analizar las diferentes vías metabólicas predominantes, es decir el requerimiento fisiológico. En este caso tanto la vía aeróbica como la anaeróbica contribuyen en las demandas fisiológicas de este deporte (Krustrup et al., 2005). Aunque el suministro de energía durante un partido de fútbol es principalmente cubierto por el metabolismo aeróbico glucolítico, puesto que el partido dura 90 minutos reglamentarios (periodo de tiempo largo), estudios demuestran que las acciones anaeróbicas de alta intensidad y por lo tanto la vía anaeróbica son un componente esencial del rendimiento en el fútbol (Stolen et al., 2005).

En relación con las respuestas metabólicas, Bekris et al. (2020) examinaron el daño muscular en partidos de fútbol y observaron un aumento en los niveles de

creatina quinasa (CK), un marcador importante de fatiga y daño muscular (Spyrou et al., 2020).

El conocimiento actualizado sobre las demandas físicas a las que se enfrentan las jugadoras en los partidos de fútbol es esencial para diseñar programas de entrenamiento más específicos y preparar físicamente a las jugadoras de manera más efectiva para la competencia, con el objetivo de mejorar su rendimiento deportivo (Vescovi et al., 2021). Además, permite comprender patrones de fatiga a lo largo de los torneos (Yousefian et al., 2021) y entender la influencia de factores contextuales en estos esfuerzos.

Las demandas físicas y competitivas varían según el tipo de competencia en la que participan las jugadoras. Una revisión realizada por Rodríguez-Porras (2022) reveló que, en los partidos internacionales, las jugadoras recorren distancias totales significativamente mayores, así como mayores distancias de carrera a alta velocidad y distancias de sprint, en comparación con las competencias nacionales (Andersson et al., 2010; Scott et al., 2020). Además, las defensoras y mediocampistas a nivel internacional registraron mayores distancias totales y de alta velocidad que sus contrapartes en competencias nacionales (Taylor et al., 2017).

Estos resultados reflejan que el nivel de exigencia es mayor en competencias internacionales, debido a la necesidad de obtener resultados en plazos más cortos, como en las fases de grupos, clasificatorias y eliminatorias. En estos contextos, los partidos de ida y vuelta requieren esfuerzos físicos intensos con menos tiempo para la recuperación, lo que aumenta la demanda sobre el sistema fisiológico y psicológico de las jugadoras (Vescovi et al., 2021). Por ello, es fundamental comprender las implicaciones de la fatiga en el rendimiento y cómo la carga aplicada a las atletas influye en su estado físico y mental durante las competencias.

Fatiga en el Deporte: Concepto y Manifestaciones

La fatiga en el contexto deportivo se define como el conjunto de síntomas que emergen como consecuencia del ejercicio prolongado y la carga acumulada aplicada al atleta (Rossi et al., 2022). Esta puede manifestarse como la incapacidad muscular para ejecutar acciones que requieren altos niveles de fuerza, reflejando un descenso en el rendimiento debido al desequilibrio entre la carga de trabajo y la recuperación a

lo largo del tiempo (Cormack et al., 2013). La fatiga puede extenderse durante días, semanas, meses o incluso años si no se maneja adecuadamente, impactando negativamente en el rendimiento deportivo (Halsen, 2014).

Desde un punto de vista funcional, la fatiga es un proceso transitorio y reversible que actúa como un mecanismo de defensa del organismo, evitando que el cuerpo exceda sus límites fisiológicos (Teixeira et al., 2021). Sin embargo, si la fatiga no es gestionada con estrategias adecuadas de recuperación, puede convertirse en un problema crónico que afecte tanto el bienestar físico como el rendimiento del atleta a largo plazo (Barrett et al., 2016).

La comprensión de la relación entre la carga de entrenamiento, la fatiga y la recuperación es fundamental para optimizar el rendimiento deportivo. Las cargas elevadas sin una recuperación adecuada pueden llevar al deterioro progresivo de la condición física y aumentar el riesgo de lesiones (Siff & Verkhoshansky, 2004). En competencias internacionales, donde la frecuencia de partidos es alta, la gestión de estas variables se vuelve crítica para garantizar la salud y el rendimiento de las atletas. Por lo tanto, establecer estrategias de recuperación específicas para microciclos congestionados es esencial para prevenir la fatiga excesiva y reducir la incidencia de lesiones durante la temporada (Siff & Verkhoshansky, 2004).

Un desequilibrio entre factores biológicos y físicos durante largos periodos de tiempo no solo puede provocar una disminución en el rendimiento deportivo, sino que pueden inducir a un estado de sobreentrenamiento, lesiones diversas o incluso la aparición de enfermedades (Halsen, 2014; Thorpe et al., 2015). La monitorización de la carga de entrenamiento y la fatiga provocada proporciona una retroalimentación precisa que va a otorgar a los entrenadores y técnicos la información sobre las respuestas del organismo del deportista ante el entrenamiento. Esta información permitirá adaptar los elementos del entrenamiento como volumen, intensidad y descanso (Halsen, 2014).

La carga de entrenamiento a la que se somete el deportista no es el único elemento causante de una posible fatiga. De este modo, la alteración de bienestar o el incremento de la fatiga podría estar alterado, en algunas ocasiones, por variables

relacionadas con la planificación como el calendario, horario, día de la semana o estrategias de recuperación (Mara et al., 2016). Debido a que la asimilación de una carga determinada suele necesitar varios días, los excesos o inadecuados estímulos pueden provocar un estado de sobre entrenamiento si no se introducen los descansos acordes a los niveles de la carga soportados por los deportistas (Torreno et al., 2016).

La fatiga también es considerada una manifestación clínica que tiene relación con distintas enfermedades y alteraciones en el Sistema Nervioso Central (SNC). Alguien que se encuentre bajo fatiga tiende a una disminución del rendimiento, así como comprometiendo su salud física y mental (Pedraz-Petrozzi, 2018). También se sabe que una vez que se manifieste fatiga puede ser un mecanismo de autorregulación del cuerpo para prevenir la superación de los límites del organismo (Vanrenterghem et al., 2017), a los cuales se somete el cuerpo una vez que buscas su mayor rendimiento.

Cada estímulo al que se somete a un deportista genera un desgaste que va afectar los días posteriores y representa un nivel de fatiga experimentado por un atleta en un momento dado, se dice que es poco probable que refleje solamente la carga del día anterior, sino más bien la carga acumulada de los entrenamientos de los días anteriores (Fernandes et al. 2022)

La carga de entrenamiento a la que se somete el deportista no es el único elemento causante de una posible fatiga. De este modo, la alteración de bienestar o el incremento de la fatiga podría estar alterado, en algunas ocasiones, por variables relacionadas con la planificación como el calendario, horario, día de la semana o estrategias de recuperación (Moalla et al., 2016).

La importancia del control de la fatiga es imprescindible para otorgar a los deportistas un correcto equilibrio entre el estrés ocasionado por el entrenamiento/competición y una recuperación suficiente que provocará adaptaciones en el organismo y mejoras en el rendimiento (Halsen, 2014).

El estado de fatiga puede proporcionar información beneficiosa relacionados con la disponibilidad del jugador, las lesiones y riesgo de padecer una enfermedad (Thorpe et al., 2017). La implementación de métodos apropiados, confiables, y las

medidas sensibles de la fatiga pueden proporcionar información importante a las partes interesadas clave en los entornos deportivos de equipo (Thorpe et al., 2017) para fines de este estudio es identificar la percepción subjetiva de la fatiga y monitorearla diariamente para conocer la relación que tiene esta con la incidencia de lesiones en atletas universitarios.

Fases de la Fatiga

Dentro de la secuencia de generación de fatiga en el cuerpo humano Mesa (2013) realiza una clasificación de dos fases: fase de fatiga aguda y fase de fatiga crónica:

La fatiga aguda provoca una disminución del rendimiento que se origina como consecuencia del entrenamiento o competencia. Este tipo de fatiga se considera necesaria con el objetivo de alcanzar una supercompensación y las correspondientes mejoras después de un descanso correcto (Mooney et al., 2013.).

La fatiga crónica puede aparecer con el paso del tiempo, provocando un estado de fatiga permanente que induce a una disminución del rendimiento y que es la causa más común de sobreentrenamiento (Tudela et al., 2018). Suele aparecer como consecuencia de un desequilibrio entre los estímulos de carga aplicados, la capacidad del sujeto para asimilarlos y un insuficiente periodo de descanso en el que la fatiga debería generar unas adaptaciones del organismo hacia el esfuerzo (Tudela et al., 2018).

La Fatiga en el Fútbol

Dentro de la dinámica de la práctica deportiva del fútbol se requiere de múltiples acciones físicas como sprints, cambios de dirección, carreras a velocidades exigentes, saltos, entradas y acciones técnicas como disparos a portería y pases (Dupont et al., 2010). Estas acciones se pueden ver afectadas por un estado de fatiga, con esto una disminución en el rendimiento en los futbolistas (Allen, Lamb y Westerblad, 2008), la fatiga puede presentarse de forma temporal después de periodos cortos de esfuerzos intensos en cualquiera de las dos partes del partido, en los últimos minutos del partido o después del partido (Krustrup et al. 2005). Además de la fatiga que aparece durante el partido, la competencia provoca una fatiga que

reduce la eficiencia y un rendimiento neuromuscular considerable después del partido, pudiéndose prolongar hasta varios días (Impellizzeri et al., 2004).

La disminución en la capacidad el salto, de rendimiento del sprint o fuerza isocinética, como factores de fatiga se manifiesta de forma similar en futbolistas hombres como en mujeres (Andersson et al., 2008). Los agentes desencadenantes de la fatiga durante el partido son múltiples entre los que destacan la deshidratación, el descenso de glucógeno, el daño muscular o la fatiga mental (Nédélec et al., 2012). Para Andersson et al. (2008) el tiempo de recuperación del rendimiento en sprints es de 5 horas tras el partido, sin embargo, para Ispirlidis et al. (2008) son necesarias 96 horas para recuperar los valores de velocidad previos a la competición.

Sobrentrenamiento

Durante el sobre entrenamiento, los atletas se encuentran en una meseta de fatiga crónica que no se resuelve con los períodos de descanso y recuperación que el atleta acostumbra. Los síntomas del sobrentrenamiento incluyen estado de ánimo deprimido, apatía general, disminución de la autoestima, inestabilidad emocional, deterioro del rendimiento, inquietud, irritabilidad, trastornos del sueño, pérdida de peso, pérdida del apetito, aumento de la frecuencia cardíaca en reposo, una mayor vulnerabilidad a sufrir alguna lesión, así como cambios hormonales por falta de supercompensación (Kellmann, 2010).

Cuando los niveles de estrés aumentan aún más, las personas pueden volverse incapaces de satisfacer las demandas de recuperación si no se involucran en actividades de recuperación adicionales. Como consecuencia de esto, el estrés se acumulará y, sin intervención, es probable que aparezcan los síntomas de sobre entrenamiento (Kellmann, 2010).

Evitar el sobre entrenamiento y el logro de un rendimiento óptimo solo se puede lograr cuando los atletas pueden recuperarse y equilibrar de manera óptima el estrés del entrenamiento y la recuperación posterior (Kellmann, 2010).

Recuperación Deportiva

Para alcanzar el rendimiento esperado, la recuperación del atleta debe tener un grado de importancia similar que los demás componentes del entrenamiento, con el fin de que la fatiga provocada por la carga recibida, mediante la recuperación,

evolucione en la aparición de adaptaciones (Bompa, 2003) y no sea contraproducente para la salud del atleta.

La recuperación es un proceso multidimensional que depende tanto de factores intrínsecos como extrínsecos (Tudela et al., 2018). En referencia al sexo del deportista, las mujeres tienden a reflejar una recuperación más tardía que los hombres, lo cual se atribuye principalmente a diferencias hormonales. Los niveles más altos de estrógenos en las mujeres, en comparación con los niveles de testosterona en los hombres, influyen en cómo se procesa el daño muscular inducido por el ejercicio y en la velocidad de recuperación muscular. El estrógeno, si bien tiene efectos protectores en algunos tejidos, también puede reducir la capacidad de reparación del tejido muscular, lo que resulta en una mayor sensibilidad a la fatiga y una recuperación más prolongada tras esfuerzos de alta intensidad (Kraemer & Ratamess, 2005).

También el ciclo menstrual juega un papel importante en los procesos de recuperación. Durante la fase lútea del ciclo menstrual, los niveles hormonales fluctúan, lo que puede afectar negativamente la recuperación muscular. Se sabe que, durante esta fase, las mujeres experimentan una mayor fatiga neuromuscular y una disminución en la eficiencia de la regeneración muscular, lo que puede alargar los periodos de descanso necesarios para evitar lesiones por sobreuso (Pereira et al., 2020). Estos factores pueden influir en el rendimiento deportivo y en la capacidad de las mujeres para afrontar cargas de entrenamiento altas o competencias consecutivas con el mismo nivel de recuperación que los hombres.

Además, un estudio de Simpson et al. (2015) sugiere que las mujeres presentan mayores niveles de daño muscular post-ejercicio y una recuperación más lenta en comparación con los hombres, especialmente después de entrenamientos de resistencia o fuerza de alta intensidad. Estos hallazgos destacan la necesidad de ajustar las cargas de entrenamiento y las estrategias de recuperación de manera específica para las mujeres, reconociendo sus diferencias fisiológicas y hormonales (Simpson et al., 2015)

Se sabe que el fútbol se caracteriza por actividades intermitentes de alta intensidad con un gran número de aceleraciones y desaceleraciones, carreras de

velocidad; cortos tiempos de recuperación entre ellos; y cambios de dirección múltiple durante el partido, esto afecta en el estado fisiológico y respuestas neuromusculares del atleta durante la competencia y después de ella (Spyrou et al., 2020).

También se sabe que la práctica deportiva de elite se juega a lo largo de un calendario muy congestionado, se requieren estrategias de recuperación óptimas para disminuir la fatiga y reducir el riesgo de lesiones (Mateus et al., 2021). Estas características son importantes dentro de deportes como el fútbol durante la fase competitiva de la temporada, ya que se puede competir en dos o tres partidos en un período de 7 días donde las limitaciones de tiempo pueden restringir el uso de pruebas más invasivas (Malone et al., 2017). Así como las intensas demandas de movimiento asociadas con fútbol, un equilibrio inadecuado entre el entrenamiento y la recuperación puede provocar un exceso de esfuerzo y el daño muscular en deportistas de élite (Marynowicz et al., 2020)

El aumento de la demanda física y los periodos de tiempo cada vez más cortos entre los partidos (Harper et al., 2019), demuestran la importancia de la recuperación del jugador. Se ha demostrado que un jugador de fútbol puede tardar hasta 72 horas después del partido para volver a la homeostasis física previa al partido (Tudela et al., 2018). Conociendo la duración del proceso de recuperación, será necesario tenerlo en cuenta a la hora de ubicar las sesiones con mayor carga de entrenamiento en la semana (Tudela et al., 2018).

Los jugadores de élite son ocasionalmente requeridos para jugar juegos muy exigentes cada 3 días, haciendo que la recuperación entre partidos sea muy importante (Szigei et al., 2022).

Marcadores de Recuperación

Los instrumentos de seguimiento son importantes para evaluar el estado de ánimo del individuo, su necesidad de recuperación y las circunstancias de la vida actual, la ventaja de estos instrumentos es que brindan información rápidamente. Si bien la monitorización fisiológica común (análisis de sangre y / o diagnósticos médicos, fisiológicos específicos) puede llevar horas o hasta días para obtener

información, los datos psicológicos pueden estar disponibles en minutos (Bourdon et al., 2017)

Los métodos tradicionales utilizados para cuantificar la recuperación y la fatiga en los deportes de equipo, como las evaluaciones del rendimiento físico máximo, también pueden no ser factibles para detectar variaciones en el estado de fatiga durante los períodos competitivos (Thorpe et al., 2017). Es por lo tanto que las más rápidas, simples y no exhaustivas, como las medidas de autoinforme de los atletas se consideran aún más visibles durante un proceso de control tanto en entrenamiento como en competencia. La identificación y la detección precisa de una fluctuación significativa en estas medidas son de suma importancia para los practicantes que trabajan junto con los atletas y entrenadores a diario (Thorpe et al., 2017). La implementación de medidas de fatiga apropiadas, confiables y sensibles puede proporcionar información importante tanto para la prevención de la fatiga, así como de las lesiones dentro de este contexto.

Una de las herramientas de recuperación más utilizada es escala de recuperación de calidad total (TQR) modificada de 10 puntos (Sansone et al., 2018), esta escala fue propuesta por Kenta y Hassmen (1998) donde se le pide a los atletas que califiquen sus condiciones de recuperación en función del estado físico, permitiendo así obtener información de suma importancia para los optimizar las cargas de entrenamiento y prevenir posibles lesiones inducidas por la fatiga, el índice Hooper y / o sus subconjuntos (calidad de sueño, estrés, fatiga y dolor muscular) también se ha mostrado como una gran herramienta de autoinforme más comúnmente utilizada en la disciplina del fútbol (Kellmann, 2010)

Los marcadores de percepción subjetiva se han establecido como medios válidos para conocer el estado de recuperación de los futbolistas (Haddad et al., 2013; Thorpe et al., 2016). Algunas de estas herramientas proporcionan un punto de vista multifactorial que interfieren también en la recuperación del atleta, variables como la calidad de sueño, el estrés, la fatiga y el dolor muscular percibido permiten evaluar la recuperación y prevenir el sobreentrenamiento (Hopper y Mackinnon, 1995). En cuanto a los marcadores bioquímicos, del mismo modo que han sido

utilizados para conocer la magnitud de la fatiga, son utilizados para conocer el estado de recuperación de los deportistas (Tudela, 2018).

Bienestar Deportivo

El entrenamiento impone estrés a un atleta, cambiando su bienestar físico y psicológico a lo largo de un proceso continuo que va desde la fatiga aguda hasta el sobre entrenamiento lo cual es indeseable para cualquier atleta y cuerpo técnico (Saw et al., 2016). Cuando la intensidad y el volumen aumentan durante el entrenamiento, la evaluación subjetiva de los atletas se vuelve muy importante, porque un desequilibrio de estrés a largo plazo y la recuperación pueden conducir a un estado de sobre entrenamiento. Por lo tanto, se recomienda que el estrés y la recuperación sean monitoreados continuamente durante el proceso de entrenamiento (Kellmann, 2010).

Se sabe que las medidas de bienestar auto informadas permiten conocer la percepción que una persona puede tener de sus niveles de; fatiga, estrés, dolor muscular, calidad de sueño e incluso de su estado emocional, e informar de esta manera que tan correctamente se está asimilando la carga a la que es sometido o en su defecto si esta no es suficiente o es excesiva (Rossi et al., 2022). Además, que es esencial para identificar las respuestas individuales a la carga, evaluando así la fatiga y la recuperación (Bourdon et al., 2017).

Se ha observado que la medición del bienestar tiene relación con distintas medidas de carga externa (Rossi et al., 2022) encontrando una fuerte relación entre estas variables, Malone et al. (2018) demostró que una reducción en la puntuación general del cuestionario de bienestar tiene un impacto negativo en las distancias de alta velocidad y velocidades máximas en el futbol soccer, otro estudio en futbol australiano informó que el bienestar general, era sensible a cambios en la carga de entrenamiento de los días anteriores durante el entrenamiento intensificado (Buchheit et al., 2013), esto permite respaldar la herramienta de bienestar auto informado para detectar cambios en el rendimiento óptimo del jugador. A su vez la variable de player load se ha relacionado con variables de carga interna como la percepción del esfuerzo (RPE) y percepción del esfuerzo por la duración de la sesión (SRPE) (Casamichana et al., 2012., 2013; Marynowicz et al., 2020; Romero-Moraleda et al.,

2021)encontrando que PL está en gran medida relacionada con respuestas fisiológicas y perceptivas de los jugadores a los estímulos del entrenamiento, dando fuerza a esta relación como una forma de monitorear la carga específica en distintas disciplinas, así como también con variables de frecuencia cardíaca y TRIMP (Askow et al., 2021).

El Índice de Hooper es un cuestionario que valora subjetivamente la sensación de bienestar en relación con la fatiga, el nivel de estrés, el dolor muscular (DOMS) y la calidad del sueño (Hooper et al., 1998). Cada uno de estos parámetros se mide por separado antes del entrenamiento o partido, siendo el índice la suma de los cuatro indicadores. Estas clasificaciones utilizan una escala del 1 al 7, de “muy, muy bajo/bueno” (punto 1) a “muy, muy alto/malo” (punto 7; Miguel et al., 2021)

El monitoreo rutinario de variables subjetivas es una de las prácticas más actuales para identificar cambios significativos en estos comportamientos y así prevenir algún problema de salud o rendimiento además de resaltar que es una práctica relativamente barata y simple de implementar en comparación con las medidas objetivas (Saw et al. 2016). Si bien una ventaja de todos los cuestionarios es que no son invasivos y son económicos, la mayoría de las herramientas establecidas a menudo se consideraban demasiado largas para fomentar el cumplimiento de los atletas, sin embargo, en la actualidad se busca implementar cuestionarios abreviados y prácticos para su uso diario (Saw et al., 2016).

Los instrumentos de seguimiento son importantes para evaluar el estado de ánimo del individuo, su necesidad de recuperación y las circunstancias de la vida actual, la ventaja de estos instrumentos es que brindan información rápidamente. Si bien la monitorización fisiológica común (por ejemplo, análisis de sangre y / o diagnósticos médicos / fisiológicos específicos) puede llevar horas o hasta días para obtener información, los datos psicológicos pueden estar disponibles en minutos (Kellmann, 2010).

Los métodos tradicionales utilizados para cuantificar la recuperación y la fatiga en los deportes de equipo, como las evaluaciones del rendimiento físico máximo, también pueden no ser factibles para detectar variaciones en el estado de fatiga durante los períodos competitivos (Thorpe et al., 2017). Es por lo tanto que las más

rápidas, simples y no exhaustivas, como las medidas de autoinforme de los atletas se consideran aún más visibles durante un proceso de control tanto en entrenamiento como en competencia. La identificación y la detección precisa de una fluctuación significativa en estas medidas son de suma importancia para los practicantes que trabajan junto con los atletas y entrenadores a diario (Thorpe et al., 2017). La implementación de medidas de fatiga apropiadas, confiables y sensibles puede proporcionar información importante tanto para la prevención de la fatiga, así como de las lesiones dentro de este contexto.

Monitorear la fatiga física es de suma importancia para los practicantes que buscan optimizar las cargas de entrenamiento y prevenir posibles lesiones inducidas por la fatiga, el índice Hooper y / o sus subconjuntos (es decir, sueño calidad, estrés, fatiga y dolor muscular) se ha demostrado recientemente como una gran herramienta de autoinforme más comúnmente utilizada en la disciplina del fútbol (Kellmann, 2010). Dentro de la Escala de Hooper (S. L. Hooper & Mackinnon, 1995) se pueden obtener datos basados en el análisis subjetivo de la calidad del sueño de la noche anterior, la cantidad de estrés, el nivel de fatiga y el daño muscular percibido. Cada pregunta se califica de forma individual con puntuaciones que van de 1 (“Muy, muy bajo o bueno”) a 7 (“Muy, muy alto o malo”).

Estas mediciones suelen ser señales para conocer el progreso del atleta a través de carga de trabajo y recuperación óptimas mientras se reducen el riesgo de lesiones y evita la fatiga, son mediciones breves y personalizadas de autoinforme en la práctica debido a su facilidad de uso, especificidad deportiva y capacidad de automatización se utilizan predominantemente como indicadores de estado de la preparación del atleta y facilitadores de comunicación, se consideran medidas subjetivas sensibles y capaces de identificar (Saw et al., 2016):

Dolor Muscular

El ejercicio físico extenuante o de alta intensidad provoca microlesiones musculares aún más cuando ese ejercicio es intenso, prolongado o incluye contracciones excéntricas. Esta lesión recibe el nombre de DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness: Dolor Muscular de Inicio Retardado). Éste se define como un complejo de síntomas, dolor en el movimiento, debilidad y una sensación de rigidez e

hinchazón de los músculos que realizan un ejercicio excéntrico(Alonso & Uribe, 2001)

Las áreas de unión músculo-tendinosas, son las principales zonas de dolor y fragilidad. El DOMS favorece la lesión muscular (que produce a su vez, una respuesta inflamatoria) y la fatiga muscular, provocando una pérdida en la fuerza del músculo afectado Los síntomas suelen aparecer de 8 a 10 horas después del esfuerzo, alcanzando su pico más alto, tras 24-48 horas y decreciendo progresivamente, hasta su total extinción después de 3 ó 4 días (Alonso & Uribe, 2001).

Algunos de los indicadores más importantes del dolor muscular, son la elevación de la concentración de creatin kinasa, de la concentración de mioglobina, y la disminución en la fuerza de contracción máxima voluntaria. Estos indicadores biológicos que permiten relacionar el dolor incrementando la sensibilidad de las terminaciones nerviosas libres, y que ello provoque un súbito incremento de la ya elevada presión del tejido, generando así dolor y muchas veces llegando a imposibilitar al atleta a realizar su actividad física programada(Alonso & Uribe, 2001).

Entrenamiento Deportivo

El proceso de entrenamiento es considerado una aplicación sistemática y periodizada de estrés fisiológico y biomecánico, con el fin de mantener y desarrollar la aptitud y potenciación de las capacidades biomotoras del atleta (De Beéck et al., 2019). El entrenamiento deportivo es un proceso complejo y sistemático a través del cual un deportista partiendo de su potencial genético, puede conseguir un determinado nivel de rendimiento, de acuerdo con los procesos de adaptación del organismo (Dupont et al., 2010). El término entrenamiento deportivo, se utiliza para hacer referencia a la enseñanza organizada que esté dirigida al rápido aumento de la capacidad de rendimiento físico, psíquico, intelectual o técnico-motor del hombre (Bernal-Reyes et al., 2014).

Este proceso se lleva a cabo por medio de sesiones las cuales suelen ser el componente fundamental de este (Bompa, 2000). Todas las sesiones de entrenamiento son diseñadas por el cuerpo técnico o en su defecto por el encargado del desempeño del equipo u atleta. Cada sesión tiene un objetivo general y objetivos

específicos basados en las necesidades físicas, técnicas, tácticas del periodo en el cual se lleven a cabo (Siff & Verkhoshansky, 2004).

Existen diferentes tipos de sesiones las cuales pueden clasificarse por su objetivo, si son de recuperación, desarrollo, evaluación, integración, etc. Así como también sesiones individuales, colectivas, mixtas etc. al final cada sesión es organizada y planificada por el cuerpo técnico(Siff & Verkhoshansky, 2004).

Además, todas las sesiones de entrenamiento se ven condicionadas por las respuestas individuales, ya que si son realizadas por el mismo individuo o por varios pueden provocar diferentes respuestas debido al funcionamiento biológico y los estresores ambientales que enfrentan los atletas (Carling et al., 2015).

Carga de Entrenamiento

La carga de entrenamiento se define como la cantidad acumulada de estrés que se presenta durante el proceso de entrenamiento (Grünbichler et al., 2020) También definida como la dosis de entrenamiento completada por un atleta durante una sesión de ejercicio(Wallace et al., 2014).

Las medidas de la carga de entrenamiento se pueden clasificar como internas o externas. La carga de entrenamiento refleja las cargas internas y externas impuestas sobre el atleta (Impellizzeri et al., 2018), el resultado del entrenamiento es consecuencia de estímulos tanto internos como externos, para obtener una medida real del entrenamiento, es importante cuantificar estas medidas y evaluar las relaciones entre ellas (Scott et al., 2013).

Las cargas internas de entrenamiento se definen como los factores estresantes biológicos y las respuestas de estrés bioquímicas biomecánicas, fisiológicos y psicológicos (Impellizzeri et al., 2018), la frecuencia cardíaca, el lactato en sangre, el consumo de oxígeno y las calificaciones del esfuerzo percibido (RPE) se utilizan comúnmente para evaluar la carga interna (Bourdon et al., 2017).

Por otro lado, las cargas de entrenamiento externas son medidas objetivas del trabajo realizado por el atleta durante el entrenamiento o la competencia (Jaspers et al., 2018b), las medidas comunes de carga externa incluyen velocidad, aceleración, análisis de tiempo-movimiento, parámetros del sistema de posicionamiento global (GPS) y parámetros derivados del acelerómetro (Bourdon et al., 2017).

En la tabla 1 se presentan algunos métodos comunes utilizados para monitorear la carga de entrenamiento tanto interna como externa, además de su costo, si necesitan de hardware o software, su facilidad de uso, si esta validada o no, que nivel de confiabilidad tiene, si su uso es para interpretar o prescribir y en que unidades es medida, identificadas en una revisión realizado por Bourdon et al. (2017).

Tabla 1

Métodos más comunes utilizados para monitorear la carga de entrenamiento

Método	Costo	Hardware	Software	Fácil uso	Validado	Confiable	Usado para interpretar	Usado para prescribir	Variables
RPE	L	N	Y/N	H	M-H	M-H	Y	Y	AU
sRPE	L	N	Y/N	H	M-H	M-H	Y	Y	AU
Cuestionarios de bienestar *	L	N	Y/N	-H	M	M-H	Y	Y/N	AU
Inventarios psicológicos *	L	N	Y/N	-H	M-H	M-H	Y	Y	AU
Índices de frecuencia cardíaca	L-M	Y	Y	H	M-H	M-H	Y	Y	FC, VFC
TRIMP	L-M	Y	Y	M-H	H	M-H	Y	N	AU
Captación de oxígeno	H	Y	Y	L	H	H	Y	Y	VO2MAX
Lactato sanguíneo	M	Y	Y/N	M		H	Y	Y	Concentración
Evaluaciones bioquímicas / hematológicas	M-H	Y	Y/N	L	H	M-H	Y	Y	Concentración
Tiempo	L	Y	Y/N	H	H	H	Y	Y	Seg, min, hr, semanas, años
Frecuencia entrenamiento	L	N	N	H	H	H	Y	Y	Sesiones
Distancia	L	Y/N	Y/N	H	H	H	Y	Y	M, KM
Movimientos repetidos	L	Y/N	Y7N	M-H	H	M-H	Y	Y	Salto, pasos, etc.
Modo entrenamiento	L	Y/N	N	H	H	H	Y	Y	Correr, nadar etc.
Potencia de salida	M-H	Y	Y	L-M	H	H	Y	Y	W/kg; W
Velocidad	L-M	Y	Y/N	M-H	H	H	Y	Y	m/s, km/hr
Aceleración	L-M	Y	Y	L	H	H	Y	Y	m/s ²
Test neuro funcionales	L-M	Y	Y/N	M	M-H	H	Y	Y	CMJ, SJ, DJ
Radio agudo: crónico (AWCR)	L-M	Y/N	Y	M	M-H	M-H	Y	Y	AU

Medidas GPS	M	Y	Y	M	MH	M	Y	Y	Velocidad, distancias etc.
-------------	---	---	---	---	----	---	---	---	----------------------------------

Nota: L= bajo; M= medio; H= alto; Y= sí; N= no; AU= unidades arbitrarias. Obtenido de “Monitoring athlete training loads: Consensus statement” p.162 Bourdon et al. (2017) Vol. 12, Suppl 2. International Journal of Sports Physiology and Performance.

También se suelen utilizar métodos compuestos o derivados, medidos en unidades arbitrarias (a.u) ejemplo de estas mediciones son; el TRIMP el cual permite cuantificar la carga del entrenamiento y fue propuesto por Banister (1975). Es un método donde las mediciones del incremento de la frecuencia cardiaca y la duración del entrenamiento es multiplicado por un factor de intensidad para cada sexo. Otro de estos métodos es la potencia metabólica (derivada de la aceleración locomotora y desaceleración), carga del jugador (derivada del acelerómetro) y calificación de la sesión esfuerzo percibido (sRPE) (derivado de la percepción del esfuerzo multiplicado por el RPE), estas mediciones pueden interpretarse de diversas maneras, por eso son más complejas, pero puede aportar más información si se analiza correctamente (Bourdon et al., 2017).

Monitorear la carga de entrenamiento se sabe que es importante para determinar si existen adaptaciones, identificar las estas mismas individualmente y con ello evaluar la fatiga, la recuperación, minimizando el riesgo de lesiones y enfermedades (Bourdon et al., 2017). Integrar más datos y una perspectiva tanto de los efectos como de la cantidad de estímulos puede tener mayor utilidad que analizar los datos aislados de una sola variable (Miguel et al., 2021).

También se sabe que la preparación de los atletas es cada vez más compleja y costosa debido a todos los implementos y avances tecnológicos, que la predicción del rendimiento como el control diario del entrenamiento se convierten en un complemento de la preparación y el desempeño óptimo del atleta (Mcfadden et al., 2020a).

Además del estrés bioquímico, las actividades realizadas por el atleta también dan lugar a tensiones mecánicas en los diferentes tejidos que componen el sistema musculoesquelético, es decir en cartílagos, huesos, músculos y tejidos tendinosos

(Vanrenterghem et al., 2017). Este estrés también es considerado parte de la carga de entrenamiento y competencia que llevan al atleta a exponer su máxima capacidad en cada desempeño y estímulo exigido durante la práctica deportiva.

Las herramientas de monitoreo permiten dar seguimiento de las demandas fisiológicas, neuromusculares y psicológicas, y con las ventajas de la tecnología actual es mucho más amplio el panorama de variables de carga externa que se pueden obtener y analizar (Buchheit & Simpson, 2017). Estas herramientas como cuestionarios, muestras de sangre, consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca han demostrado ser herramientas válidas para estimar la carga interna fisiológica (Sánchez-Sánchez et al., 2021).

Para fines de este trabajo resaltar la importancia que tiene el monitoreo de la carga externa e interna tanto en el contexto fisiológico como dentro de la recuperación jugará un papel imprescindible para interpretar de manera más oportuna los datos obtenidos durante el seguimiento de estos atletas tanto en entrenamiento como en competencia.

Control de la Carga de Entrenamiento

El control de la carga lo pudiéramos definir como ese seguimiento constante y continuo que busca poder lograr un entendimiento de las cargas de entrenamiento y sus efectos en el atleta (Halsen, 2014).

Existen formas tanto objetivas como subjetivas para dar un seguimiento a la carga de entrenamiento, pero se sabe que no existe un marcador único y definitivo hasta la fecha (Lalor et al., 2020). Controlar la carga tiene como objetivo nuevos y mejores métodos para mejorar el rendimiento, monitorear el comportamiento y obtener datos claves para mejorar en el entrenamiento y la competencia, así como aumentar o disminuir el estímulo, la duración, el tiempo de periodización y planificación (Mara et al., 2016)

Se pueden monitorear enormes cantidades de datos a diario, el objetivo radica en utilizar estos datos de información relevante tanto para los jugadores, los entrenadores y terapeutas (Vanrenterghem et al., 2017), es el verdadero reto del monitoreo rutinario, además de identificar qué y cuáles son las aportaciones a los distintos objetivos del deporte que van desde el rendimiento hasta la salud de

deportista. Los datos obtenidos durante el entrenamiento y competencia pueden conducir a información desconocida de la cual no se sabía o incluso no se tomaba en cuenta. Los deportes profesionales han sido líderes en la recopilación y archivo de datos que involucran desde el número de veces al bate hasta el número de yardas corridas y los tiros libres intentados.

Según Sands et al. (2016) hay tres propósitos para monitorear el entrenamiento y la competencia de los atletas:

- Proporcionar información de retroalimentación sobre los efectos del entrenamiento.
- Asegurarse de que el plan de entrenamiento sea eficaz.
- Evaluar y determinar las características de adaptación del atleta.

Estos propósitos se han incrementado en los últimos años debido a un mayor interés tanto de entrenadores y cuerpo técnico como diferentes áreas multidisciplinarias del deporte como lo es la medicina, fisioterapia y rehabilitación con el fin de predecir el potencial de los jugadores, lesiones, enfermedades, ganancias, además de un mayor desarrollo de "aplicaciones" que se pueden incluir e implementar en un teléfono inteligente para el monitoreo personalizado del atleta.

Los objetivos de seguimiento más recientes según Sands et al. (2016) incluyen:

- archivar datos para su uso en proyectos de datos más grandes
- predicción de actuaciones, adaptaciones y daños futuros a partir de datos pasados
- gestión de las cargas de entrenamiento diarias.

Los datos disponibles para deportes para ambos sexos a diferentes edades pueden ayudar a los entrenadores a diseñar programas de entrenamiento apropiados y seguros, así como equipar a los entrenadores y especialistas en rehabilitación con las métricas apropiadas para un entrenamiento adecuado y seguro (Taylor et al., 2017).

En la búsqueda por relacionar variables de los distintos componentes de la carga tanto las medidas internas como externas, se han encontrado diversas relaciones que permiten intervenir de manera oportuna en las adaptaciones del

atleta, las respuestas individuales a la carga (Jaspers et al., 2018; Oliveira et al., 2019; Rossi et al., 2022; Strauss et al., 2019; Torreno et al., 2016), la fatiga, los distintos componentes de la recuperación, y con esto prácticamente minimizar el riesgo de lesiones y enfermedades (Bourdon et al., 2017). Si bien esta es una práctica común en los deportes de elite, aunque muchas veces la amplia disponibilidad de variables de carga y la falta de conocimiento no permiten establecer las relaciones adecuadas para encontrar estos beneficios.

Carga Externa

La carga externa hace referencia a todos los estímulos físicos tangibles que surgen a partir de la aplicación de los estímulos del entrenamiento completado por el atleta (Wallace et al., 2014), como ejemplo, la distancia, la duración, el número de gestos deportivos, el número de pasos, la velocidad, numero de aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección, etc.

Dentro del deporte de conjunto se vuelve un tanto complejo la medición individualizada de cada uno de estos gestos deportivos, ya que la mayoría de estos deportes tienen una variabilidad motriz importante, así como distintas posiciones, tiempos de juego, reglas etc. Un ejemplo de ello es el futbol el cual por ser uno de los deportes más populares en el mundo han sido ampliamente investigadas durante largo tiempo y las variables de carga externa es una de las más analizadas en este ámbito deportivo (Vescovi et al., 2021).

Gracias a los avances tecnológicos, ahora tenemos varios métodos para analizar las variables de carga externa, especialmente las fisiológicas, cinemáticas y de posicionamiento. Con estos datos cuantitativos, podemos ser más objetivos y no depender tanto de la memoria del entrenador o de los análisis de video, que solían ser muy lentos (Castillo et al., 2019). Hoy en día, es posible medir estos datos de manera instantánea y en tiempo real gracias a diferentes sistemas y dispositivos tecnológicos (Kupperman et al., 2021). Los desarrollos recientes, como medidores de potencia, dispositivos GPS y acelerómetros, junto con los softwares disponibles en el mercado, han hecho que medir la carga externa sea más accesible y común en el ámbito deportivo.

Los sistemas de posicionamiento global (GPS) y los acelerómetros triaxiales han cambiado y evolucionado la forma en que se mide la carga externa en el deporte. Ahora, es mucho más fácil y común cuantificar esta carga de manera digital, permitiendo un seguimiento en tiempo real tanto de los entrenamientos como de las competencias (Akenhead & Nassis, 2016). Este avance tecnológico nos brinda una gran cantidad de datos, aunque no siempre se utilizan al máximo en los estudios científicos (Clemente et al., 2020a; Malone et al., 2018a; Oliva-Lozano et al., 2022).

Entre las variables más comunes que se miden están la distancia total recorrida, el número de sprints a altas velocidades, la velocidad máxima alcanzada, así como las aceleraciones y desaceleraciones (Boyd et al., 2011; Dalen et al., 2016; Gómez-Carmona et al., 2019; Teixeira et al., 2021). Estos datos son sumamente útiles para entender mejor el rendimiento de los atletas y ajustar los entrenamientos en consecuencia. Sin embargo, aún hay mucho por explorar más allá de estas medidas habituales. La evaluación de la carga externa, considerando un espectro más amplio de variables, todavía no muestra suficiente evidencia en los estudios, pero se cree que podría ofrecer una comprensión más profunda de cómo la acumulación de cargas afecta el bienestar de los atletas (Jaspers et al., 2019). Esto no solo facilita el trabajo de los entrenadores, permitiéndoles tomar decisiones más informadas y rápidas, sino que también ayuda a proteger la salud de los atletas, evitando sobrecargas y posibles lesiones.

Tecnología portátil más nueva como acelerómetros, unidades de medida inercial (IMU), o los sensores de seguimiento del sistema de posicionamiento global (GPS) proporcionan medidas más válidas, confiables y eficientes en el tiempo que ayudarán a los entrenadores, profesionales de fuerza y acondicionamiento y médicos a cuantificar y rastrear el volumen de demandas específicas del deporte durante el juego (Taylor et al., 2017).

Duración

La duración es una variable de carga externa que permite identificar la cantidad de tiempo con algún registro de actividad, este registro se realiza en formato de horas, minutos, segundos, así como milisegundos y centésimas de segundo, permite contabilizar el tiempo de duración de la sesión, así como de las distintas

tareas que se realizan durante esta. También es posible identificar tiempos de recuperación, descanso y actividades específicas como duración de un sprint, tiempo de vuelo, tiempo de contacto etc. Normalmente se requiere de un cronometro para hacer este tipo de mediciones. Y los dispositivos como GPS, acelerómetros, plataformas de contacto, plataformas de fuerza, celdas, tienen sensores que activan estos cronómetros para hacer registros más precisos sin el error de la mano human(Baron et al., 2011)a.

Unos de los principales registros de duración durante la práctica deportiva del futbol es la duración de la sesión, así como de un partido(Haddad et al., 2017). Estos datos permiten a la vez calcular variables como sRPE la cual es una variable compuesta entre el esfuerzo que el atleta percibe, así como tiempo que duro realizando ese esfuerzo, al multiplicarse nos brinda una cantidad en unidades arbitrarias la cual permite tener un registro de carga diaria, por sesión e incluso por partido(Impellizzeri et al., 2004).

La duración es una variable que también permite cuantificar el tiempo activo de la sesión es decir el tiempo que se estuvo realizando movimiento en cualquiera de los 3 ejes y si fue suficiente para estimular las capacidades físicas, coordinativas, y determinantes(Siff & Verkhoshansky, 2004). Así como también se utiliza para cuantificar si este tiempo realmente era el que estaba planificado, gracias a los registros del tiempo podemos saber cuántas modificaciones y adaptaciones presentan estas planificaciones. Se sabe que el tiempo es relativo, pero en el área del deporte es fundamental conocer las características de duración para evaluar, prescribir, modificar, así como adaptar los distintos estímulos que se brindan al jugador durante la práctica deportiva y tener un punto de comparación que está basado en el tiempo de trabajo(Weineck, 2005).

Distancia Total

La distancia es una variable que permite evaluar la cantidad de movimiento en el eje horizontal, así como la cantidad de espacio que hay entre dos puntos el inicial y el final. Sin embargo, la distancia total es la suma de todas estas acciones ocurridas durante una sesión o un partido(Bursais et al., 2022). Es decir que la distancia total es la suma total de cada uno de los desplazamientos ocurridos durante

la sesión/partido sin importar su velocidad, aceleración e intensidad. Es el resultado de la cantidad total de desplazamientos en el eje horizontal incluidos: cambios de dirección, sprints, pasos, trotes, saltos horizontales, etc (Gómez-Carmona et al., 2019).

Esta variable fue introducida gracias al desarrollo del dispositivo GPS ya que este contiene un chip GNSS para posicionamiento global mediante satélite, un chip UWB para posicionamiento por radiofrecuencia de onda corta, los cuales permiten utilizar el tiempo que dura este movimiento en un espacio determinado y así calcular de manera real la distancia recorrida durante cada desplazamiento (Strauss et al., 2019).

La distancia total es considerada una de las variables por excelencia que más representa la carga externa evaluada durante la práctica del fútbol, ya que la mayoría de los artículos científicos ha resaltado que esta cuantificación es representante del volumen de la práctica deportiva (Oliveira et al. 2019). Así como también ha representado a la calidad y cantidad de movimiento ocurrido en el eje horizontal. Se sabe también que esta es evidencia de la capacidad de resistencia que tiene el atleta, así como su manera de economizar energía. Con esta cuantificación podemos determinar quién recorrió más, quien hizo más, quien se desgastó más, o incluso quien está dentro o fuera de los promedios exigidos durante determinada sesión o partido. Entre mayor cantidad de movimiento en el eje horizontal mayor será la distancia total recorrida durante la práctica deportiva (Bredt et al., 2020).

Otra de las ventajas de monitorear constantemente esta variable es que es posible apreciar índices de rendimiento así como relación con el aumento de distintas capacidades como VO₂max, en un estudio realizado por Archereta et al. (2006) identificaron que mejorar el VO₂max contribuye al rendimiento físico de las atletas, que a mayor preparación aeróbica mayores son las ventajas tanto de recuperación como del mantenimiento de la intensidad y ritmo, en el caso del fútbol que requiere de dos tiempos de 45 min donde el atleta tiene que estar constantemente realizando la actividad el desarrollo de esta capacidad traerá ventajas en la distancia total recorrida (McFadden et al., 2020).

Distintos estudios cuantifican de manera diferente la variable de distancia total un ejemplo de ello es un estudio realizado por Bojorques et al. (2022) donde compararon la distancia total recorrida en población elite y social durante la práctica del futbol, sus análisis incluían la suma total de todos los jugadores participantes tanto entrenamientos como partidos obteniendo que definitivamente la población elite recorría mayor distancia que aquellos que practican el deporte socialmente obteniendo resultados de hasta 87.15 km del equipo elite en un partido mientras que del equipo social 40.18 km, así como las medias del equipo elite fue superior con una distancia de 5.20 km y el equipo social 3.32 km, siendo significativamente mayor el quipo elite tanto en entrenamientos como en partidos del equipo social.

Otro estudio realizado por Gimenez et al. (2020) tuvo como objetivo comparar las distancias recorridas durante partidos amistosos y partidos oficiales. Este estudio calculó un promedio de la distancia recorrida en metros. A diferencia del artículo anterior, que utilizaba kilómetros, muchos otros artículos prefieren presentar los resultados de esta variable en metros. En este estudio se encontraron diferencias significativas en las distancias recorridas (6405.4 ± 685.1 , 5822.7 ± 610.0 , 6204.1 ± 585.1 , 7584.5 ± 694) entre las distintas clasificaciones de partidos. Los resultados concluyeron que los esfuerzos durante los entrenamientos y partidos no son equivalentes, y que la distancia recorrida varía considerablemente entre partidos oficiales y amistosos, siendo estos últimos los de menor exigencia física.

Oliveira et al., (2019) también realizo registro de distancia total en futbol encontrando diferencias significativas entre microciclos y mostrando promedios de la distancia total recorrida en metros, concluyendo que, aunque existen algunas diferencias significativas entre los mesociclos, no hubo variaciones importantes a lo largo de la temporada para variables de carga externa.

En una revisión sistemática realizada por Rodríguez-Porras (2022) identificaron las demandas físicas según las posiciones de juego encontrando que las mediocampistas centrales fueron quienes recorrieron más distancia total durante los juegos. Son las jugadoras que más distancia total recorren en comparación con las demás jugadoras. Por ejemplo, estas jugadoras recorren en promedio 10572 ± 880 m (Zubillaga et al., 2013).

La distancia total recorrida por un jugador de fútbol durante un partido o una práctica varía según diversos factores, como la posición en el campo, el estilo de juego y la intensidad del partido (DeWitt et al., 2018). Por ejemplo:

Porteros: Los porteros suelen recorrer una distancia mucho menor en comparación con los jugadores de campo, ya que se mantienen principalmente en su área y se desplazan para interceptar tiros y realizar otras acciones específicas.

Defensas: Los defensas pueden recorrer distancias considerables, ya que deben seguir a los delanteros y mediocampistas del equipo contrario, así como participar en despejes y bloquear tiros (Kyprianou & Farioli, 2018).

Mediocampistas: Los mediocampistas, que desempeñan un papel central en la creación de juego y la recuperación de balones, tienden a cubrir una gran cantidad de terreno durante un partido (Kyprianou & Farioli, 2018).

Delanteros: Los delanteros, cuya principal tarea es marcar goles, también se mueven constantemente en busca de oportunidades de gol y, por lo tanto, recorren distancias considerables (Akyildiz et al., 2022).

Es común que en la práctica de fútbol profesional se utilicen dispositivos de seguimiento y análisis de datos, como GPS y acelerómetros, para registrar la distancia total recorrida por cada jugador durante un partido o una práctica. Estos datos proporcionan información valiosa para los entrenadores y los equipos en la gestión del rendimiento de los jugadores y la toma de decisiones tácticas (Barrett et al., 2016)

Distancia explosiva

De la variable de distancia se desprenden múltiples mediciones que se pueden realizar basadas en el tiempo, la aceleración, la velocidad etc. Es el caso de la distancia explosiva que hace referencia a la distancia total recorrida con una aceleración mayor a $1,12 \text{ m/s}^2$, se le considera explosiva por el cambio que hay en la velocidad repentinamente y que alcance cambios mayores a estos parámetros. También es una variable que influye en la cantidad de esfuerzos intermitentes. Es mucho más específica que la distancia total ya que la distancia total no especifica ni velocidad, ni aceleración, solamente cuantifica la cantidad de espacio recorrido y suma todas estas. Al igual que la distancia total la distancia explosiva también es

total, pero con la especificidad de considerar solo estos esfuerzos explosivos, suele ser mucho menor que la distancia total ya que el espacio donde se llevan a cabo estos cambios de velocidad es muy corto

Distancia relativa

La distancia relativa hace referencia aquella distancia que va en relación con el tiempo de ejecución y se identifican principalmente la distancia recorrida por minuto (Dis /min) se compone de la distancia total sobre la duración total de la sesión/partido, y también la distancia explosiva por minuto (DisExp m/min) que se compone de distancia explosiva total y la duración total del partido o sesión de entrenamiento, estas variables son denominadas variables de intensidad ya que nos permiten identificar el promedio de las distancias totales sobre el tiempo, permitiendo hacer comparaciones respecto a la intensidad de la sesión o del partido en el caso del fútbol (Fernandes et al., 2021). La distancia relativa o la distancia total recorrida por minuto de tiempo de juego de competición (m/min) puede proporcionar un reflejo más preciso de la intensidad de los esfuerzos en comparación de la distancia total recorrida a distintas franjas de velocidad, ya que tiene en cuenta el tiempo del evento. Además, la distancia es sólo una medida de volumen, mientras que la distancia relativa es una medida de intensidad (Hoyo & Aceña, 2016).

Dentro del ámbito del fútbol han hecho uso de dispositivos de rastreo GPS para proporcionar una medida objetiva de la carga externa (Wehbe et al., 2014). Colby et al. (2014), analizaron en jugadores de fútbol australiano la relación entre la carga acumulada (1, 2 y 3 semanas) medida con diferentes variables de GPS (distancia total, distancia por encima de velocidad aeróbica máxima individual, distancia de sprint media, impactos y cambios de velocidad relativa) y su cambio absoluto (de semana previa a semana presente) con el riesgo de lesión. Los autores mostraron como la carga acumulada en 3 semanas previas en distancia total y en distancia por encima del umbral de sprint correlacionaban con el riesgo de lesión Gabbett y Ullah (2012). Establecieron una correlación entre el riesgo de lesión y los esfuerzos de alta intensidad en jugadores de rugby. En jugadores profesionales de fútbol, recientemente Ehrmann et al. (2016) observaron como aquellos que se lesionaban realizaban un mayor número de metros por minuto en las semanas

previas a una lesión en comparación con sus promedios de la temporada (+9.6 y +7.4% para bloques de 1 y 4 semanas, respectivamente), mostrándose como un aumento en la intensidad de juego y de entrenamiento correlacionaba con la aparición de lesiones.

Número de aceleraciones y desaceleraciones

La variable de número de aceleraciones y desaceleraciones hace referencia a la cantidad de veces que suceden estos cambios en la velocidad tanto positivos por encima de 3 m/s², como negativos, es decir, menores a - 3 m/s². Estos cambios son relevantes a la hora de analizar la carga mecánica que sufren las distintas articulaciones (Clemente et al., 2020c).

Aceleración y Desaceleración

Las aceleraciones en el fútbol se refieren a los aumentos rápidos en la velocidad de un jugador mientras se desplaza por el campo. Estos movimientos explosivos son esenciales para superar a los oponentes, ganar ventaja y crear oportunidades de ataque. Las aceleraciones pueden ocurrir desde una posición de parada, desde una velocidad baja o mientras un jugador cambia de dirección bruscamente. Son fundamentales para el juego, especialmente en situaciones de uno contra uno, regates y salidas rápidas desde el mediocampo (Morgans et al., 2022).

Las desaceleraciones en el fútbol son lo contrario de las aceleraciones. Se refieren a la reducción repentina de la velocidad de un jugador. Las desaceleraciones son esenciales para mantener el control del balón, evitar oponentes y cambiar de dirección de manera rápida y eficiente (Clemente et al., 2020). Los jugadores pueden desacelerar en una situación de juego, como un defensor, para evitar una colisión o para ajustar su posición en el campo.

Tanto acelerar como desacelerar, son fundamentales en el fútbol ya que permiten a los jugadores adaptarse a las situaciones en constante cambio en el campo. Los jugadores hábiles pueden usar estas acciones para superar defensores, crear espacios para tiros y pases, y mantener el control del balón (Akenhead et al., 2016). El entrenamiento de las aceleraciones y desaceleraciones es una parte

importante de la preparación física y táctica en el fútbol, ya que mejora la capacidad de los jugadores para responder de manera efectiva a las demandas del juego.

Los perfiles de aceleración son definidos por distintos autores dentro los cuales encontramos a Bradley et al. (2010) definen dos umbrales de aceleración: moderado, de 2,5 a 4,0 m/s², y alto, > 4,0 m/s².

Posteriormente, Akenhead et al. (2016) introdujeron una clasificación más detallada de las aceleraciones en el contexto del fútbol. Establecieron umbrales específicos para definir la intensidad de las aceleraciones en función de la magnitud de la aceleración registrada. Esta clasificación se divide en tres categorías distintas:

Aceleraciones de baja intensidad: En esta categoría se incluyen aquellas aceleraciones con magnitudes que oscilan entre 1 y 2 m/s². Estas aceleraciones a menudo representan movimientos más suaves y controlados, que podrían estar relacionados con cambios de ritmo o ajustes suaves en la velocidad. Son parte de la dinámica del fútbol y pueden ser cruciales en situaciones en las que la precisión y el control son esenciales.

Aceleraciones de Intensidad Moderada: Esta categoría abarca las aceleraciones con magnitudes que varían entre 2 y 3 m/s². Estas aceleraciones son más energéticas y pueden estar relacionadas con la creación de espacios o con movimientos más decisivos en el campo. Los jugadores suelen utilizar estas aceleraciones para ganar ventaja sobre sus oponentes, especialmente en situaciones de uno contra uno.

Aceleraciones de Alta Intensidad: En la categoría de alta intensidad se encuentran las aceleraciones con magnitudes superiores a 3 m/s². Estas aceleraciones son explosivas y se producen en situaciones de alta exigencia física y táctica. Son fundamentales para superar defensores, realizar recuperaciones y generar oportunidades de ataque. Las aceleraciones de alta intensidad pueden cambiar rápidamente el curso de un partido y son un componente crucial en el fútbol moderno (Clemente et al., 2020).

Esta clasificación detallada de las aceleraciones en categorías de intensidad permite un análisis más preciso de las demandas físicas y tácticas en el fútbol. Los umbrales establecidos por Akenhead et al. (2016) proporcionan una base sólida para

registrar y comprender las aceleraciones en el contexto del juego, lo que ayuda a los entrenadores y equipos a evaluar y mejorar el rendimiento de los jugadores en función de las diferentes demandas del juego.

Carga del Jugador o Player Load

Analizar el movimiento y todas las formas de actividad en 3 dimensiones permite tener una medición más amplia de todo lo que el atleta experimenta durante la práctica deportiva (Boyd et al., 2013). La medida de player load (PL) es considerada una variable mecánica de carga externa basada en los datos de aceleración que registran los acelerómetros triaxiales, esta variable es medida en unidades arbitrarias (Reche-Soto et al., 2019), resume la cantidad de cambios en la velocidad que se presentan en los 3 ejes de movimiento, fue propuesta por una empresa distribuidora de dispositivos deportivos llamada Catapult Sports en el 2010 (Bardt et al., 2019), y es expresada como “la raíz cuadrada de la suma de las tasas de cambio al cuadrado de la aceleración entre cada eje de movimiento (x, y, z)” (Boyd et al., 2011 ; Montgomery et al., 2010)

Esta medición es derivada del acelerómetro de la carga corporal total en sus 3 ejes (vertical, anteroposterior y medio-lateral). Esta variable se ha utilizado para evaluar la carga neuromuscular en diferentes atletas (Molina-Carmona et al., 2018).

En la actualidad, una de las variables de acelerometría más utilizadas en la evaluación de la carga de entrenamiento en el ámbito deportivo es lo que se conoce como player load (carga del jugador) (Nedergaard et al., 2017). El player load es una medida que tiene en cuenta todas las aceleraciones registradas durante la actividad deportiva y se calcula como la suma de las diferencias absolutas de aceleración divididas por la frecuencia de muestreo del dispositivo. En general, esta frecuencia de muestreo suele ser de 100 Hertz (Hz) en dispositivos de acelerómetro triaxial.

Es importante tener en cuenta que esta medida de player load puede tener ciertas limitaciones y modificar un poco la carga de entrenamiento. Esta puede suceder por que toma en cuenta todas las aceleraciones, lo que significa que no distingue entre las aceleraciones generadas por el desplazamiento (locomotoras) y las aceleraciones resultantes de movimientos que no implican un desplazamiento efectivo en el campo (no locomotoras) (Nedergaard et al., 2017). Por ejemplo, los

movimientos de brazos, giros del cuerpo y otros gestos que no están relacionados directamente con el desplazamiento pueden influir en el cálculo del player load. Esto puede llevar a una sobrestimación de la carga de entrenamiento real, especialmente en deportes que involucran movimientos técnicos específicos.

Y otra de las razones por la cual se puede modificar la carga es que se calcula como la suma de las diferencias absolutas de aceleración en lugar de la suma de los valores absolutos de la aceleración. Esto significa que no se toma en cuenta la magnitud de las aceleraciones, sino las diferencias entre los valores de aceleración en intervalos de tiempo (Nedergaard et al., 2017). Esto puede dar lugar a una representación diferente de la carga de entrenamiento y puede no reflejar completamente la intensidad y la exigencia del esfuerzo realizado por los atletas.

Es importante destacar que, aunque la Player Load puede presentar ciertas limitaciones, sigue siendo una herramienta útil para la evaluación de la carga de entrenamiento en el deporte. La comunidad científica y los profesionales del deporte continúan investigando y refinando estas métricas para comprender mejor su aplicabilidad y precisión en diferentes contextos deportivos, incluyendo el fútbol femenino, donde se ha observado una limitada cantidad de investigaciones centradas en esta variable (Gentles et al., 2018b). Estudios adicionales y un enfoque en la adaptación de estas métricas a las demandas específicas del fútbol femenino pueden proporcionar una visión más precisa de la carga de entrenamiento en este deporte.

Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un tipo de tecnología que rastrea la ubicación y se usa con mayor frecuencia en el monitoreo de la práctica del fútbol para medir la cantidad de movimiento, la distancia y los cambios en la velocidad (Bradley & Ade, 2018; Cummins et al., 2013). El GPS ha brindado la oportunidad de derivar estimaciones válidas y confiables durante una variedad de actividades (Mcfadden et al., 2020a). Hasta la fecha, evaluación de la carga externa durante actividades relacionadas con el fútbol usando tecnología GPS, o video análisis se centra en evaluar la distancia recorrida, o el tiempo empleado en velocidades específicas (Askow et al., 2021).

Tecnología de sistema de posicionamiento (GPS) y semiautomatizados sistemas de cámaras se han utilizado ampliamente para proporcionar un análisis detallado de elementos específicos del trabajo físico de un jugador (Bradly & Scott, 2019). Sin embargo, en el ámbito del fútbol femenino se viene incorporando como una herramienta sólida además de que pocos estudios han utilizado GPS para cuantificar las demandas del fútbol femenino (Julian et al., 2021).

Los GPS se han vuelto cada vez más frecuentes para analizar la competencia variable de rendimiento en equipos profesionales de fútbol. Aunque es una herramienta para cuantificar la carga externa, se han encontrado fuertes correlaciones con otros métodos de cuantificación de carga interna basada en sesión-RPE (Chena et al., 2021b).

También por otro lado los acelerómetros y el GPS se combinan con en un mismo dispositivo (así como también como giroscopios, magnetómetros), lo que permite que las cargas de trabajo basadas en GPS y el acelerómetro se complementen entre sí (Gentles et al., 2018c).

Todo esto ha permitido en los últimos tiempos un aumento en el interés de utilizar el GPS para buscar el equilibrio entre el estrés que produce el entrenamiento y la recuperación, mejorando el rendimiento y minimizando el riesgo de sobreentrenamiento (Kellman, 2010). Se ha utilizado el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para describir también el perfil físico del futbolista basado en las distintas variables que de este se desprenden como distancia y variables de velocidad durante partidos y entrenamientos (Casamichana et otros, 2012).

WIMU (Wireless Inertial Movement Unit)

El WIMU (Wireless Inertial Movement Unit) es un dispositivo inercial fabricado por la empresa RealTrack Systems (Almería, España) compuesto por diferentes sensores; cuatro acelerómetros, dos giróscopos, un magnetómetro, un chip GNSS para posicionamiento global mediante satélite, un chip UWB para posicionamiento por radiofrecuencia de onda corta, receptor de ANT+ y Bluetooth, entre otros, se utiliza dentro de una variedad de situaciones deportivas con el propósito de cuantificar la carga externa tanto de entrenamientos como en competencia. Además

de que esta validado para realizar mediciones en contextos reales dentro del fútbol (Gómez-Carmona et al., 2019a).

Las variables registradas se pueden visualizar en tiempo real o de manera virtual descargando la información en una computadora o sistema operativo (Gómez-Carmona et al., 2020). El diseño este dispositivo es pequeño e inalámbrico permite monitorizar toda la actividad física, y tiene la capacidad de procesar 20.000 datos por segundo de cada uno de los deportistas, de modo que se ha convertido en una herramienta a nivel mundial en el deporte de futbol entre otros (Sánchez-Sánchez et al., 2021)

El dispositivo inercial WIMU ha sido demostrado que es un instrumento válido para la monitorización también de la frecuencia cardíaca durante acciones típicas del futbol, y por tanto se sugiere que puede ser utilizado durante el entrenamiento y la competición en deportes de equipo en general, y en el futbol en particular, para cuantificar las demandas físicas, fisiológicas y cinemáticas, a través de un mismo sistema y sincronizados en el tiempo, para la cuantificación de la carga resultando el proceso de registro y análisis de datos una tarea más eficiente y práctica (Gómez-Carmona et al., 2019a)

Características

Pequeño, ligero y con un peso aproximado de 70 gramos. Maneja un procesador Intel interno, tracking mediante GNSS y UWB, pantalla OLED Smart, bluetooth 4.1 para intercambio, USB, compatibilidad con dispositivos ANT+.

Es capaz de informar en tiempo real más de 250 variables de cinco tipos: cinemáticas (velocidad, distancia), fisiológicas (frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno), indicadores de carga, información táctica y una aplicación para supervisar cada fase del entrenamiento. Incluye un arnés diseñado para la comodidad del deportista durante la sesión de entrenamiento (Figura 3). Ajustado y con un bolsillo de neopreno en la espalda para proteger el dispositivo

Herramientas incluidas junto con el dispositivo WIMO PRO™



Validez y Fiabilidad de Dispositivos GPS

Esta tecnología ha permitido un seguimiento más preciso y exhaustivo de los atletas durante sus actividades deportivas, lo que a su vez ha generado un gran volumen de datos disponibles para los equipos y entrenadores. Sin embargo, a medida que se ha ampliado la capacidad de recolectar datos, ha surgido la necesidad imperante de garantizar la fiabilidad y la validez de dichos datos para que sean realmente útiles en la toma de decisiones y en la optimización del rendimiento deportivo (Jennings, et al., 2010).

La fiabilidad se refiere a la consistencia y la estabilidad de los datos recopilados. En el contexto de la tecnología GPS, esto implica que las mediciones realizadas en diferentes momentos y condiciones deben ser coherentes y precisas. La fiabilidad es esencial para asegurar que los datos registrados, como la distancia recorrida, la velocidad y las aceleraciones, reflejen con precisión el desempeño del atleta (Gómez-Carmona et al., 2019). Esto es crucial para evaluar la evolución del rendimiento a lo largo del tiempo y para identificar patrones y tendencias relevantes.

La validez se refiere a la capacidad de los datos para medir lo que se supone que deben medir de manera precisa. En el contexto del GPS deportivo, esto significa que las mediciones realizadas por el dispositivo deben reflejar fielmente el rendimiento real del atleta y las variables que se están midiendo (Gómez-Carmona et al., 2019). Por ejemplo, la distancia recorrida debe ser precisa, y las velocidades y las aceleraciones registradas deben corresponder a las acciones reales del deportista en el terreno de juego.

La necesidad de fiabilidad y validez en los datos de GPS es fundamental para garantizar que los equipos y entrenadores puedan confiar en la información recopilada para tomar decisiones informadas sobre el entrenamiento, la estrategia y la gestión del rendimiento de los atletas. Esto implica la implementación de protocolos de recopilación de datos rigurosos, la calibración adecuada de los dispositivos y una comprensión profunda de las limitaciones y consideraciones de la tecnología GPS.

La tecnología GPS ha transformado la forma en que se analizan los datos en el deporte, su utilidad depende en gran medida de la fiabilidad y la validez de los datos recopilados. Garantizar que los datos sean precisos y coherentes es esencial para maximizar el valor de esta tecnología en la mejora del rendimiento deportivo.

De los primeros dispositivos se tenía poca precisión y rangos de frecuencia muy pequeños (1 Hz). Conforme ha ido evolucionando ha crecido la capacidad para proporcionar una mayor frecuencia. Mostrando los dispositivos de 10 Hz y 15 Hz mayor validez y fiabilidad que los de 1 Hz o 5 Hz (Scott et al., 2016).

A pesar de que no se presta mucha atención a la confiabilidad en los dispositivos GPS, la confiabilidad intraunidad e interunidad de los dispositivos GPS

de 1 Hz aparentemente no se comprende bien debido a investigaciones limitadas y resultados contradictorios (Scott et al., 2016).

Estas formas de confiabilidad son muy importantes para probar y comparar jugadores o comparar el trabajo científico en sí, en un entorno de deportes de conjunto la confiabilidad intraunidad es más importante para propósitos de prueba. La confiabilidad intraunidad se refiere a la consistencia de las medidas realizadas por un solo dispositivo en múltiples sesiones u ocasiones de prueba. Una buena confiabilidad intraunidad permite comparar la actividad de un jugador individual juego a juego o sesión a sesión, siempre que esté usando el mismo dispositivo. Una práctica habitual en los deportes de equipo profesionales. Las investigaciones han demostrado que la confiabilidad dentro de la unidad es buena durante la carrera lineal y curvilínea simple (Scott et al., 2016).

Uso de la Tecnología GPS en el Fútbol

El uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) es usualmente utilizado en el ámbito del deporte de alto rendimiento debido a su capacidad para proporcionar información valiosa sobre las demandas del deporte y el rendimiento de los atletas en deportes colectivos (Askow et al., 2021). En el contexto deportivo, los dispositivos GPS se incorporan en chalecos diseñados para este objetivo, colocados en la parte posterior y puestos en una bolsa ajustada entre las escápulas del jugador. Esto garantiza que el dispositivo no se mueva y no cause molestias durante su uso. Además de rastrear la ubicación, estos receptores permiten el monitoreo de datos cruciales, como tiempo, posición, altitud, dirección y, en algunos casos, la frecuencia cardíaca del deportista, cuando se utiliza en conjunto con una banda torácica sincronizada con el GPS (Gentles et al., 2018).

Los GPS son herramientas de gran utilidad para cuantificar los patrones de movimiento en diversos deportes intermitentes, como fútbol sala, fútbol australiano, fútbol playa y hockey" (Babero et al., 2007; Castellano et al., 2010). Estos dispositivos ayudan a aumentar el conocimiento sobre el perfil condicional de los deportistas durante los partidos o competencias nacionales e internacionales. Permiten comprender las diferencias entre las posiciones en el campo, los niveles de rendimiento de los jugadores, los tiempos de juego, los diferentes formatos de

partidos e incluso entre diferentes temporadas competitivas. Esta información es esencial para personalizar y optimizar las sesiones de entrenamiento (Bradley y Ade, 2018; Cummins et al., 2013).

En el fútbol, la tecnología GPS ha sido recientemente empleada para cuantificar las demandas de movimiento de los jugadores durante el entrenamiento y competencia (Carling et al., 2008). Estos dispositivos proporcionan información detallada sobre las características de los movimientos de los jugadores, incluyendo frecuencias, duraciones, distancias, impactos, velocidades y aceleraciones, lo que resulta fundamental para el análisis del rendimiento durante las sesiones de entrenamiento en el fútbol (Hill et al., 2009).

Carga Interna

La carga interna se define como todos aquellos los factores que someten al cuerpo a un estrés biológico y las respuestas de este mismo al estrés bioquímico, biomecánico, fisiológico y psicológico (Impellizzeri et al., 2018). El contexto de estas variables es muy amplio van desde los procesos químicos hasta las respuestas mentales, emocionales a los distintos estímulos de la carga (Halsen, 2014).

La cuantificación de la carga interna en el ámbito deportivo es importante para evaluar y gestionar el rendimiento de los atletas. Esta cuantificación puede evaluarse tanto subjetiva como objetivamente. Entre los principales métodos subjetivos esta la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) (Haddad et al., 2017). El RPE es un índice subjetivo que permite a los atletas calificar la intensidad de su esfuerzo durante una sesión de entrenamiento o una competición (Foster, 1998). Es una herramienta útil para recopilar información directa de los deportistas sobre cómo sienten su esfuerzo, lo que puede ayudar a los entrenadores a adaptar el programa de entrenamiento según las sensaciones individuales de los atletas (Haddad et al., 2017).

Algunas variables fisiológicas objetivas más utilizadas son la frecuencia cardíaca (FC) que es un marcador fisiológico ampliamente utilizado para cuantificar la carga interna en el deporte. Se mide a través de dispositivos portátiles y proporciona información sobre la intensidad del esfuerzo.

Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC): La VFC se relaciona con la capacidad del sistema nervioso autónomo para regular la FC. Puede indicar el nivel de estrés y fatiga en los atletas (Halsen, 2014).

Concentraciones de Lactato y Urea: Estas medidas pueden proporcionar información sobre el metabolismo y la fatiga muscular. Los niveles de lactato y urea en sangre pueden aumentar durante esfuerzos intensos y prolongados.

Evaluaciones Bioquímicas, Hormonales e Inmunológicas: Estas pruebas pueden incluir análisis de sangre para evaluar marcadores como el cortisol, la testosterona, la interleucina-6 y otros, que pueden dar información sobre el estado de los atletas y su capacidad de recuperación.

También existen distintas relaciones entre variables subjetivas y objetivas como FC y RPE: La relación entre la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) puede ser una forma efectiva de calibrar la intensidad del entrenamiento (Saw et al., 2016), el impulso de entrenamiento (TRIMP) es una unidad de esfuerzo físico que combina la FC y la duración del ejercicio. Ayuda a cuantificar la carga acumulativa del entrenamiento. Lactato y RPE: Relacionar los niveles de lactato en sangre con la percepción del esfuerzo puede proporcionar información sobre la tolerancia al esfuerzo y la fatiga. Recuperación de la FC: El tiempo que tarda la FC en regresar a los niveles de reposo después del ejercicio puede indicar la capacidad de recuperación del atleta.

La cuantificación de las cargas físicas en el deporte se basa en una combinación de métodos subjetivos y objetivos. Esto permite a los entrenadores y equipos técnicos obtener una visión integral del esfuerzo y la respuesta fisiológica de los atletas al entrenamiento y la competición. Al utilizar una variedad de enfoques, se pueden tomar decisiones más informadas para optimizar el rendimiento y minimizar el riesgo de lesiones (Halsen, 2014). Esta teoría sostiene que cada estímulo de entrenamiento provoca un incremento en la condición física, es decir, un efecto positivo, así como un aumento de la fatiga, considerado un efecto negativo (Banister, 1991). Esta relación sugiere que, si los niveles de fatiga permanecen elevados durante un tiempo considerable, el rendimiento deportivo se verá afectado y disminuido (Campos-Vazquez et al., 2015).

El análisis de la carga interna, según Verkhoshansky y Siff (2000), puede realizarse en tres momentos distintos: cuando se produce el efecto agudo (justo después de la sesión o competición), el efecto retardado (unas horas o días después) y el efecto acumulado (después de varias semanas) (Ortega et al., 2017).

El efecto agudo de la carga interna se refiere a las respuestas inmediatas del cuerpo tras una sesión de entrenamiento o una competición. En este momento, los atletas pueden experimentar un aumento temporal en el cansancio muscular, la frecuencia cardíaca y otros indicadores fisiológicos. El monitoreo de estos efectos puede ayudar a ajustar la intensidad de las sesiones posteriores para evitar el sobreentrenamiento y optimizar la recuperación.

El efecto retardado se manifiesta unas horas o días después de la actividad física. Durante este período, el cuerpo continúa procesando el estrés del entrenamiento, lo que puede resultar en una recuperación más completa o en la aparición de síntomas de fatiga acumulada. Evaluar la carga interna en esta fase es crucial para entender cómo el cuerpo del atleta responde a los entrenamientos y para planificar adecuadamente las sesiones siguientes.

Finalmente, el efecto acumulado de la carga interna se observa después de varias semanas de entrenamiento continuado. Este efecto revela el impacto a largo plazo del entrenamiento en la condición física y la fatiga del atleta. Un seguimiento regular de la carga interna acumulada permite a los entrenadores identificar tendencias y ajustar los programas de entrenamiento para maximizar el rendimiento y minimizar el riesgo de lesiones.

Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE)

El cerebro humano se considera una herramienta de monitoreo para la percepción subjetiva del entrenamiento, utilizada para cuantificar la carga de entrenamiento interna, ya que por medio de este es posible expresar el sentimiento de adaptaciones negativas al entrenamiento (dolor, estrés, fatiga, energía), y también deterioro de las distintas funciones corporales, ya que el cerebro integra toda la información de la periferia del cuerpo y el estado de la homeostasis corporal (Baron et al., 2011).

El RPE es una escala numérica que proporciona un método válido para cuantificar el entrenamiento físico y para registrar la intensidad del esfuerzo percibido durante el entrenamiento o competencia (Haddad et al., 2017). Esta herramienta se desarrolló originalmente basada en la escala de Borg en la cual se le pide al atleta que califique la intensidad global de toda la sesión de entrenamiento (Foster, 1998). Se han encontrado grandes relaciones entre el RPE y medidas objetivas de la carga interna como frecuencia cardiaca (FC) lactato en sangre (LA) así como consumo máximo de oxígeno (Vo^2max) (Foster et al., 2001), considerado así un método válido e independiente de evaluación cuantitativa del entrenamiento y competencia.

Este método se considera un método simple, no invasivo y económico para monitorizar la carga de entrenamiento (Impellizzeri et al., 2004). Si bien la carga de trabajo del entrenamiento se puede medir de diferentes maneras, el índice de esfuerzo percibido de la sesión (RPE) se usa comúnmente en la práctica debido a su facilidad y practicidad en el campo tanto deportivo como clínico. Las medidas subjetivas de fatiga se pueden incorporar fácilmente en el monitoreo sistemas, con la ventaja de ser gratuitos y mostrar capacidad de respuesta a la carga de entrenamiento (Saw et al., 2016).

Frecuencia Cardiaca

La monitorización de la frecuencia cardiaca es una de las formas también mayor mente utilizada en el ámbito deportivo para evaluar la carga interna (Halsen, 2014). El uso de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio está basado en la relación lineal entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno y la intensidad del ejercicio estable (Hopkins, 1991), también se utiliza para prescribir y monitorizar la intensidad del ejercicio (Borresen & Lambert, 2008). Debido a que la frecuencia cardiaca varía constantemente, se ve influenciada por muchos factores estresantes no solamente el ejercicio (hidratación, medio ambiente, medicamentos) (Bagger et al., 2003). La medición de la frecuencia cardiaca de forma aislada puede tener un valor limitado, pero combinado con otras mediciones puede ser más poderoso (Achten & Jeukendrup, 2003).

Relación de Carga de Trabajo Aguda: Crónica (ACWR).

El modelo ACWR se ha utilizado para relacionar la carga para la cual el atleta se prepara y entrena con la carga que realmente su cuerpo está asimilando (Debien et al., 2020). Este concepto se conoce comúnmente como el “equilibrio del estrés del entrenamiento”, en el que la carga de trabajo promedio durante 7 días (carga aguda) se compara con la carga de trabajo promedio en el último período de 28 días (carga crónica), y es expresado como un índice de relación entre la carga aguda y crónica (Myers et al., 2020).

El ACWR es una herramienta útil para detectar picos de carga, tanto para medidas de carga interna y externa (Gabbett et al., 2016). También se ha utilizado recientemente como una medida para cuantificar el riesgo de lesiones, con medidas tanto de carga internas y externas.

Carga crónica. Esta es la carga semanal promedio, generalmente calculada durante las cuatro semanas anteriores, pero a veces durante un período más largo. Por lo general, cuanto mayor es la carga crónica, más en forma y más robusto está el atleta (Gazzano, 2019).

Carga aguda. La carga aguda representa la carga acumulada de la semana actual. Por lo general, cuanto mayor es la carga aguda (en comparación con carga crónica), más cansado está el deportista (Gazzano, 2019). La relación de carga de trabajo aguda: crónica (ACWR), también es definida como la carga de trabajo de la semana anterior dividida por las 4 semanas consecutivas carga de trabajo promedio (Albrecht et al., 2020).

Las cargas de trabajo relativas fueron introducidas por Banister et al. (1991) para tomar en cuenta la carga de trabajo que un atleta había logrado en el período de entrenamiento agudo en comparación con la carga de trabajo lograda en el período crónico, lo que permite a los atletas de diferentes niveles de entrenamiento se compararán con respecto al rendimiento y los resultados fisiológicos del mismo.

Esta relación, donde el rendimiento se estima como la aptitud menos la fatiga, establece que la carga de trabajo crónica representa un marcador de aptitud, mientras que la carga de trabajo aguda actúa como un indicador de fatiga (Hulin et al., 2014).

En otras palabras, la carga crónica refleja la capacidad física y el nivel de acondicionamiento alcanzado por el atleta a lo largo del tiempo, mientras que la carga aguda indica el nivel de estrés y cansancio acumulado en un periodo corto.

La diferencia entre la función positiva de la aptitud y la función negativa de la fatiga proporciona una medida crucial del rendimiento del atleta. Si la carga de trabajo crónica (aptitud) supera a la carga de trabajo aguda (fatiga), se obtiene un resultado positivo, lo que sugiere que el atleta está bien acondicionado y listo para rendir a un alto nivel. Por el contrario, si la carga de trabajo aguda es mayor que la carga de trabajo crónica, se obtiene un resultado negativo, indicando que el atleta está experimentando altos niveles de fatiga que pueden afectar negativamente su rendimiento (Hulin et al., 2014).

Este concepto es conocido como el equilibrio entre entrenamiento y estrés. Mantener un equilibrio adecuado es fundamental para optimizar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones. Un desbalance, donde la fatiga supera significativamente a la aptitud, puede llevar a una disminución del rendimiento y aumentar el riesgo de sobre entrenamiento y lesiones. Por otro lado, un equilibrio positivo, donde la aptitud supera a la fatiga, puede mejorar el rendimiento y la recuperación del atleta (Hulin et al., 2014).

En la práctica, los entrenadores y preparadores físicos deben monitorear constantemente tanto la carga de trabajo crónica como la aguda para ajustar los programas de entrenamiento de manera adecuada. Esto incluye la planificación de períodos de recuperación y la modulación de la intensidad y volumen de entrenamiento para asegurar que los atletas mantengan un equilibrio óptimo entre aptitud y fatiga. Utilizar herramientas como el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, los cuestionarios de percepción del esfuerzo y el seguimiento de las cargas de entrenamiento puede ser útil para evaluar este equilibrio y tomar decisiones informadas que benefician la salud y el rendimiento de los atletas.

Si en una semana introducimos un pico en la carga de entrenamiento (carga aguda) que sea mayor a la carga media de las últimas 3-4 semanas (carga crónica), el radio agudo: crónico será superior a 1. Si por el contrario la carga se mantiene estable o se reduce, el radio agudo: crónico será 1 o inferior a 1, respectivamente.

Para evitar que las probabilidades de lesión aumenten sobremanera, se recomienda que los valores del radio agudo: crónico estén dentro de un rango entre 0.75 y 1.45 (Gallo et al., 2016).

Se menciona que monitorear ACWR ayuda a mantener la carga de trabajo de un atleta en la zona de optima y reducir el riesgo de lesión, se considera un modelo apropiado para evaluar la carga de trabajo y predecir lesiones (Hulin et al., 2014). Cuando ACWR es demasiado bajo (menos de 0,8) o demasiado alto (1,5 o más), el riesgo aumenta y es posible que sea necesario ajustar la carga de trabajo (Gallo et al., 2015). Las cargas de trabajo físico absoluto de la competición son significativamente mayores que las logradas durante el entrenamiento; sin embargo, estas diferencias y el impacto en la condición física de los jugadores se ven mitigados por las mayores cargas de trabajo relativas logradas durante el entrenamiento (Younesi et al., 2021).

Un estudio reciente llevado a cabo por Nobari et al. (2022) muestran una relación al monitoreo del entrenamiento y la condición física de los jugadores en el ámbito deportivo. Los hallazgos de esta investigación han destacado que la utilización del radio agudo-crónico (ACWR, por sus siglas en inglés) derivado de la percepción subjetiva del esfuerzo (sRPE) y medidas obtenidas a través de dispositivos como los sistemas de posicionamiento global (GPS) y acelerómetros ofrece información sustancial y valiosa para llevar a cabo un seguimiento efectivo de las variaciones en el entrenamiento y el estado físico de los atletas (Nobari et al., 2022).

El ACWR es una métrica crítica en el monitoreo de la carga de trabajo de los atletas. Permite evaluar la relación entre la carga de entrenamiento aguda generalmente referida a la carga de entrenamiento de la última semana y la carga crónica que suele relacionarse con la carga promedio de las últimas 4 semanas o el histórico. Esta relación proporciona información sobre cómo el cuerpo de un atleta responde a los cambios en la carga de entrenamiento. Un ACWR equilibrado es esencial para el rendimiento y la prevención de lesiones (Oliveira et al., 2021).

La integración de datos obtenidos a partir de múltiples fuentes, como sRPE, GPS y acelerómetros, ha demostrado ser una estrategia eficaz para el monitoreo

deportivo (Nobari et al., 2022). La sRPE permite a los atletas expresar su percepción subjetiva de la intensidad del esfuerzo, lo que es importante para comprender cómo se sienten durante y después del entrenamiento. Por otro lado, los dispositivos GPS proporcionan datos precisos sobre la distancia recorrida y la velocidad, lo que es esencial para evaluar el rendimiento en términos de resistencia y velocidad. Los acelerómetros permiten medir las aceleraciones y desaceleraciones, lo que ofrece información detallada sobre la demanda física en términos de cambios de dirección y esfuerzos explosivos.

La combinación de estos datos permite a los entrenadores y equipos deportivos tomar decisiones informadas sobre la progresión del entrenamiento, la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento de los jugadores. El seguimiento del ACWR en particular es fundamental para garantizar que los atletas no se sometan a cargas excesivas o insuficientes, lo que podría tener un impacto negativo en su condición física y su rendimiento.

El estudio de Nobari et al. (2022) enfatiza la importancia de utilizar una variedad de fuentes de datos, incluyendo sRPE, GPS y acelerómetros, para monitorear y ajustar la carga de entrenamiento en el deporte. Esto proporciona información valiosa para mejorar la toma de decisiones en el deporte y garantizar el rendimiento óptimo de los jugadores.

Antecedentes

El fútbol profesional ha experimentado un notable desarrollo y evolución gracias a la contribución de la ciencia en diversas áreas. En los estudios que más relación tienen con el objetivo planteado en este trabajo, se logran identificar las comparaciones de la carga externa e interna hechas por mesociclos, por tipo de sesión, por posiciones, sin embargo, no hay suficiente evidencia de que cual es el comportamiento de esta variación de las cargas por cantidad de partidos semanales o periodos congestionados.

En un estudio realizado por Djaoui Léo et al. (2022), donde el objetivo fue analizar la influencia de los periodos congestionados de los partidos en los perfiles de aceleración y desaceleración de jugadores de fútbol, clasificando los periodos congestionados (tres a cuatro días entre juegos), y periodos no congestionados (más

de cuatro días entre juegos). Como resultados no encontraron cambios importantes por posiciones, sin embargo, si identificaron diferencias durante los períodos congestionados en comparación con los no congestionados, y recomiendan monitorear las métricas de aceleración y desaceleración durante períodos de partidos congestionados entre equipos de fútbol profesionales para evaluar el estado físico y la fatiga que el atleta experimenta dentro de estos periodos.

Por otro lado un estudio realizado por Taylor y Francisco (2015), donde investigaron la exposición a períodos de congestión de partidos en jugadores titulares regulares en un equipo de fútbol profesional durante 4 temporadas competitivas (2009-2013), demuestra que realmente en la práctica del futbol profesional la congestión de partidos es un acontecimiento real y que tiene implicaciones tanto a nivel colectivo como individual a la hora de generar estrategias de juego y contar con los jugadores, ya que estos periodos congestionados implican mayor índice de lesiones y bajas deportivas(Taylor et al., 2017a).

En un estudio realizado con 27 veintisiete jugadores profesionales de fútbol (24,9 ± 3,5 años) por Clemente et al. (2020) se observó la relación entrenamiento/partido para medidas de carga externa. Identificando que las semanas con cinco sesiones de entrenamiento (5dW) presentaron una relación significativamente mayor que las semanas con cuatro (4dW) o tres (3dW) sesiones de entrenamiento. Además, las correlaciones entre las cargas de entrenamiento semanales y las exigencias del partido de la misma semana fueron pequeñas para player load, aceleraciones y desaceleraciones. Este estudio revela que se observaron proporciones superiores a 1 para medidas específicas como la distancia y distancia alta velocidad. También se observó que los entrenamientos no se ajustan a las variaciones semanales de las demandas de los partidos. Esto sugiere que la relación entre la carga de entrenamiento semanal acumulada y las demandas del partido varían de acuerdo con la naturaleza de la medida de carga externa. Esto puede ser interpretado con el objetivo de preparar a los jugadores para el peor de los casos y tratar de prepararlos para eventos extremos que pueden aumentar el riesgo de lesiones.

También se ha observado que ya existen diversas relaciones entre las medidas de recuperación y bienestar deportivo con distintas medidas de carga externa e interna (Rossi et al., 2022) encontrando una fuerte relación entre diversas variables, Malone et al., (2018) demostró que una reducción en la puntuación general del cuestionario de bienestar tiene un impacto negativo en las distancias de alta velocidad y velocidades máximas en el fútbol soccer, otro estudio en fútbol australiano informó que el bienestar general, era sensible a cambios en la carga de entrenamiento de los días anteriores durante el entrenamiento intensificado (Buchheit et al., 2013), esto permite respaldar la herramienta de bienestar auto informado para detectar cambios en el rendimiento óptimo del jugador. A su vez la variable de player load se ha relacionado con variables de carga interna como la percepción del esfuerzo (RPE) y percepción del esfuerzo por la duración de la sesión (sRPE) (Casamichana et al., 2012, 2015; Cruz et al., 2020; Marynowicz et al., 2020; Moraleda et al., 2021) encontrando que PL está en gran medida relacionada con respuestas fisiológicas y perceptivas de los jugadores a los estímulos del entrenamiento, dando fuerza a esta relación como una forma de monitorear la carga específica en distintas disciplinas (Askow et al., 2021).

Por esta razón la carga de entrenamiento, la fatiga y el bienestar deportivo, son variables que se busca monitorear durante todo el periodo competitivo y también conocer cómo estas afectan a cada jugador, ya que hay una delgada línea entre la carga óptima a aplicar y una posible carga incorrecta, ya sea porque el estímulo pueda ser excesivo o insuficiente (Tudela, 2018). Los aportes de esta investigación buscan conocer y ampliar la información en la rama femenil sobre si los registros de las variables de carga interna, carga externa, recuperación y bienestar tienen una relación con la capacidad de atleta para mantener su estado de óptimo de rendimiento (Costa et al., 2022). La alta carga de entrenamiento junto con una recuperación inadecuada puede provocar lesiones, enfermedades o sobreentrenamiento (Govus et al., 2018).

Además de que la rama femenil en el fútbol ha cobrado cada vez mayor interés, sin embargo, aún sabe muy poco sobre estas medidas de carga en las deportistas profesionales en México (Peña, 2013).

Capítulo II

Fundamentos Metodológicos

En este apartado de fundamentos metodológicos se abordarán las variables de estudio, tipo de estudio, la muestra, los criterios de inclusión y exclusión, materiales y métodos además de describir el procedimiento para la toma y recolección de datos, así como su análisis estadístico.

Tipo de estudio

Este estudio tiene un diseño de investigación no experimental longitudinal, de tipo descriptivo con alcance correlacional (Hernández Sampieri et al., 2014). Mediante esta metodología de tipo cuantitativa este estudio fue observacional de cohorte prospectivo realizado con mujeres futbolistas profesionales durante una temporada competitiva de formato corto, donde se realizó la descripción de distintas variables relacionadas con la carga de entrenamiento, variables de carga externa derivadas de un dispositivo inercial (WIMU), así como de carga interna y bienestar deportivo. Así mismo, se realizó un estudio comparativo para determinar diferencias de los valores obtenidos, entre microciclos con tres partidos (3MD), dos partidos (2MD), un partido (1MD) y ningún partido (NMD) y un análisis de las distintas relaciones entre variables de carga externa, carga interna y bienestar deportivo.

Universo, casos de estudio y/o tipo de muestra

Universo: El universo de estudio engloba al fútbol femenino profesional en su totalidad, abarcando las más de 30 ligas profesionales de fútbol femenino alrededor del mundo, distribuidas en los cinco continentes.

Población: La población de estudio se enfoca en la Liga de Fútbol Femenil Profesional MX, lo que indica que el estudio se centra específicamente en los equipos, jugadoras, partidos, y cualquier aspecto relacionado exclusivamente con esta liga mexicana.

Muestra: La muestra para este estudio se seleccionó mediante un enfoque no probabilístico de conveniencia. Tras establecer los criterios de inclusión, se identificó un grupo accesible aprovechando la colaboración y el acuerdo existente con el club

deportivo. Esta relación facilitó el reclutamiento de participantes y el apoyo necesario para la investigación, permitiendo así una integración eficaz y oportuna de los sujetos de estudio en el proyecto (Hernandez-Sampieri, 2016).

Participantes: En este estudio, han participado 25 mujeres futbolistas profesionales que forman parte del mismo equipo de fútbol de primera división en la liga mexicana de futbol soccer, todas ellas habían ya participado anteriormente en competencias de primera división. Se excluyeron a las porteras debido a las diferencias que presentan, en cuanto a estímulos recibidos con las jugadoras de campo, similar a Montañez (2018).

En la tabla 2 podemos observar los datos demográficos de las participantes de este estudio incluyendo su edad, masa en kilogramos, talla en centímetros, talla sentada en centímetros e Índice de masa corporal presentados en media y desviación estándar.

Tabla 2

Datos Demográficos de la Muestra

Variables	Media	DE
Edad	22.73	±8.25
Masa (kg)	63.08	±6.36
Talla (cm)	150.50	±17.01
Talla sentada (cm)	89.08	±2.81
IMC	23.03	±1.34

Nota: cm= centímetros; IMC= Índice de masa corporal; DE=Desviación estándar; kg= Kilogramos.

Criterios de inclusión

- Todas las participantes estaban registradas y activas en el club como parte del equipo profesional.
- Todas las participantes tenían experiencia en competencias de primera división en la liga mexicana de fútbol femenino al menos durante una temporada completa.
- Estuvieron disponibles y dispuestas a participar en todas las fases del estudio durante el periodo de investigación.

- Contaron con buen estado de salud y no presentar lesiones actuales que impidan su participación en las actividades normales del equipo.

Criterios de exclusión

- Fueron excluidos datos de aquellas jugadoras que no tenían asignado un dispositivo GPS ni pulsómetro durante los entrenamientos y juegos.
- Fueron excluidos los datos de aquellas jugadoras que no presentaron al menos 45 minutos los días de partido.
- Se excluyeron a las porteras del equipo debido a las diferencias significativas en los estímulos y exigencias físicas en comparación con las jugadoras de campo.
- Se excluyeron a jugadoras que no hayan participado durante la temporada completa en la primera división o que estén en proceso de transferencia a otro equipo.

Criterios de eliminación

- Fueron eliminados datos de aquellas jugadoras que fueron convocadas a selección nacional y realizaron actividades fuera del club en fecha FIFA.
- Datos de las jugadoras que presentaron errores sistemáticos en la medición (fallos en el GPS, pulsómetros, etc.)
- Jugadoras que, durante el estudio, sufrieron lesiones que las incapacitaron para participar en los entrenamientos o partidos por más de una semana o que requieran rehabilitación prolongada.
- Jugadoras que, en varios entrenamientos o partidos, no utilizaron los dispositivos de medición (GPS, pulsómetro) por problemas técnicos, incumplimiento o decisión personal, afectando la recolección continua de datos.

Materiales y métodos

Variables de carga interna

Para el registro de variables de carga interna, recuperación y bienestar se utilizaron cuestionarios de autoinforme (RPE, TQR, Índice de Hooper) observadas en la tabla 3. Además de la variable compuesta (sRPE) donde la duración de la sesión es multiplicada por la percepción del esfuerzo (RPE) (Foster et al., 2001).

Tabla 3**Variables de Carga Interna, Recuperación y Bienestar Deportivo**

Carga interna	Definición	Medición
RPE	Percepción del esfuerzo de sesión/partido	a.u
sRPE	Multiplicación de la duración de la sesión/partido por RPE	a.u
Recuperación y Bienestar Deportivo		
TQR	Calidad de recuperación total	a.u
I.H	Índice de bienestar percibido (índice de Hopper)	a.u
Sueño	Calidad de sueño percibido	a.u
Fatiga	Estado de fatiga percibido	a.u
Estrés	Estado de estrés percibido	a.u
Dolor	Estado de dolor muscular percibido	a.u

Nota: a.u= unidades arbitrarias.

Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)

Escala RPE 0–10 (Percepción subjetiva del esfuerzo) adaptación de la escala de Borg propuesta en 1970.

El RPE es utilizado para cuantificar el entrenamiento físico y para registrar la intensidad del esfuerzo percibido durante el entrenamiento o competencia (Haddad et al., 2013). Es un instrumento que permite identificar de manera subjetiva la carga interna, detectando adaptaciones y la asimilación de la carga durante el plan de entrenamiento, mostrando correlaciones con parámetros como frecuencia cardíaca y lactato (Boger et al., 1995). Esta es una medida de gran uso en la cuantificación de la carga deportiva por su practicidad y confiabilidad ya que permite a entrenadores y atletas familiarizarse con el método y obtener datos realmente útiles.

Para la medición de carga de entrenamiento interna se utilizó el método de esfuerzo percibido (Foster et al., 2001). Una vez finalizado el entrenamiento o partido, después de 30 a 60 minutos, las jugadoras respondieron el cuestionario de

Percepción Subjetiva de Esfuerzo en sus teléfonos móviles mediante el software en línea Google Forms de forma individual para evitar que las respuestas pudieran estar condicionadas por sus compañeras. En el cuestionario (Tabla 4) se valora la intensidad de la sesión de 1 a 10.

Tabla 4

Escala de percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)

Pregunta: ¿Qué tan intensa te pareció la sesión/partido del día de hoy?	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	
8	Muy duro
9	
10	Esfuerzo Máximo

Nota: Traducido de "A new approach to monitoring exercise training" por C. Foster et al., 2001, Journal of Strenght and Conditioning Research, 15, p. 111.

Recuperación (TQR)

Escala de recuperación de calidad total (TQR) propuesta por Kenttä y Hassmén en 1998.

Para evaluar la recuperación en deportistas se utilizó la escala de recuperación de calidad total (TQR) propuesta por Kenttä y Hassmén (1998;2002). Se ha demostrado que los niveles de creatina quinasa un marcador de daño muscular esta inversamente asociado con TQR y que este último está asociado con el estado de recuperación de los atletas (Ferreira Timoteo et al.,2012) De acuerdo con esto se sugiere que el TQR es un buen predictor del estado de recuperación en los atletas (Tabla 5).

Tabla 5

Escala de percepción de la calidad de recuperación

Pregunta: ¿Qué tan recuperado/a te sientes el día de hoy?	
0	Nada recuperado/ extremadamente cansado
1	
2	Poco recuperado/bastante cansado
3	
4	Algo recuperado
5	Adecuadamente recuperado
6	Bastante recuperado
7	
8	Bien recuperado/me siento con bastante energía
9	
10	Muy bien recuperado/ me siento con mucha energía

Nota: Traducido y adaptado de “Overtraining and Recovery A Conceptual Model” p.10 Kenttä y Hassmén (1998), Sports Medicine.

Bienestar deportivo

Escalas de auto información sobre variables de bienestar (calidad de sueño, fatiga, estrés, dolor muscular) índice de Hooper (Hooper et al., 1994) Conocido como Índice de Hooper, es un instrumento que permite identificar mediante variables subjetivas la detección de un posible estado de sobre entrenamiento, mostrando correlaciones con parámetros como creatina quinasa, valores de glóbulos blancos, de glóbulos rojos y catecolaminas (Hooper et al., 1994). Representa una herramienta fiable y práctica debido a su facilidad de uso, no es invasivo y se puede obtener un feedback inmediato, ha sido calificado como un medio útil para conocer el estado de recuperación de los deportistas (Moalla et al., 2016).

Para calcular las variables de bienestar y fatiga se utilizaron las escalas propuestas por Hooper et al. (1994) de calidad del sueño, estrés, fatiga y dolor muscular. Se obtiene a partir de reportar los valores numéricos en escalas likert en referencia a la calidad de sueño, el grado de estrés, la fatiga y el dolor muscular. Son

escalas likert que comprenden valores de 1 a 7 (Tabla 6). El Índice de Hooper se obtiene de sumar los 4 valores obtenidos en cada una de las escalas.

Tabla 6

Escalas Subjetivas de bienestar deportivo (Índice de Hopper)

Calidad del sueño	Estrés	Fatiga	Dolor muscular
1-Muy, muy bueno	1- Muy, muy bajo	1-Muy, muy baja	1- Muy, muy bajo
2-Muy bueno	2- Muy bajo	2-Muy baja	2- Muy bajo
3-Bueno	3- Bajo	3-Bajo	3- Bajo
4-Medio	4- Medio	4-Media	4- Medio
5-Malo	5- Alto	5-Alta	5- Alto
6-Muy malo	6- Muy alto	6-Muy alta	6- Muy alto
7-Muy, muy malo	7- Muy, muy alto	7-Muy, muy alta	7- Muy, muy alto

Nota: Traducido y adaptado de “Markers for monitoring overtraining and recovery” p.107 Hooper et al. (1994), Journal of the American College of Sports Medicine

El cuestionario, fue dividido en cuatro preguntas independientes y fue contestado por las jugadoras todos los días por la mañana con sus teléfonos móviles mediante la aplicación Google Forms puntuando la calidad de sueño, el grado de estrés, la fatiga y el dolor muscular.

Variables de carga externa

Se utilizaron 25 dispositivos inalámbricos WIMUPRO RealTrack Systems, el cual contiene cuatro acelerómetros triaxiales que detectan y miden el movimiento usando un sistema electromecánico con una frecuencia de muestreo de 15Hz.

Todas las variables de carga externa se monitorearon por medio del dispositivo WIMUPRO™ (SPRO v958), este era colocado todos los días antes del comienzo del entrenamiento o partido en un chaleco que cada jugadora llevaba sobre su torso, debajo de la camiseta utilizada. Una vez finalizado el entrenamiento o partido, se descargaban los datos diariamente a la nube con el software (WIMU PRO-CLOUD) proporcionado por la propia marca. Posteriormente, los datos fueron descargados en formato Excel® y organizados en una base de datos en la cual se agruparon por sesión, microciclo y tipo de microciclo conforme el desarrollo de la

temporada competitiva. De las variables que proporciona el dispositivo inercial diariamente, fueron elegidas para este estudio las variables mostradas en la tabla 7 las cuales fueron clasificadas en variables de volumen y de intensidad de la carga respectivamente similar a Chena et al. (2021).

Tabla 7

Variables de carga externa para este estudio

Variables independientes			
	Carga externa	Definición	Medición
Volumen	Duración	Duración de la sesión	minutos
	DT	Distancia total recorrida	m
	DisExp	Distancia total recorrida con una aceleración mayor a 1,12 m/s ²	m
	HIBD	Distancia recorrida alta velocidad	m
	HAcc	Número de aceleraciones por encima de 3 m/s ²	#
	HDcc	Número de desaceleraciones (- 3 m/s ²)	#
	Acc (m)	Distancia recorrida de Aceleraciones de alta intensidad	m
	Dcc (m)	Distancia recorrida desaceleraciones de alta intensidad	m
	Impactos	Numero de impactos	#
	Carga del jugador (PL)	Valor del índice player load	a.u
Intensidad	Dis /min	Distancia relativa recorrida por minuto	m/min
	DisExp m/min	Distancia explosiva por minuto	m/min
	PL/min	Valor del índice de player load por minuto.	a.u/min

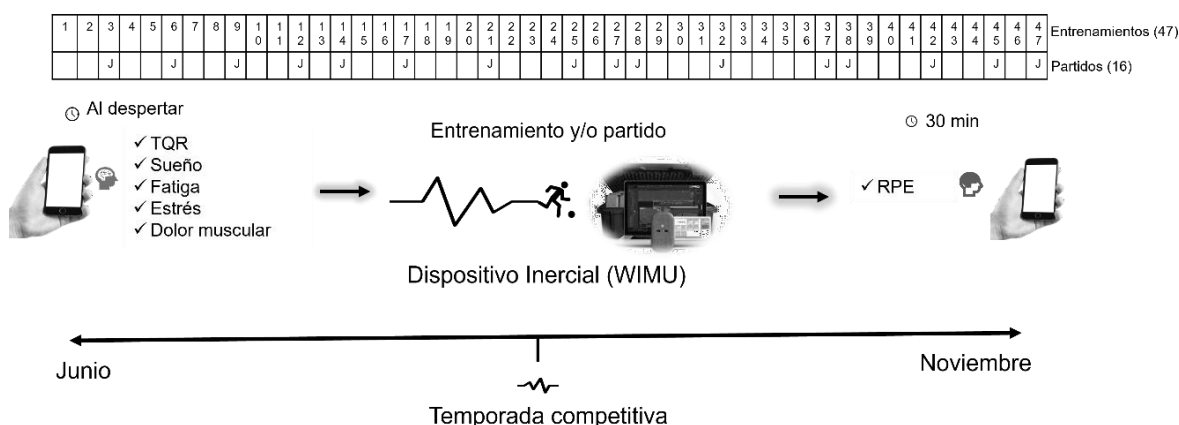
Nota: a.u: unidades arbitrarias, (m): metros, #: número de casos.

Protocolo

La recopilación de datos se llevó a cabo de manera sistemática a lo largo de toda la temporada competitiva, desde junio hasta noviembre de 2022, como se ilustra en la Figura 4. Este proceso incluyó el seguimiento de variables de carga externa, la carga interna y el bienestar de las jugadoras durante los días de entrenamiento y competencia.

Figura 4

Protocolo de recolección de datos



Nota: J=partidos, RPE=Percepción subjetiva del esfuerzo; TQR= escala de recuperación de calidad total; WIMU= Dispositivo inercial de medición satelital

Antes de iniciar el estudio, se convocó a una reunión en las instalaciones del club, contando con la asistencia completa de las participantes y el equipo técnico. El propósito de este encuentro fue explicar detalladamente los objetivos, la metodología empleada y los posibles beneficios del proyecto. Se brindó espacio para que los participantes pudieran formular preguntas y plantear sus inquietudes. Se recalcó la importancia de la participación voluntaria en el estudio, asegurándose de que todas las dudas fueran aclaradas antes de avanzar. Además, se subrayó que los participantes tenían la libertad de retirarse del estudio en cualquier momento si así lo deseaban.

Durante esta reunión, las participantes también procedieron a firmar un formulario de consentimiento informado, mediante el cual aceptaban voluntariamente su participación en el estudio. Cabe destacar que, en el desarrollo de esta

investigación, se cumplieron rigurosamente los estándares éticos dictados por la Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos (Asociación Médica Mundial, 2013).

La recolección de datos se realizó a lo largo de la temporada competitiva, desde junio hasta noviembre de 2022, durante el Torneo de Clausura de la Liga MX Femenil de fútbol profesional. Es importante destacar que todas las participantes ya tenían conocimiento previo de los procedimientos e instrumentos utilizados en el estudio. Además, se contó con el apoyo esencial de entrenadores y personal auxiliar, cuya colaboración resultó clave para el óptimo desarrollo del proceso investigativo.

Para la medición de la carga externa, se emplearon dispositivos inerciales WIMU, herramienta oficial y obligatoria utilizada por todos los equipos de la liga mexicana durante las sesiones de entrenamiento y los partidos.

Con respecto a las variables de carga interna y bienestar, se utilizaron dos métodos principales: la escala de Percepción Subjetiva de Esfuerzo (RPE), la escala de recuperación de calidad total (TQR) y el Índice Hooper. Cada mañana, se enviaba a las jugadoras un enlace por correo electrónico para acceder al TQR e Índice Hooper, el cual contestaban desde sus teléfonos móviles y dentro de la hora siguiente al despertar, su percepción subjetiva sobre su recuperación y estado de bienestar. En cuanto a la escala RPE, era contestada al término de cada sesión de entrenamiento o partido, en un tiempo de entre 30 a 60 minutos, utilizando también sus dispositivos móviles y con un límite máximo de 60 minutos post-ejercicio para enviar sus respuestas.

Clasificación de Microciclos:

La tabla 8 muestra la cantidad de sesiones de entrenamiento y partidos correspondientes a cada microciclo, categorizados como microciclos congestionados o no congestionados en función de la frecuencia de partidos por semana. Se identificaron 9 microciclos no congestionados: 4 de ellos mantuvieron un ritmo regular con un partido semanal (1MD) y 5 no incluyeron partidos (NMD). Por otro lado, se observaron 7 microciclos congestionados, donde 6 contaron con dos partidos (2MD) y solo uno presentó tres partidos (3MD).

Tabla 8**Categorización de microciclos para este estudio**

Microciclo	Núm de Sesiones de Entrenamiento	Núm de Partidos	Tipo de microciclo	Congestión
m1	4	1	1MD	No
m2	3	1	1MD	No
m3	5	0	NMD	No
m4	1	2	2MD	Si
m5	4	1	1MD	No
m6	1	2	2MD	Si
m7	3	0	NMD	No
m8	1	3	3MD	Si
m9	4	0	NMD	No
m10	4	0	NMD	No
m11	3	1	1MD	No
m12	0	2	2MD	Si
m13	3	2	2MD	Si
m14	5	0	2MD	Si
m15	4	0	NMD	No
m16	2	2	2MD	Si

Nota: m=microciclo; NMD= Ningún partido/microciclo; 1MD= Un partido/microciclo; 2MD= Dos partidos/microciclo; 3MD= Tres partidos/microciclo

Procesamiento de los Datos

Tras la finalización de la temporada, los datos de las unidades inerciales (WIMU) y la base de datos proveniente de la aplicación para teléfonos inteligentes (Google Forms) se organizaron para su posterior análisis. A lo largo de la temporada competitiva, se monitorearon un total de 47 sesiones distribuidas en 16 microciclos, así como 16 partidos, de los cuales 7 fueron en condición de visitante y 9 en casa. Con un total de 1081 registros de entrenamientos y 192 registros durante partidos.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) donde se fijó un valor de $p < .05$ para todos los análisis. Todos los datos se presentan en media (M) y desviación estándar (DE). Para analizar la normalidad de los datos, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov

y para la homocedasticidad de los datos el test de Levene. Los estadísticos inferenciales se realizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis para las distintas variables de carga externa, interna y bienestar deportivo, donde los valores de significancia se ajustaron por la corrección de Bonferroni.

Para el análisis de las diferencias por tipo de microciclo para las variables de carga externa, interna y bienestar deportivo se utilizó el tamaño del efecto mediante la d de Cohen con intervalos de confianza al 90% (IC90%). Se utilizaron los umbrales de cambio de: [0.2] cambio pequeño, [0.5] cambio moderado, [0.8] cambio grande, [1.2] cambio muy grande y [2.0] cambio enorme (Cohen, 1988; Sawilowsky, 2009) y la interpretación cualitativa para el tamaño del efecto y los intervalos de confianza (Yatani, 2016).

La relación entre las medidas de carga interna, externa, recuperación y bienestar se realizaron por medio de correlaciones de Spearman. Las magnitudes de las correlaciones se interpretaron con base en los siguientes umbrales: [0.0–0.1] = trivial; [0,1–0,3] = pequeño; [0,3–0,5] = moderado; [0,5–0,7] = grande; [0,7–0,9] = muy grande; [1.0] = perfecto. Obteniendo los coeficientes de correlación, los valores p y los intervalos de confianza del 95% para todas las relaciones (Hopkins et al., 2009).

Capítulo III

Resultados

En este apartado se exponen los resultados obtenidos a lo largo del estudio. Inicialmente, se detallan los resultados descriptivos de las variables de carga externa, interna y bienestar deportivo. A continuación, se aborda el análisis comparativo entre microciclos congestionados y no congestionados para los distintos componentes de la carga externa, interna y bienestar deportivo. Finalmente, se muestran las relaciones entre las variables de carga externa e interna y los indicadores de bienestar deportivo.

Antes de realizar los análisis comparativos, se evaluó la normalidad de los datos utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, debido al tamaño de la muestra. Los resultados de la prueba indicaron que la mayoría de las variables no cumplían con la suposición de normalidad ($p < 0.05$), lo que llevó a utilizar pruebas no paramétricas para los análisis comparativos entre microciclos. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para las comparaciones entre más de dos grupos (microciclos NMD, 1MD, 2MD y 3MD).

En la tabla 9 se muestran los valores descriptivos alcanzados por tipo de variables de carga externa de volumen e intensidad, carga interna y bienestar, por tipo de microciclo clasificados por cantidad de partidos (NMD, 1MD, 2MD, 3MD) los datos se presentan en media $\pm$ desviación estándar.

Tabla 3

Estadística Descriptiva de carga externa (volumen e intensidad), carga interna, y bienestar deportivo por tipo de microciclo

	NMD		1MD		2MD		3MD	
	M± DE		M± DE		M± DE		M± DE	
Carga externa								
volumen								
Duración	118.8	±16.08	119.9	±20.93	111.5	±18.20	102.8	±14.32
DT (m)	6234.3	±1613.6	6133.5	±2083.9	7314.4	±2468.9	7038.2	±3570
m/min	504.6	±155	464.4	±183	549.3	±223.4	561.9	±296.6
HAcc	22.9	±10.8	19.3	±10.7	21.9	±10.9	25.9	±12.2

HDcc	34.9	±14.6	28.3	±14.1	36.0	±18.1	35.6	±21.1
Acc (m)	141.8	±84.2	117.2	±76.5	146.7	±90.4	167.2	±101.6
Dcc (m)	180.6	±89	147.0	±81.1	205.5	±116.3	209.4	±166.1
HIBD (m)	133.3	±50.1	114.0	±50.3	142.1	±68.6	140.5	±92.5
P.L (a.u.)	79.4	±23	75.7	±25.9	88.2	±31.6	80.9	±39.7
Carga externa intensidad								
m/min	52.8	±10.8	52.3	±16.1	65.9	±19.4	65.3	±26.6
DisExp/min	4.3	±1.2	3.9	±1.5	4.9	±1.9	5.2	±2.3
PL/min	0.7	±0.2	0.6	±0.2	0.8	±0.3	0.8	±0.3
Carga interna y bienestar								
RPE	4.52	±1.74	4.58	±2.02	4.74	±2.24	4.52	±2.65
TQR	5.81	±2.26	5.77	±2.33	6.09	±2.21	6.6	±2.34
Sueño	1.88	±1.07	2.03	±1.13	1.95	±1.15	1.56	±0.98
Fatiga	1.76	±0.99	1.77	±0.93	1.71	±1.04	1.6	±1.14
Estrés	2.41	±1.05	2.44	±1.07	2.31	±1.13	2.13	±1.14
Dolor	2.26	±1.11	2.26	±1.05	2.06	±1.10	2.04	±1.00
I.H	8.32	±3.28	8.5	±3.22	8.05	±3.48	7.33	±3.53
sRPE	544.2	±241.7	558.8	±277.8	534.5	±284.4	481.1	±316.

Nota: NMD= Ningún partido/microciclo; 1MD= Un partido/microciclo; 2MD= Dos partidos/microciclo; 3MD= Tres partidos/microciclo; (Acc= Distancia recorrida de aceleraciones de alta intensidad; DE= Desviación estándar; Dcc=Distancia recorrida desaceleraciones de alta intensidad; DT= Distancia total (m); DisExp= Distancia Explosiva (m); HAcc= Aceleraciones de alta intensidad ; HDcc= Desaceleraciones de alta intensidad; HIBD=Distancia recorrida alta velocidad; I.H= Índice de Hooper; PM= Potencia Metabólica; PL= Player Load (Carga de jugador); RPE= Percepción subjetiva del esfuerzo; sRPE= Percepción subjetiva del esfuerzo multiplicado por minutos de entrenamiento; TQR= Calidad de recuperación;; todas con un valor *p < 0.05, los datos se presentan en media± desviación estándar.

A continuación, se presentan las diferencias en el tamaño del efecto (ES) entre las variables de carga externa, carga interna y bienestar deportivo. Se incluyen tablas que resumen la información, destacando los efectos más significativos, así como gráficos que permiten una visualización clara y completa de los resultados obtenidos. Para interpretar la magnitud de los cambios, se utilizó la d de Cohen, que representa el tamaño de la diferencia entre los tipos de microciclos. Los valores de ES negativos indican una disminución en las variables evaluadas, lo que sugiere que ciertos aspectos de la carga disminuyen en microciclos más congestionados. Este

análisis facilita la comprensión del impacto de la carga en el rendimiento y bienestar deportivo de las jugadoras.

Comparación de la carga externa de volumen e intensidad en microciclos congestionados y no congestionados

En la tabla10 se resumen las diferencias en el tamaño del efecto (ES) para las variables de carga externa de volumen entre los microciclos congestionado y no congestionados.

Tabla 4

Comparación entre microciclos congestionados y no congestionados para carga externa de volumen

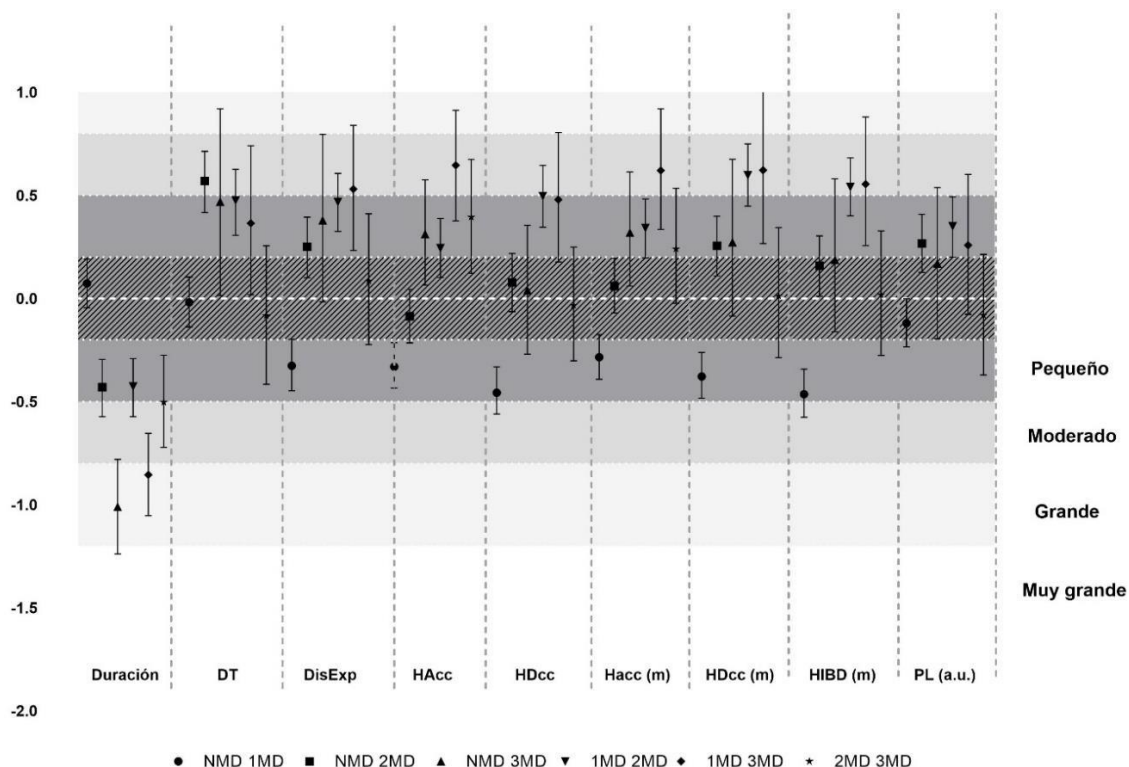
	Dur	DT	Dis Exp	HAcc	HDcc	Acc	Dcc	HIBD	PL
NMD-2MD	-0.43	0.56							0.26
NMD-1MD			-0.32	0.33	-0.45				
NMD-3MD	-1.00	0.46	0.25	0.31		0.31	0.25		
1MD-2MD	-0.42	0.47	0.46	0.24	0.49	0.34	0.59	0.56	0.35
1MD-3MD	-0.85	0.36	0.50	0.64	0.47	0.62	0.62	0.57	0.25
2MD-3MD	-0.50			0.39		0.24			

Nota: NMD= Ningún partido/microciclo; 1MD= Un partido/microciclo; 2MD= Dos partidos/microciclo; 3MD= Tres partidos/microciclo; Acc= Distancia recorrida de aceleraciones de alta intensidad Dcc=Distancia recorrida desaceleraciones de alta intensidad; Dur= Duración; DT= Distancia total (m); DisExp= Distancia Explosiva (m); HAcc= Numero de aceleraciones de alta intensidad; HDcc= Número de desaceleraciones de alta intensidad; HIBD=Distancia recorrida alta velocidad; PL= Player Load (Carga de jugador).

En la figura 5 se presenta el tamaño del efecto (ES) pequeño, moderado, grande y muy grande de las diferencias entre los microciclos congestionados y no congestionados en relación con todas las variables de carga externa identificadas como variables de volumen analizadas en este estudio. Las comparaciones incluyen microciclos sin partidos (NMD), un partido (1MD), dos partidos (2MD) y tres partidos (3MD),

Figura 5

Variables de carga externa de volumen comparadas por tipos de microciclos



En la tabla 11 se resumen las diferencias en el tamaño del efecto (ES) para las variables de carga externa de intensidad entre los microciclos congestionado y no congestionados.

Tabla 5

Comparación entre microciclos congestionados y no congestionados para carga externa de intensidad

	Dis/min	DisExp/min	PL/min
NMD-1MD	0.52	0.47	
NMD-2MD	0.91	0.47	0.58
NMD-3MD	0.99	0.76	0.53

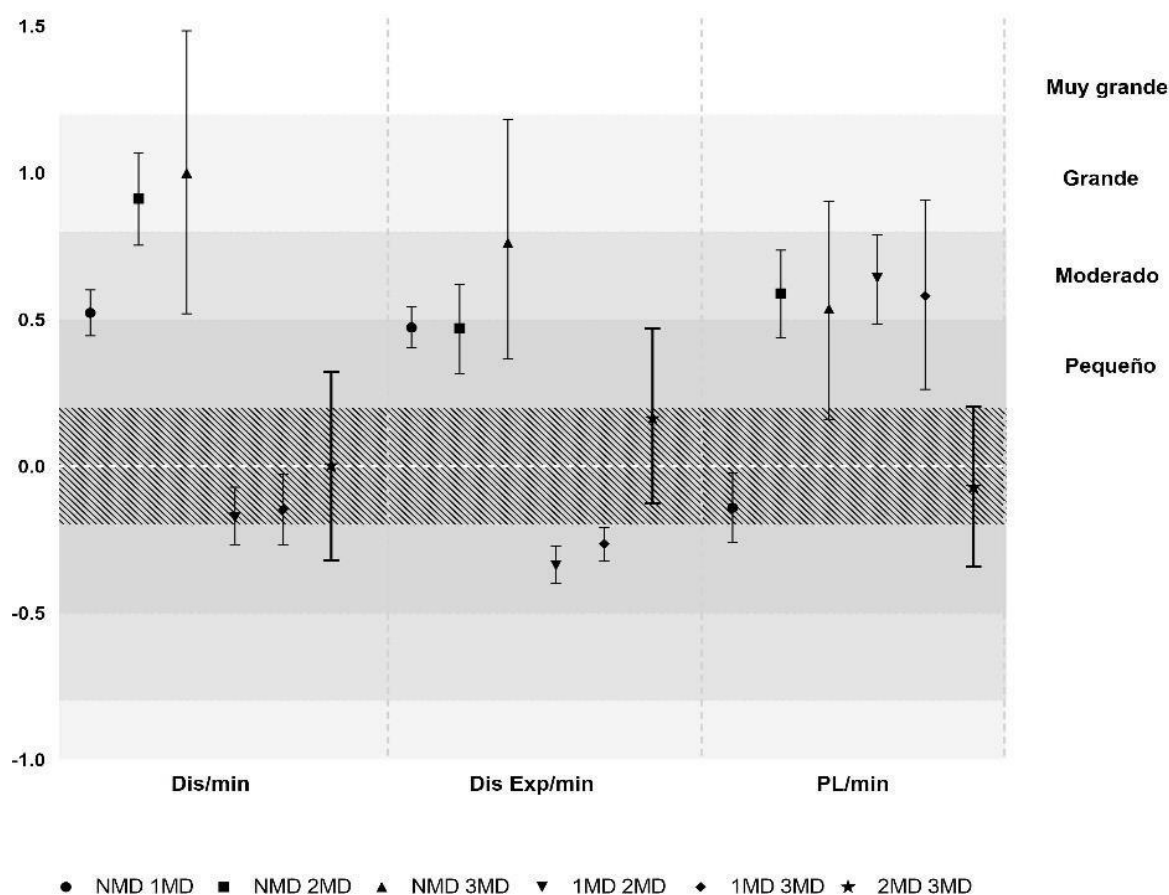
1MD-2MD	-0.33	0.64
1MD-3MD	-0.26	0.58

Nota: NMD= Ningún partido/microciclo; 1MD= Un partido/microciclo; 2MD= Dos partidos/microciclo; 3MD= Tres partidos/microciclo; Dis/min=Distancia por minuto; DisExp/min=Distancia Explosiva por minuto; PL/min =carga de jugador por minuto.

En la figura 6 se presenta el tamaño del efecto (ES) pequeño, moderado, grande y muy grande de las diferencias entre los microciclos congestionados y no congestionados en relación con todas las variables de carga externa identificadas como variables de intensidad analizadas en este estudio.

Figura 6

Variables de carga externa de intensidad comparadas por tipos de microciclos



Comparación de carga interna y bienestar deportivo por tipo de microciclos.

En la tabla 12 se resumen las diferencias en el tamaño del efecto (ES) para las variables de carga interna y bienestar deportivo entre los microciclos congestionado y no congestionados.

Tabla 6

Comparación entre microciclos congestionados y no congestionados para carga interna y bienestar deportivo

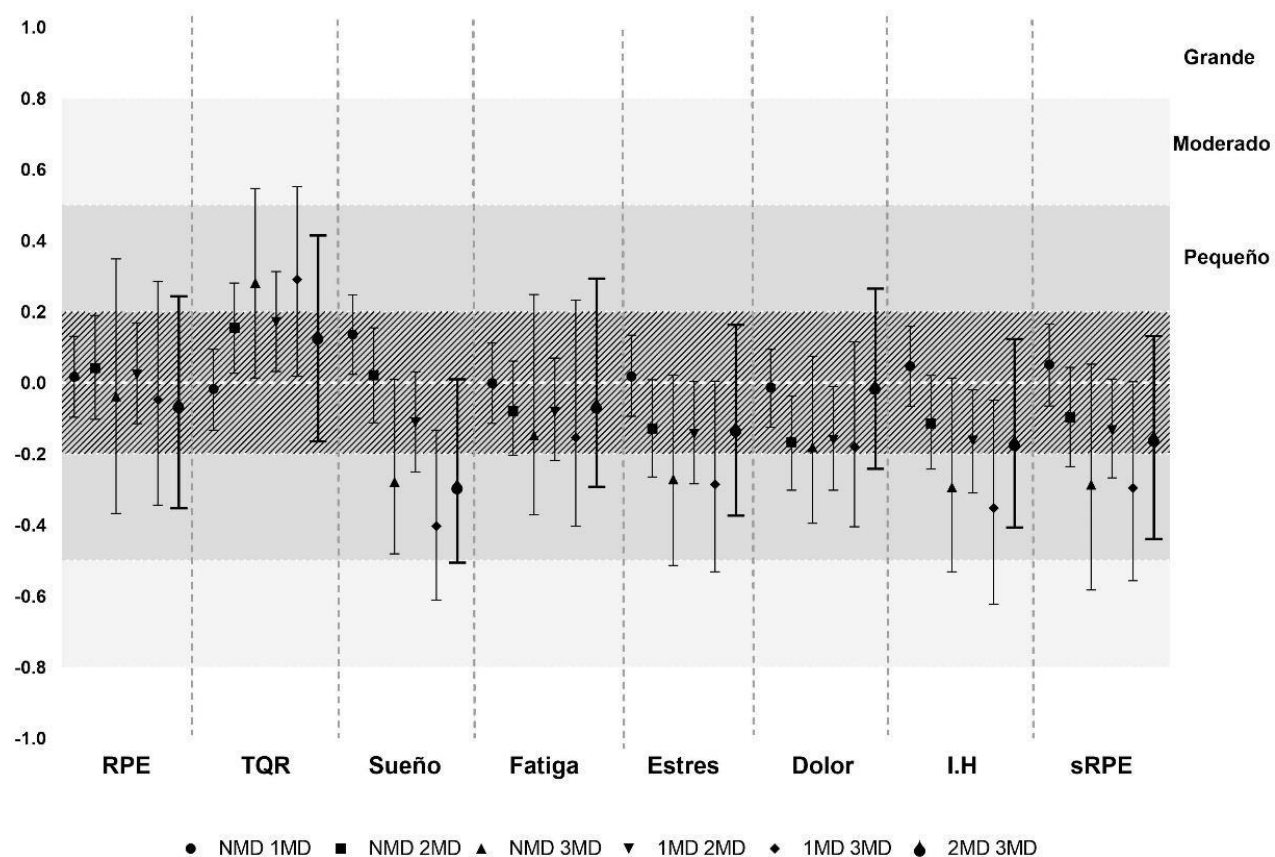
	TQR	Sueño	Estrés	I.H	sRPE
NMD-3MD	0.28	-0.27	-0.27	-0.29	-0.28
1MD-3MD	0.29	-0.40	-0.28	-0.35	-0.29
2MD-3MD		-0.29			

Nota: NMD= Ningún partido/microciclo; 1MD= Un partido/microciclo; 2MD= Dos partidos/microciclo; 3MD= Tres partidos/microciclo; RPE= Percepción subjetiva del esfuerzo; sRPE= Percepción subjetiva del esfuerzo multiplicado por minutos de entrenamiento; I.H= Índice de Hooper; TQR= Calidad de recuperación;

En la figura 7 se presenta el tamaño del efecto (ES) pequeño, moderado, grande y muy grande de las diferencias entre los microciclos congestionados y no congestionados en relación con todas las variables de carga interna y bienestar deportivo analizadas en este estudio.

Figura 7

Variables de carga interna y bienestar deportivo comparadas por tipos de microciclos



Relación entre variables de carga externa de volumen con variables de carga interna y bienestar deportivo

En la Tabla 13, se presentan los coeficientes de correlación de Spearman entre las variables de carga externa de volumen, la carga interna y el bienestar deportivo.

Tabla 7

Coeficientes de correlación de Spearman de la carga externa de volumen, carga interna y bienestar deportivo

	Dur	DT (m)	DisExp(m)	HIBD (m)	HAcc	HDcc	Acc (m)	Dcc (m)	PL
RPE	.177**	.457**	.452**	.375**	.243**	.325**	.249**	.325**	.475**
TQR	-0.031	.092**	.141**	.152**	.077**	.168**	.061*	.136**	.140**
Sueño	0.038	-0.01	-0.01	0.01	.064*	0.01	0.05	0.02	-0.03
Fatiga	0.016	-0.05	-0.04	-0.02	.062*	-0.04	0.05	-0.01	-.080**
Estres	0.034	-.124**	-.158**	-.158**	-.072*	-.146**	-.099**	-.154**	-.132**
Dolor	0.026	-.087**	-.095**	-.095**	0.01	-.081**	-0.01	-.060*	-.090**
I.H	0.038	-.089**	-.104**	-.092**	0.01	-.091**	-0.02	-.074*	-.108**
sRPE	.443**	.528**	.480**	.395**	.261**	.350**	.262**	.343**	.532**

Nota: Dur= Duración; DT= Distancia total (m); DisExp= Distancia Explosiva (m); Acc= Distancia recorrida de aceleraciones de alta intensidad Dcc=Distancia recorrida desaceleraciones de alta intensidad HAcc= Numero de aceleraciones de alta intensidad; HDcc= Número de desaceleraciones de alta intensidad ; HIBD=Distancia recorrida alta velocidad; RPE= percepción subjetiva del esfuerzo; sRPE= percepción subjetiva del esfuerzo multiplicado por minutos de entrenamiento; I.H= Índice de Hooper; TQR= Calidad de recuperación; PL= Player Load (Carga de jugador); todas con un valor * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Se observan correlaciones positivas y significativas entre la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y todas las variables de carga externa, destacándose la relación con la distancia total (DT) ($r = .457$, $p < .01$), la distancia explosiva (DisExp) ($r = .452$, $p < .01$), y la Player Load (PL) ($r = .475$, $p < .01$).

La carga interna ajustada por duración del entrenamiento (sRPE) también mostró fuertes correlaciones con la mayoría de las variables de carga externa, siendo la más alta con Player Load (PL) ($r = .532$, $p < .01$).

En cuanto a la calidad de recuperación (TQR), las correlaciones con las variables de carga externa fueron en su mayoría bajas, aunque positivas, destacando su relación con la distancia total (DT) ($r = .092$, $p < .01$) y las aceleraciones de alta intensidad (HAcc) ($r = .077$, $p < .05$).

Las variables relacionadas con el bienestar, como el sueño y la fatiga, no mostraron correlaciones significativas con la mayoría de las variables de carga externa. Sin embargo, se observan correlaciones muy pequeñas y negativas entre la fatiga y la Player Load (PL) ($r = -.080$, $p < .01$).

En el caso del estrés y el dolor, se encontraron correlaciones negativas con varias variables de carga externa. Por ejemplo, el estrés mostró correlaciones negativas con la distancia total (DT) ($r = -.124$, $p < .01$), la distancia explosiva (DisExp) ($r = -.158$, $p < .01$), y el Player Load (PL) ($r = -.132$, $p < .01$).

Relación entre variables de carga externa de intensidad con variables de carga interna y bienestar deportivo

En la Tabla 14, se presentan los coeficientes de correlación de Spearman entre las variables de carga externa de volumen, la carga interna y el bienestar deportivo. Estas variables incluyen la distancia por minuto (Dis/min), distancia explosiva por minuto (DisExp/min), Player Load relativo por minuto (PL/min), potencia metabólica (PM) y potencia metabólica por minuto (PM/min).

Tabla 8

Coeficientes de correlación de Spearman de la carga interna y bienestar deportivo con variables de carga externa de intensidad

	Dis/min	DisExp/min	PL/min	PM (W/kg)	PM (W/kg/min)
RPE	.399**	.382**	.411**	.463**	.396**
TQR	.104**	.157**	.162**	.094**	.107**

Sueño	-0.04	-0.03	-.068*	-0.00	-0.03
Fatiga	-.085**	-.066*	-.104**	-0.04	-.074**
Estres	-.152**	-.183**	-.155**	-.118**	-.139**
Dolor	-.110**	-.115**	-.108**	-.075**	-.090**
I.H	-.126**	-.133**	-.140**	-.082**	-.110**
sRPE	.330**	.300**	.338**	.529**	.321**

Nota: Dis/min= Distancia/ minuto o distancia relativa; DisExp/min= Distancia Explosiva (m/min) PL= Player Load /min Player Load relativa PM= Potencia metabólica (W/Kg) sRPE= percepción subjetiva del esfuerzo multiplicado por minutos de entrenamiento; I.H= Índice de Hooper; TQR= Calidad de recuperación; PL= Player Load (Carga de jugador); todas con un valor * $p < 0.05$, $p < 0.01$ **

En los resultados obtenidos en estas relaciones encontramos que la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) correlaciona de manera positiva y significativa con distancia por minuto (Dis/min) ($r = .399$, $p < .01$), PL/min ($r = .411$, $p < .01$), y potencia metabólica (PM) ($r = .463$, $p < .01$).

La carga interna ajustada (sRPE) también muestra correlaciones positivas con las variables de intensidad, siendo la más alta con potencia metabólica (PM) ($r = .529$, $p < .01$). La calidad de recuperación (TQR) presenta correlaciones bajas pero significativas con las variables de intensidad de la carga, como distancia explosiva por minuto (DisExp/min) ($r = .157$, $p < .01$) y player load por minuto (PL/min) ($r = .162$, $p < .01$).

En cuanto al sueño, no se encontraron correlaciones significativas con la mayoría de las variables de carga externa de intensidad, pero las variables de estrés, fatiga y dolor mostraron correlaciones negativas, el estrés mostró correlaciones negativas con distancia explosiva por minuto (DisExp/min) ($r = -.183$, $p < .01$) y PL/min ($r = -.155$, $p < .01$). Del mismo modo, la fatiga correlaciona de manera negativa con la mayoría de las variables de intensidad.

El Índice de Hooper (I.H), también mostró una correlación negativa con distancia por minuto (Dis/min) ($r = -.126$, $p < .01$) y PL/min ($r = -.140$, $p < .01$).

Capítulo IV

Discusiones

Esta investigación buscó identificar y mostrar las diferencias en la variación de la carga externa, carga interna y bienestar deportivo a la exposición de semanas congestionadas y no congestionadas de partidos, en mujeres futbolistas profesionales, además de identificar las relaciones entre las variables de carga y bienestar deportivo.

Dentro de los principales hallazgos de esta investigación encontramos variaciones significativas moderadas y altas de carga externa tanto de volumen como de intensidad, así como muy pequeñas entre las variables de bienestar (sueño, dolor, fatiga y estrés) en los distintos microciclos congestionados y no congestionados. Resaltando que no se encontraron variaciones importantes para las variables de percepción de la carga interna y recuperación. Así como también bajas relaciones entre variables de carga externa e interna y bienestar deportivo durante una temporada.

La mayoría de los estudios se centran en las variaciones de la carga en jugadores de fútbol profesional masculinos, donde hay evidencia de una gran variación en la carga de entrenamiento durante los microciclos semanales, así como una variación limitada a lo largo de la temporada competitiva (Texeira et al., 2021). Sin embargo, para los registros de periodos congestionados y no congestionados la evidencia no es tan sólida, ya que además de no tener gran cantidad de estudios que analicen estas variables, los pocos que existen no muestran resultados concluyentes ni coincidentes entre sí. Es por eso por lo que se resume que las variaciones se pueden atribuir principalmente al tipo de semana (por ejemplo, si hay partidos o no), el estado inicial del jugador (titular o suplente), las posiciones de juego, el grupo de edad, el modo de entrenamiento y variables contextuales (Carling et al., 2015; Djaoui et al., 2022b; Silva et al., 2021). Para este estudio solo se tomaron en cuenta el monitoreo rutinario y carga semanal acumulada de las variables de carga externa, carga interna, bienestar deportivo y la frecuencia de partidos semanales.

Específicamente dentro de las variables de carga externa de volumen encontramos que: la duración total semanal disminuye significativamente en microciclos con más partidos, especialmente en la comparación NMD-3MD. A diferencia de la distancia total semanal la cual presenta un aumento en microciclos con más partidos, al igual que la distancia explosiva, las aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad, notablemente entre 1MD-3MD.

Para las variables carga externa de intensidad se nota un incremento considerable en la distancia/min y player load/min al aumentar el número de partidos en el microciclo, siendo mayor intensidad de la carga en los microciclos de 2 y 3 partidos. También identificamos un aumento importante en la distancia explosiva/min a medida que se agregan más partidos, especialmente de NMD a 3MD.

Estos resultados sugieren que hay diferencias considerables en la variación de carga externa tanto en volumen como en intensidad entre los diferentes tipos de microciclos. Los microciclos con más partidos (especialmente 3MD) tienden a estar asociados con un aumento en la mayoría de las variables de carga externa de volumen e intensidad lo que implica una mayor demanda física y donde se requiere un mayor control de las medidas de recuperación. Sin embargo, es importante resaltar que en este estudio no hay evidencia de que las variaciones en la carga externa tengan un impacto en la percepción de la carga interna y bienestar deportivo las cuales no presentaron mayores cambios.

A pesar de que este tipo de registros de percepción de la carga y bienestar es muy habitual dentro del fútbol profesional, cabe mencionar que de acuerdo a un estudio similar realizado por Noor et al. (2021), aun no hay evidencia suficiente para garantizar que la sensibilidad de estos instrumentos de autoinforme, de recuperación total percibida y la percepción carga sean concluyentes y aplicables a los microciclos congestionados, además de que la evidencia que existe respecto a estas herramientas en el fútbol profesional esta aplicada a semanas y microciclos regulares es decir un partido por semana.

A continuación, se discutirán estos temas por variables y se expondrán nuestros resultados, así como la evidencia que hay respecto y su comportamiento

durante microciclos congestionados y no congestionados. Así también se discutirá sobre los resultados obtenidos para las relaciones entre las variables de carga interna, carga externa y bienestar deportivo, y las referencias que existen en torno a estas relaciones de causa y efecto.

Carga Externa

Este estudio revela que, al aumentar el número de partidos por microciclo, se observan cambios significativos en la variación de la carga externa en variables tanto de volumen como intensidad. Específicamente, la duración total semanal disminuye, mientras que la distancia total semanal, la distancia explosiva, junto con las aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad, aumentan, especialmente de NMD a 3MD. En cuanto a la carga externa de intensidad, la distancia por minuto y el player load por minuto aumentan significativamente con más partidos, con mayores incrementos en microciclos de 2 y 3 partidos.

Se ha demostrado en el fútbol profesional que los partidos representan los momentos de máximo esfuerzo para los atletas, evidenciando cambios significativos en diversas variables de carga externa en comparación con las sesiones de entrenamiento (Clemente et al., 2019; McLaren et al., 2018; Krustup et al., 2005; Texeira et al., 2021). Otros estudios que complementan estos hallazgos, es el realizado por Anderson et al. (2015) donde se destaca que la distancia total recorrida y el tiempo invertido en zonas de velocidad, fue mayor en semanas con dos y tres partidos en comparación con semanas de un solo juego.

Además, Clemente et al. (2019) observaron diferencias notables en las semanas con 3, 4 y 5 sesiones de entrenamiento, concluyendo que las semanas con una mayor acumulación de carga externa correspondían a aquellas que presentaron 5 sesiones de entrenamiento.

Esto sugiere que, a mayor número de partidos y/o entrenamientos en una semana del periodo competitivo, también se incrementa el esfuerzo y la exigencia impuesta en la preparación de los atletas, impactando directamente en la carga externa acumulada semanal. Sin embargo, existe un contrapunto importante: a mayor frecuencia de partidos se tiene una reducción en el número de sesiones de entrenamiento.

Otro estudio realizado por Gómez-Díaz et al. (2023) donde muestran la integración de los objetivos de dos días de entrenamiento en una sola sesión en periodos congestionados, comparando variables de carga externa y esfuerzo durante la sesión (RPE) encontrando que aquellas sesiones que mayor distancia total y player load obtienen son aquellas que integran estímulos de una día después del partido y estímulos de dos días antes del siguiente (MD+1/-2), diferenciando que el espacio que hay entre un partido y otro influye en la calidad y cantidad de estímulos, a diferencia del presente estudio donde no se buscó diferencias entre el tipo de sesión pero se pudo identificar que aquellos microciclos con mayores cantidades de partidos tendrán mayor cantidad de sesiones integradas (MD+1/-2) y por lo tanto también puede ser un factor por el cual se obtuvo mayor distancia total durante estos microciclos.

Por otro lado, Carling et al. (2015) destaca que, en el fútbol profesional, no todos los jugadores enfrentan el mismo número de partidos semanalmente. Esto debido a que hay jugadores titulares y reservas los cuales permiten gestionar estos estímulos y muchas veces evitar que participen en la congestión de partidos, pero esto precisamente es una particularidad que depende de las decisiones del cuerpo técnico y de múltiples factores como lo es el rival, el tipo de competencia, el nivel competitivo, etc. Sin embargo, no todos los equipos tienen esa disponibilidad ni recursos para gestionar de la mejor manera estos encuentros, tal es el caso del equipo analizado el cual tiene muy pocas variaciones en la plantilla de jugadoras ya que es un club bastante joven y en desarrollo, por lo cual los elementos más valiosos participan en la mayoría de los encuentros oficiales a excepción de una lesión o circunstancias mayores.

Este hallazgo permite resaltar la importancia de una planificación detallada para equilibrar adecuadamente intensidad y volumen de la carga en distintos escenarios durante el periodo competitivo, con el objetivo de optimizar el rendimiento, así como la recuperación del atleta (Anderson et al., 2015).

Duración

En relación con el volumen de carga externa, se evidenció que la única variable de volumen que experimentó cambios grandes fue la duración, los

microciclos con un mayor número de partidos presentaron menor duración. Esto podría atribuirse a la reducción en la cantidad de entrenamientos, lo que implica menor tiempo de estímulo y mayor tiempo de recuperación.

Esto sugiere que la duración mayor de los microciclos no congestionados podría deberse a que incluyen una secuencia que abarca 4 a 5 sesiones de entrenamiento con un promedio de duración de 119.90 ± 20.93 min, además de un partido por semana en un microciclo regular (1MD), en contraste con los microciclos congestionados, que no pueden mantener esta secuencia regular y, por lo tanto, su duración varía, ya que durante los partidos de visita los traslados, las distancias, los medios de transporte y la falta de espacio de entrenamiento obstaculizan la secuencia regular de entrenamiento.

En contraste con el trabajo de Anderson et al. (2015) en un equipo de fútbol masculino de élite evidencia que la duración acumulada fue mucho mayor en las semanas con dos partidos en comparación con las semanas con un solo juego ($ES = 1,7$, $P < 0,001$). También identificaron diferencias moderadas más significativas en comparación con las semanas de tres partidos ($ES = 1,2$, $P < 0,01$), aunque no encontraron diferencias aparentes entre las semanas con un solo partido y las semanas con tres partidos ($ES = 0,5$, $P = 0,19$). Esto puede deberse a la dinámica de la liga y las decisiones del cuerpo técnico respecto a los tiempos de entrenamiento y recuperación.

Se sabe que una mayor duración acumulada de actividad física, especialmente en semanas con múltiples partidos, puede aumentar significativamente el riesgo de lesiones y fatiga en los jugadores (Texeira et al., 2021). Esta situación exige una planificación cuidadosa del entrenamiento, así como las decisiones estratégicas respecto a la rotación de jugadores, las sesiones de entrenamiento personalizadas, y las técnicas de recuperación sean las adecuadas para este tipo de dinámicas congestionadas (Noor et al., 2021). Además, la adaptación a las cargas de trabajo variadas entre semanas con diferentes números de partidos requiere un enfoque flexible y basado en evidencia por parte del cuerpo técnico (Gómez-Díaz et al., 2024). Este enfoque debe

considerar no solo la cantidad de tiempo en el campo de juego, sino también la intensidad y el tipo de esfuerzos realizados durante los partidos y entrenamientos.

Distancia total

Nuestros resultados evidencian que hay cambios moderados en la distancia total recorrida durante las semanas sin partidos, siendo menor en comparación con las semanas congestionadas, especialmente aquellas con dos partidos en el microciclo. Esto sugiere que la congestión de partidos impone una mayor demanda física sobre las jugadoras, quienes deben cubrir distancias más extensas. Esto se alinea con estudios previos que señalan que, en competencias de alto nivel, los atletas tienden a recorrer distancias significativamente mayores durante los partidos en comparación con los entrenamientos (Bozzini et al., 2020; Clemente et al., 2019; Gentles et al., 2018; McCormack et al., 2015; Lima-Alves et al., 2022), además de acumular mayor volumen de entrenamiento a lo largo de la semana entre mayor sea el número de entrenamientos (Clemente et al., 2019).

En el ámbito del fútbol femenino de élite, se han registrado distancias totales que oscilan entre 5480 y 11160 m durante los partidos, aumentando significativamente según el nivel de competencia, con distancias mayores en competiciones internacionales (Harkness-Armstrong et al., 2022). Estudios en ligas profesionales como la UEFA (Bradley et al., 2014), y la Liga Gjensidige (Panduro et al., 2021), también muestran variaciones en las distancias recorridas según las posiciones de las jugadoras.

Algunos registros también indican que, conforme aumentan las sesiones de entrenamiento semanales, también lo hace el volumen de distancia acumulada, especialmente en semanas con mayor número de entrenamientos (Clemente et al., 2019). En nuestro estudio los resultados sugieren que los microciclos con dos partidos ofrecen mayores oportunidades de entrenamiento, lo cual provoca que se refleje en el volumen total de la distancia.

También es importante mencionar que estudios como el de David y Julen (2015), sugieren que el rendimiento físico de las atletas no se ve afectado tan severamente por períodos cortos de recuperación en semanas congestionadas. Esto indica que los atletas son capaces de mantener su intensidad y aumentar la

carga acumulada en distintas distancias, a pesar de la proximidad de los partidos, destacando la capacidad de adaptación y resistencia de las jugadoras ante calendarios congestionados principalmente en microciclos con dos partidos.

La variabilidad en el volumen de carga externa en el fútbol femenino es influenciada por múltiples factores, por ejemplo, como evidencia Silva et al. (2020), quienes destacan que la acumulación de distancia total disminuye significativamente durante la segunda mitad de la temporada en una liga de larga duración en Inglaterra. Esto contrasta con nuestro análisis en una liga de corta duración, donde no se observó una variación significativa relacionada con la fase de la temporada, aunque sí se identificó que las semanas con dos partidos y cuatro entrenamientos acumulan una mayor distancia total a lo largo de la temporada.

Además, al comparar la liga mexicana de fútbol femenino, que es relativamente joven (establecida en 2016), con ligas europeas más antiguas y competitivas como la UEFA (desde 2000) y la Danesa (desde 1973), se observan diferencias importantes en los promedios acumulados sin embargo se visualiza que la integración de jugadoras extranjeras podría modificar estos registros de carga externa, aumentando la competitividad y, posiblemente, los requerimientos físicos en la liga mexicana, según menciona Rabona (2021).

Distancia explosiva y alta velocidad

En lo que respecta a la distancia explosiva y alta velocidad las jugadoras cubren distancias significativamente mayores a alta velocidad durante las semanas con mayor cantidad de partidos, también destacamos cambios pequeños en comparación a semanas con ningún partido y tres partidos, en distancia explosiva y distancia a alta velocidad. Específicamente, en semanas donde se disputan tres partidos, se registra un aumento moderado en la distancia a alta velocidad a diferencia de semanas con un solo partido, esto se puede atribuir principalmente a la intensidad competitiva que exige un mayor esfuerzo y promueve el aumento de la carga externa por parte de los atletas, impulsándolos a recorrer mayores distancias a velocidades elevadas (Clemente et al., 2019).

Sin embargo, es importante señalar que en este estudio no se consideraron variables como la calidad del rival ni el resultado de la competencia, factores que podrían influir significativamente en este comportamiento, aun así, se lograron identificar cambios en el volumen de estas variables a mayor número de partidos también mayor es el desplazamiento a altas velocidades.

Además, un estudio de Anderson et al. (2019) encontró resultados similares a la presente investigación, donde la distancia explosiva y la distancia a alta velocidad fueron mayores durante semanas con un mayor número de partidos. Este hallazgo apoya la conclusión de que dichas variables de volumen incrementan significativamente durante los microciclos congestionados, y que la acumulación es aún más pronunciada cuando el calendario incluye más competencias.

La razón detrás de este incremento en las distancias a alta velocidad y explosivas puede ser explicada por la necesidad de las jugadoras de adaptarse a la demanda física y táctica de múltiples partidos en un corto periodo de tiempo. Esto podría implicar un esfuerzo estratégico por parte de los equipos para maximizar el rendimiento en el campo a través de un enfoque en la velocidad y la agilidad durante los entrenamientos y partidos, lo cual se refleja en las medidas de rendimiento observadas.

Aceleraciones y Desaceleraciones

En cuanto a la distancia recorrida en aceleraciones de alta intensidad, se observaron cambios pequeños entre los microciclos sin partidos y los microciclos regulares y congestionados, así como diferencias pequeñas y moderadas entre los microciclos regulares y congestionados. Se identificó un patrón similar al número de aceleraciones, donde los microciclos sin partidos presentaron distancias de aceleración menores en comparación con los microciclos regulares. Además, los microciclos congestionados mostraron valores mayores en distancia de aceleración de alta intensidad en comparación con los microciclos sin partidos, y se observaron diferencias moderadas entre los microciclos regulares y congestionados.

Un estudio realizado por Djaoui Léo et al. (2022) se centró en analizar la influencia de los períodos congestionados de partidos en los perfiles de aceleración y desaceleración de jugadores de fútbol de élite. Este estudio comparó distintas variables de volumen y encontró que todas ellas presentaron valores menores en los períodos congestionados en comparación con los no congestionados. Concluyeron que las actividades de aceleración y desaceleración se vieron significativamente afectadas durante los períodos congestionados debido a la acumulación de fatiga, lo que destaca la importancia de monitorear tanto las variables de carga interna como las de carga externa durante los microciclos congestionados para comprender el comportamiento de la carga y la recuperación del atleta.

En cuanto a las desaceleraciones se observó que los microciclos sin partidos presentaron un mayor número de desaceleraciones en comparación con los microciclos regulares, y los microciclos congestionados mostraron un mayor número de desaceleraciones en comparación con los microciclos regulares. Además, la distancia de desaceleraciones fue mayor en los microciclos sin partidos en comparación con los regulares, mientras que los microciclos congestionados presentaron valores superiores a los microciclos sin partidos. También se observaron diferencias moderadas entre los microciclos regulares y congestionados.

Identificar cambios en el número de desaceleraciones entre los microciclos sin partidos y los regulares permite conocer que en los entrenamientos se requiera una mayor cantidad de desaceleraciones. Esto podría deberse al tipo de ejercicios y tareas que buscan frenar y cambiar de dirección para suplir la ausencia de partidos en el microciclo. Esto es relevante ya que permite ajustar y diseñar sesiones de entrenamiento específicas que se asemejen más a las demandas de los partidos.

Por otro lado, un mayor número de desaceleraciones en los microciclos congestionados indica que durante las semanas con múltiples partidos, las atletas experimentan una mayor cantidad de frenadas bruscas (Clemente et al., 2020). Esto sugiere que la competencia real ejerce una mayor tensión en términos de

cambios de dirección y desaceleraciones, lo que podría deberse a la necesidad de reaccionar rápidamente a las situaciones de juego y a la fatiga acumulada durante una semana con varios partidos. Esta información es vital para adaptar estrategias de recuperación y gestión de la carga entre partidos.

Además, la observación de diferencias moderadas en la distancia de desaceleraciones entre microciclos regulares y congestionados destaca la importancia de la gestión de la carga de trabajo en semanas con múltiples partidos. Estos datos indican que las atletas deben estar preparadas para enfrentar una mayor distancia de desaceleraciones durante microciclos congestionados. Por lo tanto, los entrenadores y equipos médicos pueden utilizar esta información para ajustar las estrategias de recuperación y entrenamiento entre partidos.

Player Load

En este estudio, los valores de carga de jugador (player load) muestran cambios pequeños entre NMD, 1MD y los microciclos congestionados. Los microciclos sin partidos presentan valores menores de player load en comparación con los microciclos congestionados. Esto indica que la frecuencia y la intensidad de los partidos influyen significativamente en la carga de jugador acumulada.

Se sabe que el tipo de tareas realizadas durante los entrenamientos, diseñadas por el entrenador y/o preparador físico, que provocan un mayor número de aceleraciones y desaceleraciones por minuto, determinan una mayor cantidad de player load (Miguel et al., 2022). Este hallazgo es consistente con la literatura existente, que sugiere que las actividades de alta intensidad, como las aceleraciones y desaceleraciones frecuentes, contribuyen significativamente a la carga total de los jugadores (Dalen et al., 2016).

Son pocos los estudios en fútbol femenino que analizan la variable player load (Gentles et al., 2018). Esta variable se ha utilizado para evaluar la carga neuromuscular en diferentes atletas (Molina-Carmona et al., 2018). La investigación sobre player load en el fútbol femenino es particularmente limitada, lo que resalta la necesidad de más estudios en esta área para entender mejor cómo las jugadoras responden a diferentes tipos de entrenamiento y competencia.

Intensidad

Esta investigación reveló notables incrementos en las variables de carga externa de intensidad, específicamente en la distancia recorrida por minuto y la distancia explosiva por minuto, destacando que, en las semanas con una mayor cantidad de partidos y un menor número de entrenamientos, el impacto se manifiesta primordialmente en la intensidad de la carga externa. Esto coincide con estudios que mencionan que la acumulación de partidos en un periodo corto de tiempo aumenta la intensidad de la carga de trabajo (David & Julen, 2015b).

Mhor et al. (2015) encontraron que en los microciclos con que tienen dos partidos el rendimiento de alta intensidad disminuyó entre un 7-14% en comparación con microciclos de uno y tres partidos. La capacidad de esprint repetido (RSA) se redujo en EXP en un 2-9% 3 días después del juego, siendo G2 el que causó el mayor deterioro del rendimiento.

Por otro lado, una investigación reciente de García et al. (2022) en el ámbito del fútbol femenino reveló que las intensidades de entrenamiento de las jugadoras no alcanzaban los niveles observados durante los partidos oficiales. Mencionando que estas diferencias podrían atribuirse a los entrenamientos no replican la intensidad ni la presión psicológica propias de competencia contra un rival (García-Ceberino et al., 2022). Muy similar a Gimenez et al. (2020) los cuales compararon partidos amistosos y entrenamientos específicos de competencia revelando diferencias significativas en la carga externa y percepción de la carga (RPE) entre estas, sugiriendo que las rutinas de entrenamiento no replicaron los esfuerzos de alta intensidad en condiciones competitivas.

Estos estudios destacan la importancia de diseñar programas de entrenamiento que se acerquen lo más posible a las demandas físicas y psicológicas de los partidos oficiales. En el contexto de nuestro estudio, la integración de dos días de entrenamiento en una sola sesión podría ser una estrategia para equilibrar la carga y preparar mejor a los jugadores para la intensidad de los partidos. No obstante, es crucial considerar que la intensidad y la especificidad de las sesiones de entrenamiento deben ajustarse cuidadosamente

para evitar la fatiga excesiva y el riesgo de lesiones, especialmente en períodos de calendario congestionado.

Carga Interna

Este estudio se centró en examinar las variables de percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y la sesión RPE (sRPE) como variables de carga interna, observando que el RPE no varía significativamente entre los distintos tipos de microciclo, indicando que la intensidad del esfuerzo percibido por los atletas es similar tanto en microciclos con múltiples partidos (3MD: 4.52 ± 2.65 ; 2MD: 4.74 ± 2.24) como en microciclos regulares con un partido o sin partidos (1MD o NMD: 4.52 ± 1.74).

Investigaciones adicionales, como la de Noor et al. (2021) realizada durante un evento internacional, y el estudio de Howle et al. (2019), tampoco encontraron diferencias en la carga interna medida por RPE entre microciclos congestionados y no congestionados. Esto podría atribuirse al tipo de competencia en estos torneos y a que, siendo competencias de representación nacional, involucran niveles más altos de intensidad y rivalidad. Aunque estos estudios se centraron en poblaciones masculinas, el hallazgo de que la intensidad percibida por los futbolistas es prácticamente la misma en semanas congestionadas y no congestionadas sugiere que los atletas se han adaptado a entrenar de manera muy similar a como compiten en partidos, o que su percepción del esfuerzo no se altera significativamente entre entrenamientos y competencias.

Por el contrario, para este estudio el sRPE si presento cambios pequeños entre NMD-3MD, 1MD-3MD lo que quiere decir que tener 3 partidos a la semana representa menor carga interna para las futbolistas que no tener partidos o solo tener un partido Estos resultados muestran evidencia sobre la carga interna y a pesar de que la intensidad percibida es muy similar para toda la temporada competitiva, multiplicada por el volumen de la carga (duración) es mayor en microciclos donde solamente entrenaron y/o cuando el microciclo se comporta de manera regular, es decir, un partido a la semana a diferencia que cuando estas tuvieron 3 partidos. Esto pudiese estar relacionado con el comportamiento de un microciclo normal donde se presume se tiene 4 a 5 entrenamientos y un partido. A

diferencia de tener 3 partidos donde no hay oportunidad de entrenar ya que están separados si mucho por dos o un día, y estos se utilizan como estrategias de recuperación más que preparación física o técnica.

A pesar de que el aumento del volumen de carga externa es evidente en microciclos congestionados esto no llega a impactar en la carga externa percibida por las atletas al contrario llegar a percibir menos carga interna durante microciclos con 3 partidos que con 5 entrenamientos y un partido.

Se sabe el sRPE es una variable altamente relacionada a variables de carga externa como la distancia a alta velocidad, impactos, aceleraciones, estas variables suelen ser mayores durante entrenamientos que en competencia (Krustrup et al., 2006; Mohr et al., 2004). Esto pudiese explicar el por qué la carga es menor en microciclos con 3MD que en microciclos con 1MD o NMD. Ya que durante los entrenamientos se busca replicar la carga y provocar las adaptaciones ideales para el desempeño durante los partidos. Es por eso por lo que los estímulos suelen ser mayores y con esto representar mayor volumen en la carga de entrenamiento.

Sin embargo, con esta evidencia resulta un poco complejo que estas variables de carga interna representen un punto de partida y control para cumplir estos objetivos durante un torneo competitivo corto en la rama femenil ya que a pesar de que la intensidad aparentemente es la misma durante todo el torneo no hay fiabilidad de que estas herramientas sean sensibles para detectar cambios durante el desarrollo de periodos congestionados no está completamente comprobada (Noor et al.,2021).

La sugerencia de un estudio realizado Los Arcos et al, (2015) donde examinaron la utilidad del RPE el cual clasificaron en esfuerzo respiratorio (RPEres) y esfuerzo muscular de miembro inferiores (RPEmus) identificando una alta relación entre la percepción del esfuerzo muscular de las piernas con las sesiones de entrenamiento y los partidos, sugiriendo la importancia de monitorear es esfuerzo percibido de manera aislada, donde la intensidad no se percibe de manera general y quizá pudiese llegar a ser más específica como una medida de

seguimiento a la intensidad de la sesión y/o partido y por tanto mostrar evidencia más sensible a la carga de entrenamientos y partidos

Recuperación y Bienestar Deportivo

Una práctica común en los equipos de fútbol de élite es el uso de herramientas de autoinforme para monitorear el estado psicobiológico o el bienestar de los jugadores (McCall et al., 2016). Esta práctica rutinaria tiene cierto respaldo, con estudios que demuestran los cambios en la carga de entrenamiento y las cargas de los partidos(Thorpe et al., 2015.)

Dentro de los microciclos congestionados, el tiempo de recuperación entre partidos se reduce, teniendo la necesidad de optimizar y monitorear el proceso de recuperación. Sin embargo, existe investigación limitada que detalle el impacto de la congestión de los partidos en los perfiles de recuperación de los jugadores en las competencias internacionales (Noor et al., 2021), así también como en la rama femenil y sobre todo en el contexto mexicano.

Un estudio realizado por Howle et al. (2019) dentro del fútbol profesional ha demostrado que el bienestar subjetivo, específicamente la fatiga, el sueño y el dolor, se redujeron significativamente 48 horas después del primer partido, y se redujo aún más después del segundo partido, TQR también mostró una reducción significativa después del segundo partido, lo que indica que los calendarios congestionados resultan en una reducción en el bienestar subjetivo, TQR y la fuerza de aducción de cadera 48 horas después de los partidos en jugadores que acumulan más de 75 minutos de tiempo, esto prolonga la duración del tiempo necesario para que los jugadores recuperen sus niveles de bienestar y fuerza.

Por otro lado, en un metaanálisis realizado por Silva et al. (2017) observaron que, aunque algunos parámetros se recuperan completamente dentro de las 72 horas posteriores al partido, otros, como el daño muscular y el estado de bienestar, no se restauran completamente, sugiriendo que el período de recuperación no puede ser el mismo para todos los jugadores. Además, se encontró que los partidos oficiales inducen mayores alteraciones perceptuales y bioquímicas en comparación con los partidos amistosos o entrenamientos. Otras investigaciones también han confirmado que es necesario que pasen de 48 a 72 horas para recuperarse

después de un partido de alta intensidad (Krustrup et al. 2011; Gunnarsson et al. 2013). Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar estrategias adecuadas de recuperación para disminuir los efectos del daño muscular y las respuestas inflamatorias, con el objetivo de mantener el bienestar y optimizar el rendimiento de los atletas en periodos congestionados y de alta intensidad.

Se sabe también que la acumulación de partidos, combinada con un tiempo reducido de recuperación entre partidos, puede provocar fatiga y un bajo rendimiento en el siguiente partido (Dupont et al., 2010). Estas acumulaciones de partidos también se asocian con un mayor riesgo de lesiones en comparación con periodos con un tiempo de recuperación regular (un partido a la semana; Gabbett et al., 2015).

También algunas evidencias sugieren que 72 h es el período de tiempo mínimo para la recuperación posterior al partido (Nédélec et al., 2012), esto pudiese entenderse como que es necesario que después de un partido mínimo tienen que pasar 3 días para que un futbolista recupere su estado físico para una siguiente competencia. Muchas veces esto no sucede a niveles de competencia en fútbol, ya que suele haber periodos congestionados de partidos debido a formato de competencia, contextos y situaciones de contratos televisivos, etc.

Hasta el momento, pocos estudios han examinado explícitamente la acumulación en la percepción de la recuperación y bienestar durante semanas congestionadas. Se analizan normalmente después de uno o varios partidos en un microciclo semanal en el fútbol profesional (Howle et al. 2019).

En este estudio la escala de recuperación total (TQR) si fue analizada semanalmente y mostro cambios entre los microciclos NMD-3MDy 1MD-3MD.Lo que significa que las jugadoras sentían una menor recuperación a la carga aguda semanal cuando esta no presentara ningún partido a diferencia de tener una semana congestionada con 3MD, pero no se presentaron diferencias con 2MD, podemos decir que aparentemente la recuperación es muy similar a tener ningún partido o solamente 1MD así mismo también fue evidente la percepción de la recuperación a tener una semana regular 1MD a 3MD. Aunque los cambios son pequeños es apreciable que las estrategias de recuperación que implica tener 3

partidos en una semana suelen estar acordes al tiempo que existe entre un partido y otro lo que provoca que estas jugadoras se sientan más recuperadas durante una semana congestionada a una no congestionada o regular.

Se supone que la exposición a los partidos durante un microciclo congestionado tendrá un impacto negativo en los perfiles de recuperación percibidos en comparación con los microciclos no congestionados (Noor et al., 2021), Sin embargo, en este estudio no fue así.

Raede et al. (2019) en su estudio subraya la complejidad de evaluar la fatiga y la recuperación en atletas a través de marcadores subjetivos, destacando la variabilidad individual en las respuestas al entrenamiento intensificado. Además, sugiere la necesidad de confirmar la aplicabilidad potencial de estos marcadores a nivel individual, dada la insuficiente exactitud de los marcadores para diferenciar claramente entre los estados de fatiga y recuperación.

Por otra parte, la investigación de Anderson et al. (2020) sugiere que la alimentación, específicamente la ingesta de carbohidratos debe adaptarse a las demandas específicas de la semana de entrenamiento y partido para asegurar una recuperación óptima en los días posteriores. Proponen que en días de carga de entrenamiento más baja o durante la recuperación de partidos, se requieran menos carbohidratos, mientras que en días previos y durante los partidos, una alta disponibilidad de carbohidratos es crucial para el rendimiento y la recuperación óptimos.

Esto destaca que distintas variables, como la alimentación, la calidad del sueño y la calidad de vida, pueden influir significativamente en la recuperación de los atletas. Es esencial buscar herramientas que proporcionen información detallada para analizar esta variable de recuperación de manera más efectiva.

Por otro lado, la variable calidad de sueño refleja la percepción de los jugadores sobre la calidad y duración de su sueño durante la noche anterior y ante diferentes cargas de partidos/microciclos. Los valores negativos obtenidos en la presente investigación indican una percepción peor del sueño conforme aumenta el número de partidos en un microciclo, lo que sugiere que jugar más partidos en un periodo corto de tiempo podría tener un impacto negativo en la calidad del

sueño de los atletas. Por ejemplo, la percepción del sueño disminuye más notablemente cuando se pasa de ningún partido a un partido por microciclo, lo que subraya la importancia del manejo del descanso y recuperación en periodos de alta carga de partidos.

Estas diferencias, aunque fueron pequeñas y negativas evidencian que las jugadoras tienen una calidad de sueño menor cuando se presenta una congestión de partidos a diferencia de cuando no hay congestión o no hay partidos. Aun así, presentando niveles muy bajos de calidad de sueño comparado con un estudio realizado por Noor et al, (2021) donde las semanas congestionadas presentan niveles más altos de calidad de sueño a diferencia de semanas sin congestión un solo partido o sin partidos. Esto podría ser por las estrategias de recuperación que nos son las mismas de una temporada competitiva a un torneo internacional como es el caso de la investigación de Noor et al, (2021), en este tipo de torneos se utilizan con mayor frecuencia estrategias de recuperación oportunas, a diferencia de un torneo con mayor duración no se vuelve prioridad hasta instancias finales. En el contexto del futbol mexicano y por ser una liga tan joven aún no se establecen protocolos oportunos de recuperación, este tipo de herramientas son buscadas por las propias futbolistas a consideración.

Un análisis realizado por Nedelec et al. (2015) identificaron el impacto del estrés, la falta de sueño y la recuperación en el fútbol elite. Destacando que el sueño juega un papel importante en la recuperación óptima del futbolista, sabiendo que alteraciones en el sueño es una causa común de recuperación deteriorada en jugadores de fútbol elite. Además, aborda cómo diversas situaciones y condiciones, incluyendo la exposición a la luz, el consumo de cafeína/alcohol, el estrés del viaje y la inconsistencia en los horarios de los partidos, pueden interferir con la cantidad y calidad del sueño. Los efectos negativos de la perturbación del sueño incluyen la inhibición de la resíntesis de glucógeno muscular, aumento del daño muscular o deterioro de la reparación de este, deterioro de la función cognitiva y aumento de la fatiga mental(Dupont et al., 2010).

En cuanto a la fatiga percibida por las jugadoras para este estudio fue similar para todos los escenarios es decir semanas congestionadas y semanas no congestionadas, esta variable no demostró cambiar independientemente de que la carga interna fuera menor durante los microciclos con 3MD partidos que con 1MD. A diferencia de Noor et al, (2021) donde obtuvieron valores de fatiga para microciclos congestionados más altos que las semanas sin congestión con un partido o sin partido.

Como menciona Noor et al. (2021) se espera que después las altas cargas internas de los partidos la carga reduzca al día siguiente independientemente sea una semana congestionada o no. Este estudio mostro resultados de calificaciones peores de fatiga, dolor muscular y calidad del sueño dentro de los microciclos con 2 partidos. Además, las calificaciones previas al partido para las semanas congestionadas fueron significativamente peores en comparación con las semanas no congestionadas. Sin embargo, dentro de las condiciones de congestión aguda, no se observaron diferencias significativas en el estado percibido entre los respectivos días de partido.

En el contexto de los torneos internacionales de fútbol, las semanas congestionas (es decir, 2 partidos en 4 días) no parece aumentar la fatiga perceptiva posterior al partido y las respuestas de recuperación (Noor et al., 2021). A diferencia de una temporada competitiva de formato corto donde la fatiga percibida por las futbolistas parece no sufrir diferencias importantes en los diferentes escenarios a los que se enfrentan estas atletas.

Sin embargo, las contradicciones entre estos hallazgos pueden deberse en parte a las diferencias contextuales del fútbol de clubes, ya que en la dinámica de futbol de clubs o profesional existen equipos con demandas excesivas de viajes después del partido. Además, factores como los programas de entrenamiento de los clubes con mayores cargas de entrenamiento posteriores al partido o el acceso limitado/reducido a las instalaciones de recuperación también deben considerarse. Para investigaciones futuras se sugiere dar seguimiento durante períodos de torneos más largos, así como los torneos femeniles (Noor et al., 2021).

El estrés presenta cambios muy pequeños y negativos entre NMD-3MD y 1MD-3MD. Esto quiere decir que los atletas presentan mayor estrés durante microciclos sin partidos NMD a diferencia de tener un microciclo congestionado con 3MD. Por otra parte, Noor et al, (2021) encontraron índices mayores de estrés durante microciclos congestionados a diferencia de microciclos sin congestión un partido sin partido mostrando calificaciones muy similares a las obtenidas en nuestro estudio, pero contrarias. Ya que los jugadores que participan en un torneo internacional mostraron calificaciones más altas durante competencia que las semanas donde no competían o solo competían una vez.

Sin embargo, la exposición a la carga del partido puede no ser el único determinante de la fatiga percibida y las respuestas de recuperación, ya que otros factores relacionados con el partido, incluidos el resultado del partido y el rendimiento individual de los jugadores, pueden influir en la fatiga, el estrés y el sueño percibidos después del partido (Noor et al., 2021). En este estudio las futbolistas no presentan índices de estrés durante microciclos congestionados, presentan mayores calificaciones de estrés para los microciclos donde no hay partidos esto puede deberse a la falta de liberar ese estrés durante las competencias.

El dolor no presentó cambios importantes durante el desarrollo de una temporada competitiva corta siendo muy similares las calificaciones para los diferentes tipos de microciclos no congestionados y microciclos congestionados. En el estudio realizado por Noor et al, (2021) tampoco encontraron diferencias entre microciclos congestionados (3.6 ± 0.8) sin congestión (2.7 ± 1.2) microciclos con un partido (2.7 ± 1.2) y sin partido (3.0 ± 1.3). Esto habla de las adaptaciones que presentan los atletas a este nivel competitivo ya que ni la fatiga y el dolor presentaron cambios significativos hablando de la constancia en los estímulos.

Sin embargo, estas las calificaciones percibidas de fatiga y dolor muscular suelen relacionarse a un más con las cargas agudas de los partidos, quizá se deba a las altas demandas físicas de los partidos de fútbol, resultado fatiga y cansancio después del partido. En cambio, la calidad del sueño fue menos sensible a las cargas de un partido, lo que puede ser un reflejo de su capacidad

de respuesta a distintos factores como el tiempo de recuperación, los viajes, entre otras cosas.

Las variables compuestas del Índice de Hopper también presentan diferencias negativas entre NMD-3MD y 1MD-3MD. Es decir que las futbolistas perciben un mejor bienestar cuando no hay congestión de partidos a diferencia cuando si hay congestión de partidos 3MD. Sin embargo, no se encontró dentro de la búsqueda realizada un estudio que comparara microciclos congestionados y no congestionados e incluyera la variable compuesta del índice de Hopper.

Se sabe que los períodos de recuperación reducidos, la fatiga acumulada y los calendarios de partidos congestionados son de los factores de riesgo más relevantes para lesiones sin contacto (Carling et al., 2015). Es importante evitar una adaptación inadecuada y aumentar el rendimiento, con una adecuada recuperación además de favorecer la restauración de la homeostasis, y con esto provocar la supercompensación (Kenttä G. and Hassmén P., 1998). Buscar un buen equilibrio entre entrenamiento y recuperación es de las tareas más complejas en el deporte de elite, estimular de manera correcta para romper la homeostasis pero que a al mismo tiempo llegue la recuperación y la super compensación es fundamental para el correcto desarrollo y rendimiento deportivo.

A pesar de que este trabajo no analizo la titularidad y seguimiento de los jugadores, el considerable número de partidos competitivos en tan poco tiempo puede aumentar el riesgo de lesiones durante los partidos en los futbolistas profesionales según la evidencia encontrada por Dallal et al. (2015). Para prevenir esto los entrenadores y preparadores físicos tienen a la mano distintas herramientas y parámetros que deben aprender a interpretarse de una manera conjunta e integral y no solo de forma aislada, este estudio sugiere que se agrupen los microciclos para entender el comportamiento de estas variables durante periodos congestionados y no congestionados.

Relación entre Variables de Carga y Bienestar Deportivo

Esta investigación también busco encontrar las relaciones entre distintas variables de carga externa (volumen, intensidad), carga interna y las variables de

recuperación y bienestar auto informadas durante un seguimiento de una temporada competitiva de fútbol profesional femenino.

Destacando como principales hallazgos que, aunque no se encontraron relaciones altas entre las distintas variables si se obtuvieron relaciones significativas, encontramos una relación significativa entre la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) así como también el sRPE y todas las variables de carga externa de volumen e intensidad. Estas correlaciones positivas sugieren que a medida que aumenta el volumen y la intensidad de la carga externa, las jugadoras perciben un mayor esfuerzo. Esto refuerza la idea de que tanto la intensidad como el volumen del entrenamiento afectan significativamente la percepción subjetiva del esfuerzo. Este hallazgo coincide con la literatura previa que establece que una mayor carga física se traduce en una percepción subjetiva de esfuerzo más alta (Marynowicz et al., 2020).

La calidad de recuperación total (TQR) muestra correlaciones significativas y positivas con la mayoría de las variables de volumen, Sin embargo, la correlación con la duración no es significativa, así como también muestra relaciones muy débiles con las variables intensidad. Esto sugiere que, aunque la duración del entrenamiento o del partido y la intensidad de la carga externa no afecta significativamente la percepción de recuperación, las variables de volumen como la distancia explosiva y las aceleraciones/desaceleraciones principalmente sí influyen en cómo las jugadoras perciben su recuperación.

La relación entre las variables de carga externa y la calidad del sueño solo muestran una relación positiva y significativa entre HDcc y la calidad del sueño, la mayoría de las otras variables de volumen e intensidad no muestran una relación significativa. Esto podría indicar que el volumen de las desaceleraciones de alta intensidad tiene un impacto específico en la calidad del sueño, posiblemente debido al esfuerzo físico y el estrés muscular asociada (Howle et al., 2019).

La fatiga muestra correlaciones significativas negativas con algunas variables de volumen como HDcc y PL, y con todas las variables de intensidad (Dis/min, DisExp/min, PL/min y PM/min). Esto sugiere que una mayor intensidad de la carga externa se asocia con mayores niveles de fatiga percibida por los jugadores. Este

hallazgo permite comprender que la carga física intensa puede llevar a una mayor sensación de fatiga, indicando que una mayor carga externa de intensidad está asociada con niveles más altos de fatiga (Cormack et al., 2013)

El estrés muestra correlaciones negativas y significativas con varias variables de volumen, incluyendo DisExp, HIBD, HAcc, HDcc, Acc, Dcc y PL, así como con todas las variables de intensidad. Estas correlaciones sugieren que a mayor carga externa tanto de volumen como intensidad, los niveles de estrés percibidos por las jugadoras disminuyen. Este resultado es interesante y podría interpretarse como un mecanismo adaptativo donde los jugadores con mayor carga física desarrollan estrategias para manejar el estrés o que la actividad física intensa podría tener un efecto mitigador sobre el estrés (Durante et al., 2005).

El dolor tiene correlaciones negativas y significativas con DisExp, HIBD, HDcc y PL, y todas las variables de intensidad lo que indica que una mayor carga externa está asociada con mayores niveles de dolor percibido. Este hallazgo es consistente con la comprensión de que el esfuerzo físico intenso puede llevar a un mayor dolor muscular post-ejercicio (Alonso Extremiana & Uribe Tejada, 2001).

El índice de Hooper (I.H), que es una medida compuesta de bienestar subjetivo, muestra correlaciones negativas y significativas con varias variables de volumen, como DisExp, HIBD, HDcc y PL y todas las variables de intensidad. Esto sugiere que una mayor carga externa puede llevar a una disminución en el bienestar subjetivo general de los jugadores (Malone et al., 2018).

En esta investigación, se exploraron las relaciones entre variables de carga interna y externa en el fútbol femenino, revelando patrones consistentes con estudios previos en el fútbol masculino. Esta búsqueda por relacionar variables de los distintos componentes de la carga ha permitido, en estudios anteriores, intervenir de manera oportuna en las adaptaciones del atleta, las respuestas individuales a la carga, la fatiga y los distintos componentes de la recuperación, minimizando así el riesgo de lesiones y enfermedades (Bourdon et al., 2017).

Al analizar las relaciones entre las variables de carga interna y carga externa, se identificaron mayores correlaciones con las variables de carga externa que cuantifican el volumen, tales como la distancia total, el número de aceleraciones y

desaceleraciones. En línea con esta investigación, Casamichana et al. (2013, 2015) encontraron una alta relación entre la variable sRPE y la distancia total en jugadores de fútbol semiprofesional, así como una relación entre la distancia total y el player load (PL). Aunque en este estudio no se exploró la relación entre el player load y la distancia total, se cree que la alta similitud en la relación encontrada entre PL y sRPE, así como entre la distancia total y el sRPE ($r=0.528$, $p< 0.01$), podría ser investigada en futuros estudios para corroborar estos hallazgos. Estudios como el de Bartlett et al. (2016) también mostraron una fuerte relación entre PL y distancia total.

Gentles et al. (2018), en un estudio realizado en mujeres de fútbol colegial, encontraron una alta relación entre la distancia total y sRPE. Esto sugiere que estas variables suelen correlacionar en varios deportes. También Bartlett et al. (2016) realizaron un estudio en distintos deportes de conjunto, encontrando una relación fuerte entre RPE y distancia total ($r = 0.77$; $p < 0.01$). Estas relaciones entre la distancia total y la percepción de esfuerzo (RPE), junto con la duración en minutos de la sesión (sRPE), representan un comportamiento normal dentro de la práctica deportiva. La distancia total es una variable objetiva que suele estar relacionada con el volumen total de desplazamientos que realizan los atletas durante la práctica deportiva, y cuanto más tiempo dure la sesión, mayor será también el número de desplazamientos alcanzados. El RPE también suele cuantificar subjetivamente la cantidad de movimiento que el sujeto realiza durante una sesión o partido. Casamichana et al. (2013) menciona que el sRPE muestra asociaciones en actividades que requieren alta intensidad, como aquellas que realizan los futbolistas, apoyando la idea de que esta relación es evidente y respaldada por diversa literatura (Fox et al., 2018; McLaren et al., 2018).

Por otra parte, se identificó que el uso de variables integradas como player load está más comúnmente relacionado con el esfuerzo percibido de la sesión (RPE, sRPE) más que con la recuperación y el bienestar deportivo del atleta (Casamichana et al., 2013, 2015; Cruz et al., 2020; Marynowicz et al., 2020; Moraleda et al., 2021). Esto puede deberse a que el principal interés es cuantificar la carga de entrenamiento más que su efecto en el estado de salud y bienestar del

atleta. Además, puede no ser una variable de carga que influya de manera importante en la percepción del estado de recuperación y bienestar del atleta al día siguiente. En esta investigación, no se encontraron correlaciones fuertes entre las variables de player load y las variables de recuperación y bienestar deportivo. Govus et al. (2017) tampoco encontraron evidencia concluyente de una relación entre las variables de dolor muscular y sueño con PL, aunque sí evidenciaron una influencia trivial del índice de bienestar en un aumento del 2,3 % en PL, y la energía previa al entrenamiento se relacionó trivialmente con un aumento del 2,6 % en PL. Gallo et al. (2015) informaron que una disminución en la puntuación del índice de bienestar resultó en una disminución del 4,9% en PL y del 8,6% en PL/min, sugiriendo que puntuaciones más bajas de bienestar subjetivo antes del entrenamiento presentan una disminución de la carga externa durante una sesión de entrenamiento. Malone et al. (2017) encontraron que una reducción en la puntuación del índice de bienestar dio lugar a un impacto negativo en PL y distintas variables de carga externa de volumen, sugiriendo que los jugadores con bajo bienestar percibido ejecutan movimientos alterados como mecanismos de autorregulación dentro de las sesiones de entrenamiento, lo que podría aumentar la predisposición a lesiones (Malone et al., 2017; Gabbett, 2016).

La evidencia en relación con las medidas de carga interna y la variable carga externa también muestra diversas relaciones en el fútbol. Marynowicz et al. (2016) evidenciaron una relación pequeña entre RPE y PL/min, y una relación grande entre sRPE y PL, muy similar a la relación de RPE y PL obtenida por Casamichana et al. (2015). Estos estudios no incluyeron la variable sRPE, pero en un estudio anterior de Casamichana et al. (2012) se reportó una relación grande entre sRPE y variables de volumen (DT, PL, Acc y Dcc). Aunque no hay evidencia en el fútbol femenino sobre la relación de estas variables, es importante resaltar que se comportan de manera similar, aunque no tan fuerte como en el fútbol masculino.

Sabemos que la variable de distancia total es comúnmente utilizada para cuantificar la carga externa tanto de los entrenamientos como de los partidos. Guerrero-Calderón et al. (2021) encontraron que la distancia total, la distancia de carrera de alta intensidad y la distancia de sprint recorridas en el partido por los

jugadores mostraron una fuerte relación con la carga de entrenamiento realizada durante la semana anterior, destacando la importancia de que la intensidad del entrenamiento sea alta mientras que el volumen debe mantenerse bajo para lograr un mayor rendimiento físico en el próximo partido. La estabilización de las cargas de trabajo de entrenamiento evitará la fatiga excesiva y la disminución del rendimiento (Chena et al., 2021).

Por otro lado, Noor et al. (2021) encontraron correlaciones positivas significativas entre la carga del partido medida por sRPE y varios ítems de recuperación post-partido, tales como la respuesta percibida total, fatiga, dolor muscular, calidad del sueño y duración del sueño. Estos hallazgos indican que una mayor carga de trabajo percibida durante los partidos se asocia con una percepción aumentada de fatiga y dolor muscular, así como con una peor calidad y duración del sueño (Noor et al., 2021).

En este estudio, no se exploraron específicamente las relaciones entre las variables de carga interna y las variables de recuperación y bienestar deportivo. Sin embargo, es importante comprender cómo las diferentes cargas afectan la recuperación y el bienestar, se sugiere que futuros estudios se puedan identificar estas relaciones. Explorar cómo las cargas internas, como sRPE y otros marcadores fisiológicos, se correlacionan con la recuperación y el bienestar en la rama femenil podría proporcionar información valiosa para la optimización de los programas de entrenamiento y recuperación en el fútbol femenino profesional (Randell et al., 2021).

Conocer sobre las relaciones entre variables de carga interna y externa es crucial para optimizar la planificación de entrenamientos y la recuperación, si bien nosotros resaltamos esta importancia para microciclos congestionados y no congestionados, ya que nuestros hallazgos sugieren que las variables de carga externa tanto de volumen como intensidad tienen una fuerte relación con el esfuerzo percibido, pero una relación menos clara con las medidas de bienestar y recuperación. Estos resultados resaltan la importancia de monitorear la carga de trabajo de manera integral, considerando distintas variables tanto objetivas como las percepciones subjetivas de los atletas, para mejorar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones.

Capitulo V

Conclusiones

- 1. Impacto de la carga externa durante microciclos congestionados y no congestionados:** Se observó que los microciclos congestionados, con un

mayor número de partidos, imponen una carga externa significativamente mayor en términos de volumen e intensidad. Las jugadoras experimentan un aumento en la distancia total recorrida, las aceleraciones de alta intensidad y la carga total (Player Load), lo que subraya la necesidad de ajustar la planificación del entrenamiento y las estrategias de recuperación en estos períodos para evitar sobrecargas físicas.

2. **Respuesta de la carga interna durante microciclos congestionados y no congestionados:** La carga interna, medida a través de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), mostró una relación clara con el aumento de la carga externa durante microciclos congestionados. Las jugadoras perciben un mayor esfuerzo y fatiga en estos periodos, lo que indica que la carga interna está fuertemente influenciada por la intensidad de los entrenamientos y partidos acumulados.
3. **Comparación del bienestar deportivo durante microciclos congestionados y no congestionados:** El bienestar deportivo, evaluado mediante el índice de Hooper y la calidad de recuperación (TQR), mostró una ligera disminución en los microciclos congestionados, especialmente en términos de fatiga y estrés percibido. Sin embargo, los cambios en el bienestar no fueron tan pronunciados como los observados en las variables de carga externa e interna, lo que sugiere que, aunque las jugadoras perciben una mayor demanda física, el impacto sobre su bienestar no es tan dramático.
4. **Relación entre las variables de carga externa, carga interna y bienestar deportivo:** Se identificaron correlaciones significativas entre las variables de carga externa y la percepción de la carga interna, mostrando que un mayor volumen e intensidad de entrenamiento están asociados con una mayor percepción de esfuerzo. Sin embargo, las correlaciones entre la carga externa y el bienestar deportivo fueron más débiles, lo que sugiere que, aunque la carga física influye en la percepción del esfuerzo, no siempre se traduce en una disminución proporcional del bienestar percibido.

Conclusión General

En resumen, este estudio ha demostrado que los microciclos congestionados generan una carga externa e interna significativamente mayor en las jugadoras, afectando su percepción de esfuerzo y su respuesta fisiológica. Aunque se observan cambios en el bienestar deportivo, estos no son tan marcados como los de la carga física. Esto subraya la importancia de una planificación estratégica del entrenamiento y de la recuperación durante la temporada competitiva para evitar sobrecargas y preservar el bienestar de las deportistas. La relación entre la carga externa, la carga interna y el bienestar es compleja, y debe ser cuidadosamente monitoreada para optimizar el rendimiento deportivo y reducir el riesgo de lesiones.

Limitaciones del estudio

La principal limitación de este estudio es el hecho de que solo se observó un equipo, lo cual menciona Clemente et al. (2019) que es un obstáculo muy común en los estudios con jugadores de fútbol. Por lo tanto, el comportamiento observado solo es aplicado a este equipo en particular.

Otra limitación de este trabajo es que el estado de bienestar de las jugadoras fue evaluado solo por un enfoque subjetivo de autoinforme, se sabe que estas herramientas son muy utilizadas para evaluar el estado de bienestar y recuperación de los atletas por su practicidad, no se han sometido a una rigurosa evaluación de su validez y fiabilidad en el contexto mexicano y en la rama femenil.

Por ultimo una de las limitaciones principales de este trabajo es que no se tomó en cuenta otros factores contextuales e individuales que podrían afectar la influencia de las cargas de trabajo de entrenamiento/partido en el estado de bienestar de los atletas como los son el estado nutricional del atleta, la condición física, las lesiones previas, en cuanto al contexto; la diferencia de ser local o visitante ya que la forma de traslado no siempre fue la mejor, así como otros factores administrativos y culturales que afectan al desarrollo del deporte femenino.

Líneas futuras de investigación

Es necesario llevar a cabo estudios futuros que evalúen de manera más profunda las diferentes influencias de las cargas de entrenamiento en equipos de fútbol femenino, abarcando distintos niveles de competencia como diversas ligas y contextos. Sería muy valioso identificar cómo las características contextuales, como las condiciones de juego, los calendarios de competencia y la infraestructura, impactan en el rendimiento y el bienestar de las jugadoras. Además, se recomienda que los estudios futuros proporcionen un análisis más detallado de las características individuales de las deportistas, como la edad, la experiencia, las diferencias fisiológicas y el historial de lesiones, para obtener una comprensión más integral del estado físico y mental de las jugadoras al evaluar el bienestar, la percepción del esfuerzo y la carga de entrenamiento. Este enfoque permitirá una mejor personalización de las estrategias de entrenamiento y recuperación, adaptadas a las necesidades específicas de las atletas.

Bibliografía

- 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>
- Akyildiz, Z., Çene, E., Parim, C., Çetin, O., Turan, Ç., Yüksel, Y., Silva, R., Silva, A. F., & Nobari, H. (2022). Classified metabolic power-based measures in professional football players: comparison between playing positions and match period. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1).
<https://doi.org/10.1186/s13102-022-00541-y>
- Albrecht, J., Biese, K. M., Bell, D. R., Schaefer, D. A., & Watson, A. M. (2020). Training Load and Injury Among Middle School-Aged Athletes. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 954–959. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-435-19>
- Alonso Extremiana, M., & Uribe Tejada, I. (2001). Doms: Dolor Muscular de Inicio Retardado. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 36(136), 5–13.
[https://doi.org/10.1016/s1886-6581\(01\)75988-9](https://doi.org/10.1016/s1886-6581(01)75988-9)
- Alonso; Uribe, T. I. (2001). DOMS : Dolor Muscular de Inicio Retardado. *Apunts Medicina de l'Esport*, 16, 5–13. [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(01\)75988-9](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(01)75988-9)
- Añorve, D. (2019). EL DESARROLLO DEL FÚTBOL FEMENIL EN MÉXICO: ENTRE LA POLICÍA Y LA POLÍTICA EN LOS PROCESOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN (1970-2019). *Publicatio UEPG: Ciências Sociais Aplicadas*, 27(1), 9–26. <https://doi.org/10.5212/publicatioci.soc.v.27i1.0001>
- Askow, A. T., Lobato, A. L., Arndts, D. J., Jennings, W., Kreutzer, A., Erickson, J. L., Esposito, P. E., Oliver, J. M., Foster, C., & Jagim, A. R. (2021). Session rating of perceived exertion (Srpe) load and training impulse are strongly correlated to gps-derived measures of external load in ncaa division i women's soccer athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(4).
<https://doi.org/10.3390/jfmk6040090>

- Baron, B., Moullan, F., Deruelle, F., & Noakes, T. D. (2011). The role of emotions on pacing strategies and performance in middle and long duration sport events. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 511–517.
<https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.059964>
- Barrett, S., Midgley, A. W., Towlson, C., Garrett, A., Portas, M., & Lovell, R. (2016). Within-match playerload™ patterns during a simulated soccer match: Potential implications for unit positioning and fatigue management. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 135–140.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0582>
- Bastida-Castillo, A., Gomez-Carmona, C. D., Hernandez-Belmonte, A., & Pino-Ortega, J. (2018). VALIDEZ Y FIABILIDAD DE UN DISPOSITIVO INERCIAL (WIMU PRO-TM) PARA EL ANÁLISIS DEL POSICIONAMIENTO EN BALONMANO. *Revista de Ciencias Del Deporte*, 14(1), 9–16.
- Bernal-Reyes, F., Peralta-Mendivil, A., Gavotto-Nogales, H. H., & Placencia-Camacho, L. (2014). Principios De Entrenamiento Deportivo Para La Mejora De Las Capacidades Físicas. *BIOtecnia*, 16(3), 42.
<https://doi.org/10.18633/bt.v16i3.140>
- Boger, D. L., Yun, W., Cai, H., & Han, N. (1995). CBI-CDPBO1 and CBI-CDPBI1: CC-1065 analogs containing deep-seated modifications in the DNA binding subunit. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 3(6), 761–775.
[https://doi.org/10.1016/0968-0896\(95\)00066-P](https://doi.org/10.1016/0968-0896(95)00066-P)
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gustin, 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, 161–170.
<https://doi.org/10.1123/IJSPP.2017-0208>
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The Reliability of MinimaxX Accelerometers for Measuring Physical Activity in Australian Football. In *Original investigatiOns International Journal of Sports Physiology and Performance* (Vol. 6).

- 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? In *International Journal of Sports Physiology and Performance* (Vol. 13, Issue 5, pp. 656–664). Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0433>
- Bredt, S. da G. T., Chagas, M. H., Peixoto, G. H., Menzel, H. J., & Andrade, A. G. P. de. (2020). Understanding Player Load: Meanings and Limitations. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 5–9. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0072>
- Buchheit, M., & Simpson, B. M. (2017). Player-tracking technology: Half-full or half-empty glass? In *International Journal of Sports Physiology and Performance* (Vol. 12, pp. 35–41). Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0499>
- Bursais, A. K., Bazylar, C. D., Dotterweich, A. R., Sayers, A. L., Alibrahim, M. S., Alnuaim, A. A., Alhumaid, M. M., Alaqil, A. I., Alshuwaier, G. O., & Gentles, J. A. (2022). The Relationship between Accelerometry, Global Navigation Satellite System, and Known Distance: A Correlational Design Study. *Sensors*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/s22093360>
- Carling, C., McCall, A., Le Gall, F., & Dupont, G. (n.d.). *The impact of short periods of match congestion on injury risk and patterns in an elite football club*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015>
- Carling, C., McCall, A., Le Gall, F., & Dupont, G. (2015). What is the extent of exposure to periods of match congestion in professional soccer players? *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2116–2124. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1091492>
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., Roman, J. S., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 369–374. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182548af1>
- Casamichana, D., Castellano, J., & Castagna, C. (n.d.). *COMPARING THE PHYSICAL DEMANDS OF FRIENDLY MATCHES AND SMALL-SIDED GAMES IN SEMI-PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS*. www.nsca-jscr.org

- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Bordon, C., & Manzi, V. (2011). EFFECT OF TRAINING INTENSITY DISTRIBUTION ON AEROBIC FITNESS VARIABLES IN ELITE SOCCER PLAYERS: A CASE STUDY. In *J Strength Cond Res* (Vol. 25, Issue 1). www.nsca-jscr.org
- Castillo, D., Raya-GonzálezGonz, J., Weston, M., & Yanci, J. (2019). *Distribution of External Load During Acquisition Training Sessions and Match Play of a Professional Soccer Team*. www.nsca.com
- Chena, M., Morcillo, J. A., Rodríguez-Hernández, M. L., Zapardiel, J. C., Owen, A., & Lozano, D. (2021a). The effect of weekly training load across a competitive microcycle on contextual variables in professional soccer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105091>
- Chena, M., Morcillo, J. A., Rodríguez-Hernández, M. L., Zapardiel, J. C., Owen, A., & Lozano, D. (2021b). The effect of weekly training load across a competitive microcycle on contextual variables in professional soccer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105091>
- Clemente, F. M., Silva, R., Ramirez-Campillo, R., Afonso, J., Mendes, B., & Chen, Y. S. (2020a). Accelerometry-based variables in professional soccer players: Comparisons between periods of the season and playing positions. *Biology of Sport*, 37(4), 389–403. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.96852>
- Clemente, F. M., Silva, R., Ramirez-Campillo, R., Afonso, J., Mendes, B., & Chen, Y. S. (2020b). Accelerometry-based variables in professional soccer players: Comparisons between periods of the season and playing positions. *Biology of Sport*, 37(4), 389–403. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.96852>
- Clemente, F. M., Silva, R., Ramirez-Campillo, R., Afonso, J., Mendes, B., & Chen, Y. S. (2020c). Accelerometry-based variables in professional soccer players: Comparisons between periods of the season and playing positions. *Biology of Sport*, 37(4), 389–403. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.96852>
- Cormack, S. J., Mooney, M. G., Morgan, W., & McGuigan, M. R. (2013). Influence of Neuromuscular Fatigue on Accelerometer Load in Elite Australian Football

- Players. In *IJSPP-Journal.com ORIGINAL INVESTIGATION International Journal of Sports Physiology and Performance* (Issue 8). www.IJSPP-Journal.com
- Costa, J. A., Rago, V., Brito, P., Figueiredo, P., Sousa, A., Abade, E., & Brito, J. (2022). Training in women soccer players: A systematic review on training load monitoring. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.943857>
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. In *Sports Medicine* (Vol. 43, Issue 10, pp. 1025–1042). <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>
- Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Geir, H., & Ulrik, W. (2016). *PLAYER LOAD, ACCELERATION, AND DECELERATION DURING FORTY-FIVE COMPETITIVE MATCHES OF ELITE SOCCER*. www.nasca.com
- David, C., & Julen, C. (2015a). The Relationship between Intensity Indicators in Small-Sided Soccer Games. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 119–128. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0040>
- David, C., & Julen, C. (2015b). The Relationship between Intensity Indicators in Small-Sided Soccer Games. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 119–128. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0040>
- De Beéck, T. O., Jaspers, A., Brink, M. S., Frencken, W., Staes, F., Davis, J. J., & Helsen, W. F. (2019). Predicting future perceived wellness in professional soccer: The role of preceding load and wellness. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(8), 1074–1080. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0864>
- Debien, P. B., Miloski, B., Werneck, F. Z., Timoteo, T. F., Ferezin, C., Filho, M. G. B., & Gabbett, T. J. (2020). Training Load and Recovery During a Pre-Olympic Season in Professional Rhythmic Gymnasts. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 977–983. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-402.19>
- 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>
- Djaoui, L., Owen, A., Newton, M., Nikolaidis, P. T., Dellal, A., & Chamari, K. (2022a). Effects of congested match periods on acceleration and deceleration profiles in professional soccer. *Biology of Sport*, 39(2), 307–317.
<https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2022.103725>
- Djaoui, L., Owen, A., Newton, M., Nikolaidis, P. T., Dellal, A., & Chamari, K. (2022b). Effects of congested match periods on acceleration and deceleration profiles in professional soccer. *Biology of Sport*, 39(2), 307–317.
<https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2022.103725>
- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010a). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752–1758.
<https://doi.org/10.1177/0363546510361236>
- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010b). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752–1758.
<https://doi.org/10.1177/0363546510361236>
- Durante, F. P., González González, J. C., & Carlos González González, J. (2005). *ESTRÉS DEPORTIVO Y VULNERABILIDAD LESIONAL EN ESTRÉS DEPORTIVO Y VULNERABILIDAD LESIONAL EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES DURANTE DOS TEMPORADAS STRESS AND INJURY INCIDENCE IN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS DURING TWO SEASONS*.
- Fernandes, R., Brito, J. P., Vieira, L. H. P., Martins, A. D., Clemente, F. M., Nobari, H., Reis, V. M., & Oliveira, R. (2021). In-season internal load and wellness variations in professional women soccer players: Comparisons between playing positions and status. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph182312817>
- Fernandes, R., Ibrahim Ceylan, H., Manuel Clemente, F., 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 (Switzerland)*, 10(4).
<https://doi.org/10.3390/healthcare10040695>
- Ferreira Timoteo, T., Debien, P. B., Miloski, B., Zacaron Werneck, F., Gabbett, T., Mauri, M., Gatta's, M., Gatta's, G., & Filho, B. (2018). *INFLUENCE OF WORKLOAD AND RECOVERY ON INJURIES IN ELITE MALE VOLLEYBALL PLAYERS*. www.nasca.com
- 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., Cormack, S., Gabbett, T., Williams, M., & Lorenzen, C. (2015). Characteristics impacting on session rating of perceived exertion training load in Australian footballers. *Journal of Sports Sciences*, 33(5), 467–475.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2014.947311>
- 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>
- Gazzano, F. (2019). *WORKLOAD MANAGEMENT A Practical Guide to Workload Management & Injury Prevention in Sport*. 23.
- Gentles, J. A., Coniglio, C. L., Besemer, M. M., Morgan, J. M., & Mahnken, M. T. (2018a). The demands of a women's college soccer season. *Sports*, 6(1).
<https://doi.org/10.3390/sports6010016>
- Gentles, J. A., Coniglio, C. L., Besemer, M. M., Morgan, J. M., & Mahnken, M. T. (2018b). The demands of a women's college soccer season. *Sports*, 6(1).
<https://doi.org/10.3390/sports6010016>
- Gentles, J. A., Coniglio, C. L., Besemer, M. M., Morgan, J. M., & Mahnken, M. T. (2018c). The demands of a women's college soccer season. *Sports*, 6(1).
<https://doi.org/10.3390/sports6010016>
- Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., Ibáñez, S. J., & Pino-Ortega, J. (2020). Accelerometry as a method for external workload monitoring in

- invasion team sports. A systematic review. In *PLoS ONE* (Vol. 15, Issue 8 August). Public Library of Science.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236643>
- Gómez-Carmona, C. D., Pino-Ortega, J., Sánchez-Ureña, B., Ibáñez, S. J., & Rojas-Valverde, D. (2019a). Accelerometry-based external load indicators in sport: Too many options, same practical outcome? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24).
<https://doi.org/10.3390/ijerph16245101>
- Gómez-Carmona, C. D., Pino-Ortega, J., Sánchez-Ureña, B., Ibáñez, S. J., & Rojas-Valverde, D. (2019b). Accelerometry-based external load indicators in sport: Too many options, same practical outcome? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24).
<https://doi.org/10.3390/ijerph16245101>
- Gómez-Díaz, A., Nakamura, F. Y., Menezes, P., Barreira, J., Figueiredo, P., & Coutinho, D. (2024). Characterizing microcycles' workload when combining two days structure within single training sessions during congested fixtures in an elite male soccer team. *Biology of Sport*.
<https://doi.org/10.5114/biolsport.2024.132992>
- Gonzalez, L. M. (2020). EL USO DE LA CARGA INTERNA Y CARGA EXTERNA PARA EL CONTROL DE. *Revista Preparación Física En El Fútbol*.
- Govus, A. D., Coutts, A., Duffield, R., Murray, A., & Fullagar, H. (2018). Relationship between pretraining subjective wellness measures, player load, and rating-of-perceived-exertion training load in American college football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 95–101.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0714>
- Grünbichler, J., Federolf, P., & Gatterer, H. (2020). Workload efficiency as a new tool to describe external and internal competitive match load of a professional soccer team: A descriptive study on the relationship between pre-game training loads and relative match load. *European Journal of Sport Science*, 20(8), 1034–1041. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1697374>

- Haddad, M., Chaouachi, A., Wong, D. P., Castagna, C., Hambli, M., Hue, O., & Chamari, K. (2013). Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on perceived exertion during submaximal effort. *Physiology and Behavior*, 119, 185–189. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.06.016>
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 11, Issue NOV). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
- Halsen, S. L. (2014a). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Halsen, S. L. (2014b). MONITORIZACIÓN DE LA FATIGA Y RECUPERACIÓN. In *Sports Science Exchange* (Vol. 27, Issue 135).
- 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>
- Harkness-Armstrong, A., Till, K., Datson, N., Myhill, N., & Emmonds, S. (2022). A systematic review of match-play characteristics in women's soccer. *PLoS ONE*, 17(6 June). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268334>
- 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. In *Sports Medicine* (Vol. 49, Issue 12, pp. 1923–1947). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01170-1>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación sexta edición* (SA. D. C. V. McGRAGW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, Ed.; sexta edic).
- Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring Overtraining in Athletes: Recommendations. *Sports Medicine*, 20(5), 321–327. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520050-00003>

- Hooper, S., Mackinnon, L., Howard, A., Gordon, R., & Bachmann, A. (1994). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Journal of the American College of Sports Medicine*, 106–112.
- Howle, K., Waterson, A., & Duffield, R. (2019). Recovery profiles following single and multiple matches per week in professional football. *European Journal of Sport Science*, 19(10), 1303–1311.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1601260>
- Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Blanch, P., Chapman, P., Bailey, D., & Orchard, J. W. (2014). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *British Journal of Sports Medicine*, 48(8), 708–712.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092524>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2018). Internal and External Training Load : 15 Years On Training Load : Internal and External Load Theoretical Framework : The Training Process. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042–1047.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>
- Jaspers, A., De Beéck, T. O., Brink, M. S., Frencken, W. G. P., Staes, F., Davis, J. J., & Helsen, W. F. (2018a). Relationships between the external and internal training load i professional soccer: What can we learn from machine learning? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 625–630.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0299>
- Jaspers, A., De Beéck, T. O., Brink, M. S., Frencken, W. G. P., Staes, F., Davis, J. J., & Helsen, W. F. (2018b). Relationships between the external and internal training load i professional soccer: What can we learn from machine learning? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 625–630.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0299>
- Julian, R., Skorski, S., Hecksteden, A., Pfeifer, C., Bradley, P. S., Schulze, E., & Meyer, T. (2021). Menstrual cycle phase and elite female soccer match-play:

- influence on various physical performance outputs. *Science and Medicine in Football*, 5(2), 97–104. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1802057>
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(SUPPL. 2), 95–102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. In *Sports Med* (Vol. 35, Issue 4).
- 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>
- Kyprianou, E., & Farioli, F. (2018). *BALANCING PHYSICAL AND TACTICAL LOAD IN SOCCER: A HOLISTIC APPROACH*.
- Lalor, B. J., Halson, S. L., Tran, J., Kemp, J. G., & Cormack, S. J. (2020). A Complex relationship: Sleep, external training load, and well-being in elite Australian footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 777–787. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0061>
- Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Tiernan, L., Hughes, B., & Collins, K. (2018a). 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., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Tiernan, L., Hughes, B., & Collins, K. (2018b). 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>
- Mara, J. K., Thompson, K. G., & Pumpa, K. L. (2016a). Physical and physiological characteristics of various-sided games in elite women's soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 953–958. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2015-0087>

- Mara, J. K., Thompson, K. G., & Pumpa, K. L. (2016b). Physical and physiological characteristics of various-sided games in elite women's soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 953–958.
<https://doi.org/10.1123/IJSP.2015-0087>
- Marynowicz, J., Kikut, K., Lango, M., Horna, D., & Andrzejewski, M. (2020a). *Relationship Between the Session-RPE and External Measures of Training Load in Youth Soccer Training*. www.nscs.com
- Marynowicz, J., Kikut, K., Lango, M., Horna, D., & Andrzejewski, M. (2020b). *Relationship Between the Session-RPE and External Measures of Training Load in Youth Soccer Training*. www.nscs.com
- Mateus, N., Gonçalves, B., Felipe, J. L., Sánchez-Sánchez, J., Garcia-Unanue, J., Weldon, A., & Sampaio, J. (2021). In-season training responses and perceived wellbeing and recovery status in professional soccer players. *PLoS ONE*, 16(7 July). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254655>
- McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: A survey of teams' head medical officers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 725–730. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>
- Mcfadden, B. A., Walker, A. J., Bozzini, B. N., Sanders, D. J., & Arent, S. M. (2020a). *Comparison of Internal and External Training Loads in Male and Female Collegiate Soccer Players During Practices vs. Games*. www.nscs.com
- Mcfadden, B. A., Walker, A. J., Bozzini, B. N., Sanders, D. J., & Arent, S. M. (2020b). *Comparison of Internal and External Training Loads in Male and Female Collegiate Soccer Players During Practices vs. Games*. www.nscs.com
- Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021a). Load measures in training/match monitoring in soccer: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 5, pp. 1–26). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052721>

- Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021b). Load measures in training/match monitoring in soccer: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 5, pp. 1–26). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052721>
- Molina-Carmona, I., Gómez-Carmona, C., Bastida-Castillo, A., & Pino-Ortega, J. (2018). Validez del dispositivo inercial WIMU PRO para el registro de la frecuencia cardiaca en un test de campo. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias Del Deporte*, 7(1), 81. <https://doi.org/10.6018/321921>
- Mooney, M. G., Cormack, S., O'brien, B. J., Morgan, W. M., & Mcguigan, M. (n.d.). *IMPACT OF NEUROMUSCULAR FATIGUE ON MATCH EXERCISE INTENSITY AND PERFORMANCE IN ELITE AUSTRALIAN FOOTBALL*. www.nscs.com
- Morgans, R., Bezuglov, E., Orme, P., Burns, K., Rhodes, D., Babraj, J., Di Michele, R., & Oliveira, R. F. S. (2022). The Physical Demands of Match-Play in Academy and Senior Soccer Players from the Scottish Premiership. *Sports*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/sports10100150>
- Myers, N. L., Aguilar, K. V., Mexicano, G., Farnsworth, J. L., Knudson, D., & Kibler, W. B. E. N. (2020). The Acute:Chronic Workload Ratio Is Associated with Injury in Junior Tennis Players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(5), 1196–1200. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000002215>
- Nobari, H., Alijanpour, N., Martins, A. D., & Oliveira, R. (2022). Acute and Chronic Workload Ratios of Perceived Exertion, Global Positioning System, and Running-Based Variables Between Starters and Non-starters: A Male Professional Team Study. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.860888>
- Nobari, H., Gholizadeh, R., Martins, A. D., Badicu, G., & Oliveira, R. (2022). In-Season Quantification and Relationship of External and Internal Intensity, Sleep Quality, and Psychological or Physical Stressors of Semi-Professional Soccer Players. *Biology*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/biology11030467>
- Noor, D., McCall, A., Jones, M., Duncan, C., Ehrmann, F., Meyer, T., & Duffield, R. (2021). Perceived load, fatigue and recovery responses during congested and

- non-congested micro-cycles in international football tournaments. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(12), 1278–1283.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.07.001>
- Oliva-Lozano, J. M., Conte, D., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2022). Exploring the Use of Player Load in Elite Soccer Players. *Sports Health*.
<https://doi.org/10.1177/19417381211065768>
- 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).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209393>
- Oliveira, R., Martins, A., Nobari, H., Nalha, M., Mendes, B., Clemente, F. M., & Brito, J. P. (2021). In-season monotony, strain and acute/chronic workload of perceived exertion, global positioning system running based variables between player positions of a top elite soccer team. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00356-3>
- Pedraz-Petrozzi, B. (2018). *Fatiga : historia , neuroanatomía y características psicopatológicas . Una revisión de la Literatura . 81(3)*, 174–182.
- Pellicer G., J. J., & Jiménez G., J. V. (2010). *Teoría y Paráctica del acondicionamiento Físico*.
- Pereira, H. M., Larson, R. D., & Bemben, D. A. (2020). Menstrual Cycle Effects on Exercise-Induced Fatigability. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00517>
- Pitre C. Bourdon, Marco Cardinale, Andrew Murray, Paul Gastin, Michael Kellmann, Matthew C. Varley, Tim J. Gabbett, Aaron J. Coutts, Darren J. Burgess, Warren Gregson, and N. T. C. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *Human Kinetics*, 12, 162–170.
- Randell, R. K., Clifford, T., Drust, B., Moss, S. L., Unnithan, V. B., De Ste Croix, M. B. A., Datson, N., Martin, D., Mayho, H., Carter, J. M., & Rollo, I. (2021). Physiological Characteristics of Female Soccer Players and Health and Performance Considerations: A Narrative Review. In *Sports Medicine* (Vol. 51,

- Issue 7, pp. 1377–1399). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01458-1>
- Reche-Soto, P., Cardona-Nieto, D., Diaz-Suarez, A., Bastida-Castillo, A., Gomez-Carmona, C., Garcia-Rubio, J., & Pino-Ortega, J. (2019). Player load and metabolic power dynamics as load quantifiers in soccer. *Journal of Human Kinetics*, 69(1), 259–269. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0072>
- 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*, 29(5), 449–461. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1895781>
- Rossi, A., Perri, E., Pappalardo, L., Cintia, P., Alberti, G., Norman, D., & Iaia, F. M. (2022). Wellness Forecasting by External and Internal Workloads in Elite Soccer Players: A Machine Learning Approach. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.896928>
- Sánchez-Sánchez, J., Botella, J., Felipe Hernández, J. L., León, M., Paredes-Hernández, V., Colino, E., Gallardo, L., & García-Unanue, J. (2021a). Heart rate variability and physical demands of in-season youth elite soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041391>
- Sánchez-Sánchez, J., Botella, J., Felipe Hernández, J. L., León, M., Paredes-Hernández, V., Colino, E., Gallardo, L., & García-Unanue, J. (2021b). Heart rate variability and physical demands of in-season youth elite soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041391>
- Sansone, P., Tschan, H., Foster, C., & Tessitore, A. (2018). Monitoring Training Load and Perceived Recovery in Female Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00(00), 1. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002971>

- Sarmiento, H., Anguera, M. T., Pereira, A., & Araújo, D. (2018). Talent Identification and Development in Male Football: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(4), 907–931. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0851-7>
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gustin, P. B. (2016a). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 50, Issue 5, pp. 281–291). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gustin, P. B. (2016b). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Scott, M. T. U., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (n.d.). *THE VALIDITY AND RELIABILITY OF GLOBAL POSITIONING SYSTEMS IN TEAM SPORT: A BRIEF REVIEW*. www.nasca.com
- Scott, T. J., Black, C. R., Quinn, J., & Coutts, A. J. (2013). Validity and reliability of the session-rpe method for quantifying training in Australian football: A comparison of the cr10 and cr100 scales. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 270–276. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182541d2e>
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento* (2da Edición). Paidotribo.
- Silva, R., Ceylan, H. I., Badicu, G., Nobari, H., Carvalho, S. A., Sant'Ana, T., Mendes, B., Chen, Y. S., & Clemente, F. M. (2021). Match-to-match variations in external load measures during congested weeks in professional male soccer players. *Journal of Men's Health*, 17(4), 207–217. <https://doi.org/10.31083/jomh.2021.063>
- Simpson, R. J., Kunz, H., Agha, N., & Graff, R. (2015). Exercise and the Regulation of Immune Functions. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 135, 355–380. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.08.001>

- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019a). Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. In ©*Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 18). <http://www.jssm.org>
- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019b). Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. In ©*Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 18). <http://www.jssm.org>
- Szigeti, G., Schuth, G., Revisnyei, P., Pasic, A., Szilas, A., Gabbett, T., & Pavlik, G. (2022). Quantification of Training Load Relative to Match Load of Youth National Team Soccer Players. *Sports Health*, 14(1), 84–91. <https://doi.org/10.1177/19417381211004902>
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017a). Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. In *Sports Medicine* (Vol. 47, Issue 12, pp. 2533–2551). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017b). Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. In *Sports Medicine* (Vol. 47, Issue 12, pp. 2533–2551). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Teixeira, J. E., Forte, P., Ferraz, R., Leal, M., Ribeiro, J., Silva, A. J., Barbosa, T. M., & Monteiro, A. M. (2021a). Monitoring accumulated training and match load in football: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18083906>
- Teixeira, J. E., Forte, P., Ferraz, R., Leal, M., Ribeiro, J., Silva, A. J., Barbosa, T. M., & Monteiro, A. M. (2021b). Monitoring accumulated training and match load in football: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18083906>

- Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (n.d.). *Monitoring fatigue status in elite team sport athletes: Implications for practice 1 2 Brief Review 3*.
- Torreno, N., Munguia-Izquierdo, D., Coutts, A., De Villarreal, E. S., Asian-Clemente, J., & Suarez-Arrones, L. (2016a). Relationship between external and internal loads of professional soccer players during full matches in official games using global positioning systems and heart-rate technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 940–946. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0252>
- Torreno, N., Munguia-Izquierdo, D., Coutts, A., De Villarreal, E. S., Asian-Clemente, J., & Suarez-Arrones, L. (2016b). Relationship between external and internal loads of professional soccer players during full matches in official games using global positioning systems and heart-rate technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 940–946. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0252>
- Tudela Desantes, A., Aranda Malavés, R., Juan Crespo Hervás Joaquín González Rodenas INDICADORES CARGA DE ENTRENAMIENTO INTERNA, J. DE, & Estado De Bienestar Durante El, F. Y. (n.d.-a). *DE FÚTBOL PROFESIONAL*.
- Tudela Desantes, A., Aranda Malavés, R., Juan Crespo Hervás Joaquín González Rodenas INDICADORES CARGA DE ENTRENAMIENTO INTERNA, J. DE, & Estado De Bienestar Durante El, F. Y. (n.d.-b). *DE FÚTBOL PROFESIONAL*.
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017a). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017b). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>
- Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2014). A comparison of methods for quantifying training load: Relationships between modelled and actual training

responses. *European Journal of Applied Physiology*, 114(1), 11–20.

<https://doi.org/10.1007/s00421-013-2745-1>

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Editorial Paidotribo.

Younesi, S., Rabbani, A., Clemente, F. M., Silva, R., Sarmiento, H., & Figueiredo, A. J. (2021). Dose-response relationships between training load measures and physical fitness in professional soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8).

<https://doi.org/10.3390/ijerph18084321>