



FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA

TESIS DOCTORAL

DESCRIPCIÓN DE LAS LESIONES EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES
DURANTE DOS TEMPORADAS EN RELACIÓN CON LAS DEMANDAS FÍSICAS
DEL JUEGO

D. Manuel Alcantarilla Pedrosa

Directores: Prof. Dr. D. Manuel Albornoz Cabello
Prof. Dr. D. Sergio Hernández Sánchez

Sevilla, Mayo 2021

**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE SEVILLA**



**“DESCRIPCIÓN DE LAS LESIONES DE FUTBOLISTAS
PROFESIONALES DURANTE DOS TEMPORADAS EN
RELACIÓN CON LAS DEMANDAS FÍSICAS DEL JUEGO”**

TESIS DOCTORAL

Manuel Alcantarilla Pedrosa

DIRECTORES

Prof. Dr. D. Manuel Albornoz Cabello
Prof. Dr. D. Sergio Hernández Sánchez

Sevilla, mayo de 2021

AGRADECIMIENTOS

A mis directores de tesis el Dr. Manuel Albornoz y el Dr. Sergio Hernández por todo lo que me han enseñado, por la paciencia infinita que han tenido en todo momento, aguantando mis idas y venidas con las mismas ganas, desde que nos cruzamos el primer día para formar este proyecto. Gracias por no dejarme abandonar en los momentos más complicados, mostrando siempre un apoyo incondicional.

A mi padre por haberme dado una educación en valores, enseñándome a ser yo mismo y currar duro sin esperar nada a cambio, pero siempre sabiendo que no hay mayor satisfacción que la del deber cumplido. Gracias por enseñarme a amar esta profesión, de la que tuvimos muy poquito tiempo para compartir, pero que la defenderé con mi sudor hasta el último momento, como tú solo hiciste.

A mi madre, por no desistir nunca en el empeño de llevar nuestros proyectos adelante, porque cuando todo se tambalea nunca dejas de confiar ciegamente en tus hijos. Mamá, de ti aprendimos a ser incansables y valientes, a que nada es imposible con voluntad y esfuerzo. Eres ejemplo de lucha.

A mi novia Marta, por ser tan especial, tan única y capaz de convertir con una simple sonrisa en oro todo lo oscuro y malo que pase. Eres el faro que ilumina todos los días de mi vida. Desde que llegaste has sabido sacar lo mejor de mí, y esta tesis es tanto tuya como mía. Gracias por tu paciencia y cariño. Te quiero.

A mi hermana, porque desde la sombra consigues que todo funcione a la perfección, que todos estemos felices encontrando nuestra máxima paz y tranquilidad. Por tu inestimable ayuda en todos los proyectos personales y profesionales que he llevado a cabo. No tengo dudas de que conseguirás todo lo que te propongas, eres ejemplo de constancia y esfuerzo.

A mi hermano mayor Ángel, por ser mi mentor y referente. Gracias por enseñarme tanto a nivel profesional y personal con esa forma particular, que solo tú, tu gran amigo Manuel y yo sabemos. Gracias por dejar que me equivocase una y mil veces, porque no se aprende con los años sino con el daño.

A mi familia política, en especial a Juan y Laura, desde que me conocísteis habéis depositado una confianza ciega en mí. Espero poder devolveros algún día todo lo que hacéis por mí.

A todos los que forman parte de la familia de AY 360° Salud&Deporte, gracias a vuestro tiempo y dedicación para que este proyecto común siga adelante.

A la entidad a la cual represento, el Real Betis Balompié S.A.D., por brindarme todas las facilidades para que este proyecto personal saliera adelante. A todos los compañeros con los que he compartido y comparto muchas horas, quienes de alguna manera me han ayudado y han soportado mis malos momentos durante todos estos años. En especial a David y Raúl, por encender la mecha que dio lugar a este trabajo, por comportaros como unos padres cada día y ser mis mejores referentes en la fisioterapia deportiva. Sabéis transmitir como nadie que no hay nada más importante que trabajar en la sombra y en equipo.

A todos mis amigos, en especial a los de mi colegio y a mi grupo más cercano, “Los Lareilos”, quienes siempre han confiado en mí. Gracias Grego, Peña, Angelito y Cepeda por no dejar que jamás cayera, por apoyarme y guiarme cuando más lo necesitaba.

A todos mis compañeros, profesores y educadores, que han sido partícipes de mi educación y trayectoria personal.

A mis padres, a mi hermana y a Marta,

ÍNDICE

	Página
Agradecimientos.....	I
Índice.....	V
Índice de tablas y figuras.....	IX
Listado de abreviaturas.....	XI
Resumen.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Incidencia lesional y características de las lesiones en el fútbol.....	3
1.2. Factores de riesgo influyentes en las lesiones.....	8
1.3. El control de la carga en el fútbol.....	10
1.3.1. Sistemas de monitorización de la carga externa en el fútbol.....	10
1.4. Demandas físicas.....	13
1.4.1. Demandas físicas en el fútbol.....	14
1.4.1.1. Demandas físicas según la posición específica en diferentes competiciones.....	18
1.4.1.2. Demandas físicas y sistemas tácticos.....	20
1.4.1.3. Otros aspectos que interfieren en las demandas físicas.....	21
1.4.1.4. Demandas físicas y lesión.....	24
1.4.1.4.1. Modelos actuales del control de la carga a través de las demandas físicas para la prevención de lesiones.....	27
2. JUSTIFICACIÓN.....	29
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	33
3.1. Objetivos.....	35
3.2. Hipótesis.....	35

4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS.....	37
4.1. Otros resultados relevantes.....	54
5. DISCUSIÓN.....	57
5.1. Incidencia lesional.....	59
5.2. Tipo y localización de las lesiones.....	60
5.3. Severidad de las lesiones.....	61
5.4. Lesiones y posición.....	62
5.5. Demandas físicas.....	63
5.5.1 Herramientas para el control de la carga y las demandas físicas.....	63
5.5.2. Demandas físicas en ambas temporadas.....	64
5.5.3. Demandas físicas en función de la posición.....	65
5.6. Estudio de la correlación entre demandas físicas, lesiones y posición.....	67
5.6.1. Estudio de correlaciones para la posición de mediocentro.....	67
5.6.2. Estudio de correlaciones para la posición de defensa central.....	68
5.6.3. Estudio de correlaciones para la posición de defensa lateral.....	69
5.6.4. Estudio de correlaciones para las posiciones de banda y delantero.....	70
5.7. Limitaciones.....	70
5.8. Prospectiva y futuras líneas de investigación.....	72
6. CONCLUSIONES.....	75
7. BIBLIOGRAFÍA.....	79
8. ANEXOS.....	105
Anexo 1. Convenio específico de investigación.....	107
Anexo 2. Comité ético.....	109

Anexo 3. Permiso de la entidad deportiva para la
publicación de datos de lesión de los jugadores y de
demanda física de La

Liga..... 110

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	Página
Tabla 1. Resumen de la metodología de la publicación	41
Tabla 2. Distribución de la localización de las lesiones en relación con la posición del jugador durante las dos temporadas	57
Figura 1. Apéndice C del formulario del Consenso para las lesiones de Fuller y colaboradores (2006)	4
Figura 2. Relación incidencia-severidad	7
Figura 3. Marco teórico para el manejo del riesgo en el deporte	8
Figura 4. Modelo dinámico de la etiología lesional en el deporte	9
Figura 5. Modelo de carga de trabajo-etilogía lesional	9
Figura 6. Reporte de datos de la distancia recorrida a diferentes intensidades en un partido de la temporada 2012-2103	12
Figura 7. Maletín de dispositivos GPS	13
Figura 8. Fórmula para el cálculo de la Carga Corporal	17
Figura 9. Fórmula para el cálculo de la Potencia Metabólica	17
Figura 10. Número de aceleraciones en función de la posición y el sistema táctico	21
Figura 11. Esquema de la desaceleración como mediador en el daño tisular	26

LISTADO DE ABREVIATURAS

FIFA = Fédération Internationale de Football Association

UEFA = Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol

PL = Premier League

GPS = Global Position Systems

Hz = Hertzios

DTR = Distancia Total Recorrida

m/s = metros por segundo

km/h = kilómetros por hora

CAI = Carreras a Alta Intensidad

CMAI = Carrera a muy alta intensidad

AAI = Acciones a Alta Intensidad

m.m = metros por minuto

m/s² = metros por segundo al cuadrado

PM = Potencia Metabólica

HMLD = High Metabolic Load Distance

CL = Champions League

UEL = UEFA Europa League

ACWR = Ratios de Carga Agudo:Crónico

SBI = Sprint de Baja Intensidad

SAI = Sprint de Alta Intensidad

RESUMEN

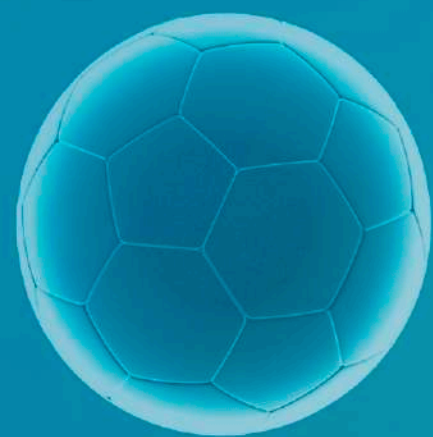
Objetivo. Analizar la relación entre el registro lesional de los entrenamientos y partidos con las variables de demanda física observadas durante la competición con el sistema Mediacoach® en los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga de España durante dos temporadas consecutivas.

Metodología. Los participantes fueron 30 jugadores de La Liga (edad: $26,07 \pm 3,78$ años). Se recogieron las variables físicas de Distancia Total Recorrida, Sprint a baja Intensidad y Sprint a Alta Intensidad de los 38 partidos de ambas temporadas a través del programa Mediacoach®. Estos datos fueron correlacionados en función de las posiciones de defensa central, defensa lateral, mediocentro, bandas y delanteros con la incidencia lesional, el número de lesiones, la severidad, el tipo, el momento de lesión y la localización.

Resultados. Se mostraron correlaciones significativas en la Distancia Total Recorrida para los mediocentros en lesiones moderadas ($r=0,810$; $p=0,027$), de tipo articular-ligamentaria ($r=0,802$; $p=0,030$), en el número de lesiones en entrenamientos ($r=-0,810$; $p=0,027$) y para los defensas centrales en menores ($r=-0,975$; $p=0,005$) y en las de tipo musculares-tendinosas ($r=-0,949$; $p=0,014$). En Sprint de Baja Intensidad para los laterales en: número de lesiones en entrenamientos ($r=-0,805$; $p=0,029$), lesiones leves ($r=-0,866$; $p=0,012$), pie ($r=-0,791$; $p=0,034$), lumbar/sacro/pelvis ($r=-0,791$; $p=0,034$), incidencia a entrenamientos ($r=-0,800$; $p=0,031$) e incidencia total ($r=-0,775$; $p=0,041$). En los metros a Sprint de Alta Intensidad para los laterales lesiones menores ($r=0,849$; $p=0,016$) y los defensas para número de lesiones totales ($r=0,894$; $p=0,041$), lesiones moderadas ($r=0,894$; $p=0,041$) y las de tipo articular-ligamentaria ($r=0,894$; $p=0,041$). No se encontraron diferencias para las posiciones de banda y delantero.

Conclusión. Los hallazgos mostraron una relación entre las variables de rendimiento de los partidos y los datos del registro lesional en ciertas posiciones. Esto podría aportar información relevante a los servicios

médicos y cuerpos técnicos para la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento.



1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En el fútbol las lesiones de los jugadores tienen un gran impacto en el rendimiento de los mismos y por lo tanto para sus respectivos equipos debido a la pérdida de sesiones de entrenamiento y de partidos jugados, tal como se ha evidenciado en diferentes competiciones de nacionales, internacionales, de clubes o selecciones (Dvorak et al., 2011; Hägglund et al., 2013; Orhant et al., 2010; Walden et al., 2005).

Actualmente, el rendimiento y el éxito deportivo de los equipos profesionales depende, entre otras variables, de la estabilidad económica. Se ha estimado que las lesiones deportivas en el fútbol interfieren de manera directa, suponiendo un coste medio de 500.000 euros al mes por cada jugador lesionado (Ekstrand, 2013). En ligas como la Premier League inglesa, desde el año 2013, la consultoría Marsh realiza auditorías en todos los equipos en relación a éstas. La última llevada a cabo en la temporada 2018/2019, estimó el coste total de todos los equipos profesionales participantes en 221 millones de libras, un 3% mayor que en la temporada anterior (Marsh JLT Specialty, 2019).

1.1. Incidencia lesional y características de las lesiones en el fútbol

Desde principios del siglo XXI instituciones oficiales, como la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) y la Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol (UEFA), se han interesado por el estudio de la incidencia lesional (Ekstrand et al., 2013). Fuller et al. (2006) en el Consenso en torno a las lesiones celebrado en Zúrich, estipularon criterios únicos para la recogida de los datos. Además, expresaron la incidencia lesional a través de una fórmula matemática que daba como resultado el número de lesiones por cada 1000 horas de exposición total, o de manera más concreta, la resultante durante la actividad en los entrenamientos o partidos. Dentro del tiempo de entrenamiento se contempló cualquier trabajo encaminado a las mejoras físicas o habilidades propias del deporte,

mientras que en los partidos fue el tiempo donde existía enfrentamiento entre diferentes clubes. Así mismo, aportaron información de la incidencia en función al tipo de lesión, la localización, el mecanismo de producción o la severidad entre otras, como puede comprobarse en la figura 1.

The image shows a form titled "Exposure Report Form" with the subtitle "(for the documentation of individual players' exposures)". It includes a FIFA logo and a field for "(Team) Player-code:". Below this is a large table with columns for "Date", "Training / Match", "Study specific variable", and "Player Code No.". The "Player Code No." column has a sub-header "Report the duration of training and match play for each player (minutes)". The table has 10 columns and 20 rows. A small copyright notice "© ICG 2006" is visible at the bottom right of the form.

Figura 1. Apéndice C del formulario del Consenso para las lesiones de Fuller y colaboradores (2006)

En este sentido, el análisis de la incidencia y de las características lesionales debe ser riguroso, de forma que, los trabajos que se lleven a cabo tanto para la prevención de lesiones como para mejoras en el rendimiento deben ser lo más específicos posible (Larruskain et al., 2018; Pfirrmann et al., 2016; Sprouse et al., 2020).

Se han realizado investigaciones sobre las lesiones en diferentes períodos competitivos o de preparación como la pretemporada (Woods et al., 2002). Por otra parte, existen numerosos estudios sobre la incidencia lesional en competición o entrenamientos de diferentes ligas nacionales y competiciones internacionales.

Un meta-análisis reciente muestra que la incidencia general en los jugadores de fútbol masculinos fue de 8,1 lesiones/1000 horas de exposición, sin variar significativamente entre equipos profesionales de diferentes ligas y niveles competitivos (López-Valenciano et al., 2020). Esta incidencia fue 10 veces mayor en los partidos que en los entrenamientos (36 lesiones/1000 horas en los partidos frente a 3,7 lesiones/1000 horas en los entrenamientos) siendo la extremidad inferior la zona con mayor afectación (6,8 lesiones/1000 horas de exposición) y las lesiones músculo-tendinosas las más frecuentes (4,6 lesiones/1000 horas de exposición).

En una publicación llevada a cabo en 23 clubes de alto nivel europeo de diferentes ligas durante 7 temporadas, se estableció una incidencia lesional de 8 lesiones/1000 horas de exposición (Ekstrand et al., 2011). La media por equipo fue de 50 lesiones durante una temporada, por lo que un equipo de fútbol profesional de 25 jugadores sufre aproximadamente dos lesiones por jugador y un 12% de indisponibilidad en cuanto al tiempo total de exposición a entrenamientos y partidos. La localización más frecuente fue en los miembros inferiores, con un porcentaje del 87%, afectando a los isquiosurales en un 12%.

Noya Salces et al. (2014) informaron en 2014 sobre las lesiones acontecidas durante una temporada en 16 equipos de la primera división española, detallando la incidencia, tipo, localización y severidad lesional. Destacaron que hubo mayor incidencia en competición que en los entrenamientos. Las lesiones más frecuentes fueron las que surgieron por sobreuso, de carácter músculo-tendinoso, localizadas en el muslo y de menor severidad. También añadieron el momento de la temporada como

aspecto a destacar, reflejando un mayor número de lesiones durante la pretemporada.

Los servicios médicos de 9 clubes profesionales de la Premier League analizaron durante dos temporadas las lesiones de la musculatura isquiosural (Woods et al., 2004), suponiendo éstas el 12% de todas las lesiones, con una media de 18 días de baja y siendo el mecanismo lesional en un 57% de los casos la carrera. Además, el bíceps femoral presentó mayor porcentaje de lesión (53%) que el resto de músculos del complejo isquiosural. Otro aspecto importante que resaltaron respecto a las recaídas es que hubo 12% de nuevos episodios de re-lesión. En esta misma línea, (Ekstrand et al., 2011) en un análisis de 2908 lesiones musculares, establecieron que un jugador sufre de media 0,6 por temporada, lo que constituye el 31% del total de todas las lesiones. Con lo que un equipo registra en torno a 15 lesiones musculares por temporada, siendo el 37% localizadas en el grupo isquiosural y provocando un 27% del total de días de ausencia. Estudios más recientes, donde se observó durante 13 temporadas a 36 clubes europeos de diferentes ligas, demostraron que no ha habido cambios en la tasa de lesiones isquiosurales sino un aumento del promedio anual del 2,3%. En relación a los entrenamientos, se incrementó en un 4% cada año, aunque hubo una tasa de lesiones mayor en partidos (Ekstrand et al., 2016).

Algunos autores han señalado la importancia de la severidad o la duración de las lesiones para guiar a los servicios médicos y a las áreas de rendimiento físico en torno al tiempo estimado de baja. Un estudio de corte retrospectivo durante 16 temporadas en diferentes equipos europeos reflejó 22.942 lesiones, siendo la mayoría de carácter leve (menos a 7 días de ausencia) o moderadas (entre 8 y 28 días). Además, destacaron el tiempo de baja de las recidivas, donde fue de nuevo protagonista, entre otras estructuras, el grupo muscular isquiosural (Ekstrand et al., 2020).

En la misma línea, diversos investigadores han puesto de manifiesto la falta de acuerdo en el uso único del término “incidencia” para el estudio de la epidemiología de las lesiones en el fútbol, ya que las lesiones más frecuentes no tienen por qué ser aquellas que conllevan mayor número de días de baja. Por ello, propusieron un nuevo concepto derivado de la epidemiología médica denominado “carga de lesión” (“Burden Injury”) que realiza una combinación entre la tasa de incidencia y la severidad lesional. Usualmente es representado como el número de días perdidos o de baja por cada 1000 horas de exposición (Bahr et al., 2018).

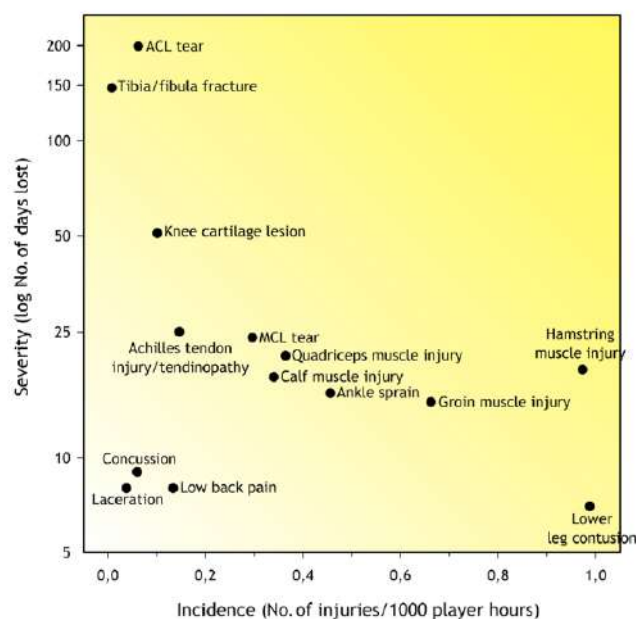


Figura 2. Relación incidencia-severidad. Extraída del estudio de Bahr y colaboradores (2017)

Con respecto a otras variables, una reciente revisión sistemática recogió diferentes trabajos que relacionaron el riesgo lesional con la posición específica en el campo de futbolistas de diferentes niveles durante los entrenamientos y los partidos (Della Villa et al., 2018). Algunos estudios mostraron que tanto los delanteros como los defensas sufrieron mayor número de lesiones con respecto al resto de posiciones (Andersen et al., 2003; Aoki et al., 2012; Arliani et al., 2018; Carling et al., 2010). Sin embargo, otros no mostraron resultados concluyentes en este sentido (Dauty & Collon, 2011; Morgan & Oberlander, 2001; Shalaj et al., 2016).

1.2. Factores de riesgo influyentes en las lesiones

En el mundo del deporte existen diferentes modelos basados tanto en teorías simples como complejas que intentan exponer los factores de riesgo a los que los deportistas están expuestos en su vida diaria o durante la actividad deportiva (Bahr & Krosshaug, 2005; Bittencourt et al., 2016; McIntosh, 2005). Esto junto con el estudio de la incidencia lesional, las demandas propias del deporte, el manejo de la carga o las capacidades del atleta se han determinado como elementos relevantes a la hora de establecer medidas preventivas en torno al riesgo de lesión (Roe et al., 2017; van Mechelen et al., 1992).

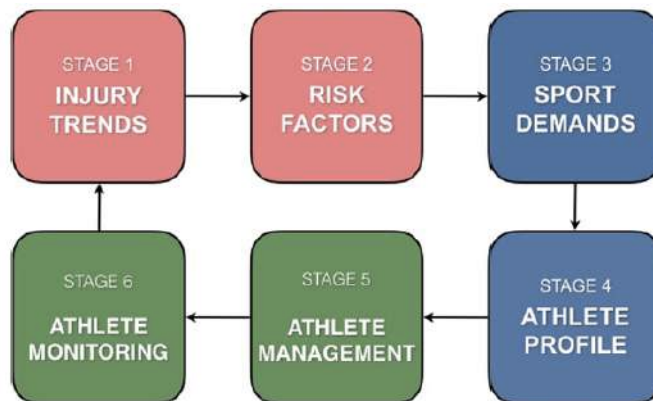


Figura 3. Marco teórico para el manejo del riesgo en el deporte. Extraído de Roe y colaboradores (2017)

De manera operativa, en la práctica diaria, se ha utilizado comúnmente la terminología propuesta por algunos autores como Meeuwisse et al. (2007). Su planteamiento considera diferentes factores intrínsecos como la edad o las lesiones previas y otros de carácter extrínseco como el equipamiento o las características del terreno de juego. Durante la actividad deportiva, estas variables se interrelacionan unas con otras en un modelo dinámico donde el deportista puede ir hacia un proceso de adaptación o sufrir un evento lesional.

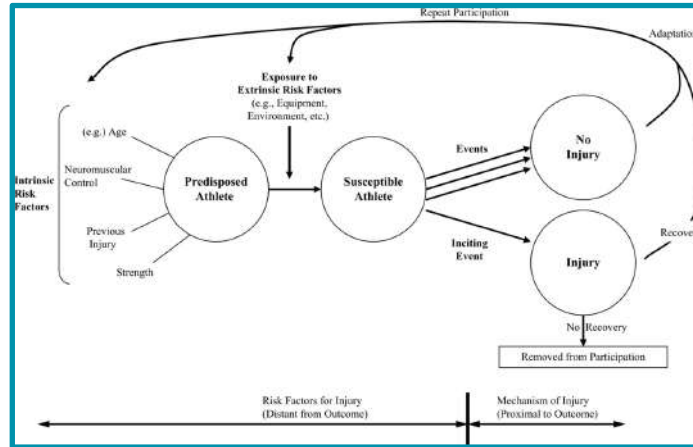


Figura 4. Modelo dinámico de la etiología lesional en el deporte. Extraído de Meeuwisse y colaboradores (2007)

Posteriormente Windt & Gabbett (2017), propusieron un nuevo modelo de etiología lesional. Estos autores realizaron una división de los factores de riesgo intrínsecos en no modificables y modificables. En estos últimos destacaron la carga de trabajo a la que es sometido el deportista como variable más importante. Además, explicaron que es el principal proceso por el que el individuo está expuesto a varios factores de riesgo externos y que pueden dar lugar a una adaptación al entrenamiento y, por consiguiente, a mejoras en el rendimiento físico, en casos de un manejo correcto. Por otra parte, debido al acúmulo excesivo de carga o a un defecto, derivaría en un entorno de susceptibilidad dando lugar a la fatiga o a la presencia de una lesión.

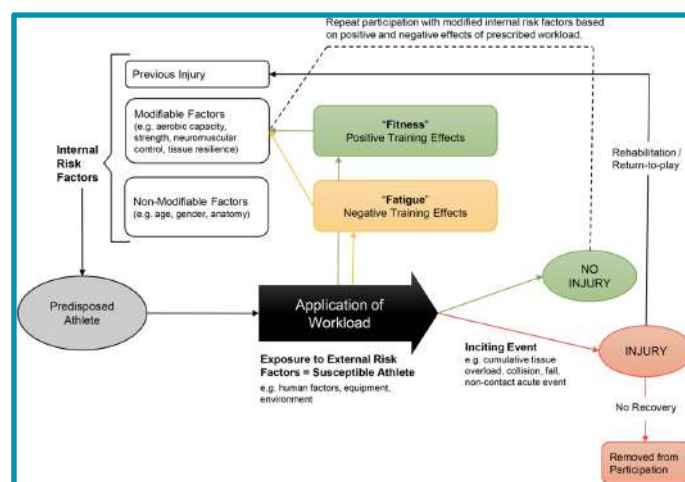


Figura 5. Modelo de carga de trabajo-etología lesional. Windt y Gabbett (2017)

1.3. El control de la carga en el fútbol

La carga se ha definido según (González-Badillo & Ribas, 2002) como “el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas provocadas por las actividades de entrenamiento”. Debido a ello se conoce que las diferentes cargas de entrenamiento a las que han sido sometidos los deportistas, provocaron respuestas heterogéneas en el organismo (Seiler et al., 2007). Por lo tanto, su correcto manejo se considera fundamental para la optimización del rendimiento físico y la prevención de lesiones en el deporte (Brink et al., 2010; Gabbett, 2016). Incluso se han llegado a considerar las lesiones por sobreuso como un error en el control de las cargas de entrenamiento (Gabbett et al., 2016).

Por un lado, encontramos que la carga interna hace referencia a la respuesta física y fisiológica al entrenamiento o estrés producido por el ejercicio en respuesta a la carga externa aplicada. Para su estudio destacan el análisis de la frecuencia cardíaca, el Índice de Esfuerzo Percibido (RPE), el consumo de oxígeno o el lactato presente en el torrente sanguíneo (Borresen & Lambert, 2009). Por otro lado, la carga externa se define como el trabajo que es realizado por los deportistas, pudiendo ser cuantificado en el fútbol a través de los patrones de movimiento o de las variables de demanda física como: distancias, velocidad, aceleraciones o desaceleraciones, entre otras (Bourdon et al., 2017).

1.1.3. Sistemas de monitorización de la carga externa en el fútbol

El análisis de la carga externa, y por tanto del rendimiento físico en el fútbol, se ha llevado a cabo a través de diferentes sistemas de recogida de datos (Bangsbo et al., 2006; Bradley et al., 2009) En sus inicios comenzaron mediante técnicas manuales y evolucionaron hasta procedimientos más sofisticados e informatizados (Ballesta Castells et al., 2015).

Así, en 1931 y a través de el uso del papel y el lápiz con plantillas a escala, aparecen los primeros análisis de la distancia cubierta en competición en baloncesto (Nevill et al., 2008). En el fútbol, fue en 1976 cuando comenzaron a estudiarse los diferentes movimientos, como trotar, esprintar o correr de espaldas, en jugadores del fútbol inglés durante un partido mediante el análisis de un video grabado (Reilly & Thomas, 1976). Otros analistas, en las décadas de los 80 y los 90, iniciaron el cálculo de los desplazamientos a diferentes velocidades (Castellano & Casamichana, 2014). Más adelante, a través de la aparición de los primeros sistemas informáticos, hubo una evolución en la rapidez del análisis (Pollard et al., 1988). A partir de aquí surgieron diferentes métodos, donde destacaron sistemas validados como el de clasificación del movimiento o la utilización de cámaras de seguimiento denominadas “Player Cam” (Bloomfield et al., 2005; Carling et al., 2008). Posteriormente, y debido a las dificultades que los anteriores sistemas presentaban, como la utilización de una cámara por jugador, aparece tecnología más precisa denominada “tracking” que utiliza incluso satélites para el seguimiento de los movimientos de todos los jugadores (Liebermann et al., 2002).

Por otra parte, aparecen sistemas de registro más modernos y completos de carácter semiautomático que son capaces de registrar los movimientos de los jugadores a través de un software de manera casi automática aportando datos tácticos y de rendimiento físico con mayor precisión como distancias a diferentes velocidades llamados “videotracking” (Ballesta Castells et al., 2015). En este sentido existen diferentes dispositivos validados, entre los que destacan Mediacoach® en La Liga® española que en la actualidad permite realizar seguimiento en tiempo real (Felipe et al., 2019; Pons et al., 2019), y otros como ProZone® en la competición inglesa (Di Salvo et al., 2006) y AMISCO® en la liga francesa (Castellano et al., 2014).

Metros recorridos por intensidades							
Minutos partido	Parado	Caminando	Jogging	Corriendo	Sprint baja intensidad	Sprint alta intensidad	Total
1ª Parte							
0' - 5'	5 m	177 m	351 m	159 m	18 m	11 m	714 m
5' - 10'	6 m	182 m	211 m	123 m	19 m	0 m	540 m
10' - 15'	14 m	193 m	111 m	189 m	15 m	0 m	523 m
15' - 20'	6 m	180 m	154 m	53 m	0 m	9 m	403 m
20' - 25'	4 m	222 m	227 m	97 m	8 m	0 m	558 m
25' - 30'	2 m	176 m	796 m	106 m	0 m	0 m	580 m
30' - 35'	11 m	192 m	267 m	96 m	13 m	0 m	579 m
35' - 40'	6 m	175 m	300 m	81 m	18 m	0 m	581 m
40' - 45'	6 m	169 m	229 m	59 m	0 m	8 m	471 m
Total 1ª Parte	60 m	1.667 m	2.148 m	654 m	91 m	28 m	4.949 m
2ª Parte							
45' - 50'	4 m	177 m	231 m	141 m	33 m	10 m	597 m
50' - 55'	14 m	194 m	215 m	58 m	7 m	11 m	498 m
55' - 60'	4 m	233 m	120 m	119 m	0 m	42 m	517 m
60' - 65'	10 m	218 m	169 m	143 m	40 m	0 m	580 m
65' - 70'	2 m	198 m	251 m	61 m	24 m	0 m	538 m
70' - 75'	3 m	208 m	208 m	108 m	21 m	6 m	554 m
75' - 80'	1 m	195 m	264 m	58 m	7 m	0 m	525 m
80' - 85'	3 m	185 m	228 m	84 m	10 m	9 m	519 m
85' - 90'	4 m	198 m	248 m	79 m	0 m	0 m	529 m
90' - TA'	1 m	103 m	121 m	37 m	0 m	0 m	263 m
Total 2ª Parte	47 m	1.910 m	2.056 m	887 m	142 m	78 m	5.120 m
Total Partido	107 m	3.577 m	4.205 m	1.841 m	233 m	106 m	10.068 m
I.Medio 1ª Parte	7 m	185 m	239 m	106 m	10 m	3 m	
I.Medio 2ª Parte	5 m	203 m	219 m	94 m	15 m	8 m	
I.Medio Total	6 m	194 m	229 m	100 m	13 m	6 m	

Figura 6. Reporte de datos de la distancia recorrida a diferentes intensidades en un partido de la temporada 2012-2103 (extraído de Mediacoach®)

El método más empleado para el control de la carga externa ha sido la tecnología “Global Positioning Systems”, comúnmente conocido como GPS que fue validado a los años 2010/2011 (Aughey, 2011; Coutts & Duffield, 2010). Sin embargo, no fue posible el uso del GPS durante los partidos de fútbol hasta que la FIFA lo permitió en el año 2015 (Clubb, 2015). Estos dispositivos incorporan además otras tecnologías que le aportan ciertas ventajas frente a los sistemas de videotracking, como acelerómetros y giroscopios que facilitan datos de otras variables como las aceleraciones, desaceleraciones o impactos, además de agregar de manera simultánea monitores de frecuencia cardíaca para el control de la carga interna (Malone et al., 2017). Cabe destacar que se han descrito diferentes frecuencias de muestreo que indican la calidad y fiabilidad de los datos, ya que a diferente frecuencia el porcentaje de error es diferente, siendo el de 10 Hz el que mejor capacidad de registrar pequeños movimientos aporta (Johnston et al., 2012; Varley et al., 2012). Aunque es importante añadir que a medida que la distancia aumenta se ha demostrado que la fiabilidad del GPS es mayor (Jennings et al., 2010)



Figura 7. Maletín de dispositivos GPS

Tanto los sistemas de videotracking como con los GPS han sido comparados en algunos estudios, demostrando que ambos son elementos fiables para el control de las demandas físicas y por lo tanto para el manejo de la carga externa (Randers et al., 2010). De hecho, en La Liga se ha validado el sistema de videotracking con GPS, y en la actualidad se utilizan de forma simultánea (Pons et al., 2019).

1.4. Demandas físicas

Entendiendo la carga de trabajo como el principal factor de riesgo que interfiere de manera directa en las adaptaciones de los atletas, algunos autores han estimado que las demandas físicas presentes en la actividad deportiva son un aspecto importante a tener en cuenta (Meeusen et al., 2013; Young et al., 2012). Como resultado, se postularon dentro del grupo de variables más utilizadas a la hora del manejo del riesgo de lesión, y como consecuencia, en la búsqueda de un mejor rendimiento de los deportistas (Dupont et al., 2010). Se pueden destacar diferentes aspectos relacionados expresamente con la práctica del fútbol en relación con las demandas físicas. Se describen y analizan las más estudiadas a continuación:

1.4.1. Demandas físicas en el fútbol

El fútbol se ha descrito como una actividad físico-deportiva de carácter intermitente donde se intercalan acciones de corta duración y alta intensidad, tales como sprints, aceleraciones, desaceleraciones, giros o saltos; con otras de mayor duración y baja intensidad o momentos de recuperación (V. Di Salvo et al., 2007; Mohr et al., 2003). Durante los partidos, los jugadores recorren una distancia media total (Distancia Total Recorrida “DTR”) de entre 8 y 14 kilómetros, realizando un cambio de acción o movimiento cada 4-6 segundos, donde varían el ritmo de 1,4-10 m/s y como resultado llevan a cabo alrededor de 1300 acciones (Bangsbo et al., 2006; Bloomfield et al., 2007; Stolen et al., 2005). Se ha observado que esta DTR disminuye de manera general en la segunda parte del juego (Gonçalves et al., 2018), y que aumentos del número total de metros se relacionan con adaptaciones a variables contextuales (Folgado et al., 2015).

En la bibliografía existe una gran variabilidad a la hora de definir las zonas de intensidad a las que se desplazan los jugadores (Bradley et al., 2013; Bradley et al., 2014; Buchheit et al., 2010a; Carling et al., 2012; Castanga et al., 2009; Harley et al., 2010; Sarmiento et al., 2014). Generalmente y dependiendo del sistema de análisis utilizado, se definen 6 zonas de 0 a 36 km/h que van desde caminar a esprintar (Cummins et al., 2013). Aunque en una revisión sistemática realizada por Randers y colaboradores, (Randers et al., 2010) se fijaron 8 zonas e incluso añadieron la carrera de espaldas. A modo de resumen, las 6 zonas corresponderían según autores como Bradley (Bradley et al., 2009) a estar parado (0-0,6 km/h), caminando (0,7-7,1 km/h), trotando (7,2-14,3 km/h), corriendo (14,9-19,7 km/h), corriendo a alta velocidad (19,8-25,1) y esprintando (por encima de 25,1 km/h). Asimismo, delimitaron las carreras de alta intensidad (CAI) por encima de 14,4 km/h y las de muy alta intensidad (CMAI) a partir de 19,8 km/h. En esta misma dirección, el sistema de videoanálisis utilizado en el fútbol profesional español denominado Mediacoach® las delimitó entre

14-21 km/h y 21.1-24 km/h (Felipe et al., 2019). Otros investigadores mediante Amisco®, establecieron las CAI entre 21 y 24 km/h (Dellal et al., 2011). Añadir que en ambos dispositivos la velocidad de sprint se implantó por encima de los 24 km/h.

Como se ha señalado, existe gran variabilidad a la hora de exponer las zonas de intensidad. Por ello, Buchheit (2010b; 2013) expuso la necesidad de crear perfiles individuales en función a la velocidad máxima de cada jugador, atendiendo a los datos de rendimiento adquiridos en diferentes sesiones de entrenamiento o competición, en base a secuencias de sprint. De esta forma, las estrategias para la mejora del rendimiento serían más precisas y no se subestimarían las franjas de velocidad en aquellos jugadores más rápidos.

Las acciones de alta intensidad (AAI) que engloban tanto a las CAI, las CMAI y los sprints, han demostrado tener frente a otras variables como la DTR, mayor correlación con el rendimiento físico y por lo tanto son mejores indicadores a la hora de monitorizar o tomar decisiones con respecto a las intervenciones en los jugadores de fútbol (Krustrup et al., 2005). Igualmente, se estimó que el número y la intensidad de estos esfuerzos en diferentes contextos tácticos serán mayores (Lago, 2014). Existe una gran variabilidad en la cantidad de AAI durante los partidos dependiendo de como se hayan definido estas zonas. Para algunos autores los jugadores recorren con respecto a la distancia total 3,9-7% o 297-691 metros en CAI (19,1 y 23 km/h) y 2,1-4% o 215-437 metros a sprint (>23km/h) (Barros et al., 2007; V. Di Salvo et al., 2007). Otros autores, mostraron un 2-6% o 697-716 metros en CAI (19,8-25 km/h) y 0,6-2% 199-264 metros recorridos a sprint (>25 km/h) (Bradley et al., 2010; Rampinini et al., 2007). En trabajos más recientes se han observado valores de 1614 metros para las CAI, 847 metros en las CMAI y 184 metros en los esfuerzos a sprint (Carling et al., 2016; Dalen et al., 2016; Stevens et al., 2017).

Aparte de la distancia o el porcentaje de metros recorridos a sprint para el análisis del rendimiento de los jugadores durante los partidos, algunos trabajos han destacado el estudio del número y duración de estas intensidades, e incluso la velocidad máxima alcanzada (Andrzejewski et al., 2013; Taylor et al., 2017). Al mismo tiempo, también han resaltado la importancia de los valores relativos y no absolutos de las distancias alcanzadas, de manera que implantaron el valor metros por minuto (m.m) para hacer referencia a los esfuerzos de manera más precisa y lo justificaron exponiendo que pueden existir esfuerzos intensos en períodos cortos o sesiones de entrenamiento con poco volumen (Ehrmann et al., 2016; Riboli et al., 2021; L. Suarez-Arrones et al., 2014). También se ha detallado que sería interesante manejar umbrales de velocidad individuales, ya que se estarían subestimando algunos valores debido a que aquellos jugadores más lentos realizan mayor volumen de CAI y velocidad frente a los más rápidos (Murray et al., 2017).

Según algunos autores resulta necesario analizar otras acciones como las aceleraciones o desaceleraciones que se producen durante la práctica del fútbol, ya que causan estrés físico en los jugadores y son más exigentes desde el punto de vista energético (Dalen et al., 2016). Asimismo, se ha demostrado que el número de aceleraciones en el fútbol suponen entre 3 y 8 más que el número de sprints (Aughey & Varley, 2013). Otro aspecto importante, que se muestra en la literatura, es que este tipo de esfuerzos máximos son realizados en distancias cortas e iniciados a baja velocidad, por lo que no se detectan en ciertos sistemas tradicionales (Haugen & Buchheit, 2016).

Existe mucha variabilidad a la hora de cuantificar las desaceleraciones y aceleraciones, sobretodo aquellas consideradas de alta intensidad (Damian J. Harper et al., 2019). Según el autor consultado encontramos diferentes perfiles o umbrales de aceleración. Bradley y colaboradores los definieron en moderado ($2,5 - 4 \text{ m/s}^2$) y alto ($>4 \text{ m/s}^2$) (Bradley et al., 2010). Otros, las clasificaron en medias ($1-1,9 \text{ m/s}^2$), altas

(2-2,9 m/s²) y máximas (>3 m/s²) (Osgnach et al., 2010). Akenhead y colaboradores (Akenhead et al., 2013) los establecieron en: bajo (1-2 m/s²), moderado (2-3 m/s²) y alto (>3 m/s²). Por último, Casamichana et al. (2013) las dividió en zona 1 (1-1,5 m/s²), zona 2 (1,5-2 m/s²), zona 3 (2-2,5 m/s²) y zona 4 (>3 m/s²).

Para el cálculo de la acelerometría se utilizan diferentes indicadores, entre los que destacan los impactos y la Carga Corporal (Gómez-Carmona et al., 2019). Los impactos recogen la intensidad de las aceleraciones o desaceleraciones producidas por los cambios físicos derivados de diferentes acciones como saltos o colisiones, quedando englobados en 6 zonas (McLellan et al., 2011). En cuanto a la Carga Corporal se definió como aquella de carácter acelerativo a la que es sometida el individuo en los tres ejes (X,Y y Z) permitiendo estimar la carga total en unidades arbitrarias (Barrett et al., 2014).

$$PL_n = \sqrt{\frac{(X_n - X_{n-1})^2 + (Y_n - Y_{n-1})^2 + (Z_n - Z_{n-1})^2}{100}}$$

Figura 8. Fórmula para el cálculo de la Carga Corporal. Extraído de Reche-Soto y colaboradores (2019)

La Potencia Metabólica (PM) es otro indicador que se ha utilizado para cuantificar los esfuerzos realizados por lo jugadores de fútbol (Di Prampero et al., 2005). Su cálculo se realiza a través del costo de energía y las velocidades realizadas durante la actividad, con el objetivo de estimar el gasto energético total por kilogramo por segundo. (Gaudino et al., 2014) En este sentido, Tierney aportó el término “High Metabolic Load Distance” (HMLD) que representa la distancia recorrida a altas intensidades por un jugador cuando su PM supera el valor 25,5 W*kg⁻¹ (Tierney et al., 2016).

$$PM = EC \times S$$

Figura 9. Fórmula para el cálculo de la Potencia Metabólica. Extraído de Reche-Soto y colaboradores (2019)

1.4.1.1 Demandas físicas según la posición específica en diferentes competiciones

Los valores de rendimiento pueden estar influenciados por diferentes factores entre los que destaca la posición del jugador (Casamichana et al., 2021), como se observó en clubes que jugaron Champions League (CL) donde los mediocentros recorrieron mayor número de metros que otros jugadores, concretamente 12.027 metros (Bradley et al., 2011; Di Salvo et al., 2007). En este sentido, se estudiaron diferentes zonas de sprint en función del tiempo y la distancia en 147 jugadores que jugaron 10 partidos de UEFA Europa League (UEL) y se observó que los delanteros y jugadores de banda realizaron mayor número de sprints (Andrzejewski et al., 2013). Otro estudio analizó a 717 jugadores que compitieron en UEL y CL durante 4 temporadas, concluyéndose que los jugadores de banda realizaron mayor número y metros a sprint frente a otras posiciones (Di Salvo et al., 2010)

Existen investigaciones que han desarrollado los perfiles de rendimientos en diferentes ligas europeas. Concretamente, en La Liga española se ha analizado tanto la DTR como la distancia y el número de esfuerzos en las AAI en función de la posición durante la competición, observándose que los laterales y centrocampistas realizaron DTR, mientras que laterales, bandas y delanteros recorrieron más metros y llevaron a cabo un mayor número de AAI que el resto de posiciones (Rivilla-García et al., 2019). Una nueva publicación, donde se analizaron las demandas físicas durante 4 temporadas, revela que en la primera división española las exigencias físicas disminuyeron más que en segunda división. Además, los resultados mostraron un descenso en la DTR y un aumento en las AAI (Pons et al., 2021).

Los diferentes estudios realizados en la Premier League, describen que los jugadores de banda y mediocentros mostraron mayor DTR y AAI en comparación con los delanteros y defensas. Además, se estudiaron las

AAI en períodos de 5 minutos donde hubo un descenso considerable tras aquellos de mayor intensidad y al final del encuentro (Bradley et al., 2009). En otro estudio posterior en la misma competición, tanto los jugadores de banda como los mediocentros y delanteros realizaron mayor distancia en CAI. Por otra parte, los autores también refirieron que los jugadores de banda, laterales y delanteros alcanzaron mayor velocidad máxima frente a los centrocampistas o defensas centrales (Bradley et al., 2010). Publicaciones más recientes han detallado la evolución en los parámetros de rendimiento físico en diferentes posiciones del terreno de juego dentro de esta competición, existiendo un aumento de las distancias a sprint en los laterales y de media en todas las posiciones un aumento de las CAI entre el 24 y 36% (Bush et al., 2015).

En otras competiciones similares a la Premier League o La Liga como la Seria A italiana, se observó que los defensas cubrían menos distancia en CAI que los de otras posiciones. Asimismo, la distancia total recorrida fue mayor para las posiciones de centrocampista, lateral y delantero (Mohr et al., 2003).

En estudios más recientes aparecen algunas diferencias con respecto a lo comentado, como por ejemplo una menor tasa de trabajo en las acciones de sprints en los mediocentros (Baptista et al., 2018). Otros han utilizado datos de rendimiento más actuales, como la distancias relativas de las AAI en m.m, HMLD e incluso aceleraciones y desaceleraciones en diferentes momentos del partido y así poder comparar aquellos de carácter más exigente en función de la posición (Martín-García et al., 2018).

También se han estudiado los cambios producidos en el rendimiento físico cuando los jugadores cambian de posición dentro de un mismo partido, sin detectarse grandes diferencias de manera general, excepto en los cambios de defensa central a la posición de lateral, donde aumentaban de manera considerable la DTR y las AAI (Schuth et al., 2016).

1.1.4.2. Demandas físicas y sistemas tácticos

Existen estudios retrospectivos donde se ha demostrado que el juego ha evolucionado hacia un aumento de la intensidad de las acciones por parte de los jugadores (Wallace & Norton, 2014), lo que manifiesta la importancia de los requerimientos físicos dentro de rol táctico del jugador.

En referencia a los sistemas tácticos, investigadores portugueses y noruegos compararon el sistema 1-4-5-1 y el 1-3-5-2 hallando diferencias significativas entre ambos. Destacaron que existe mayor número de CAI en los defensas centrales para el sistema 1-4-5-1 debido a que tienen que cubrir más metros en el área con respecto al 1-3-5-2, donde son los laterales, bandas y mediocentros quienes realizan mayor distancia a esta intensidad (Baptista et al., 2019).

En esta misma dirección, se compararon los sistemas tácticos de 4-4-2, 4-3-3, 3-5-2, 3-4-3 y 4-2-3-1 en futbolistas profesionales (Tierney et al., 2016). En el 3-5-2 los jugadores recorrieron mayor DTR, más metros en CAI y en HMLD, mientras que en el sistema 4-2-3-1 encontraron mayor número de aceleraciones y desaceleraciones. En cuanto a las posiciones, en el 4-3-3 los mediocentros cubrieron mayor DTR que el 4-4-2, los delanteros mayor distancia en CAI en el 3-5-2 que en el 4-2-3-1. En cuanto a los mediocentros realizaron más HMLD en el 4-3-3 que en el 4-4-2, los delanteros mayor número de aceleraciones en el 4-3-3 que en el 4-2-3-1 y los laterales mayor número de desaceleraciones en el 3-5-2 que en el 4-4-2.

Una revisión sistemática reciente insistió en la importancia de la necesidad de incidir en los contextos posicionales, ya que diferentes variables como la desigualdad numérica o los reajustes dentro de los sistemas tácticos o tareas de entrenamiento pueden afectar al rendimiento del jugador (Low et al., 2020).

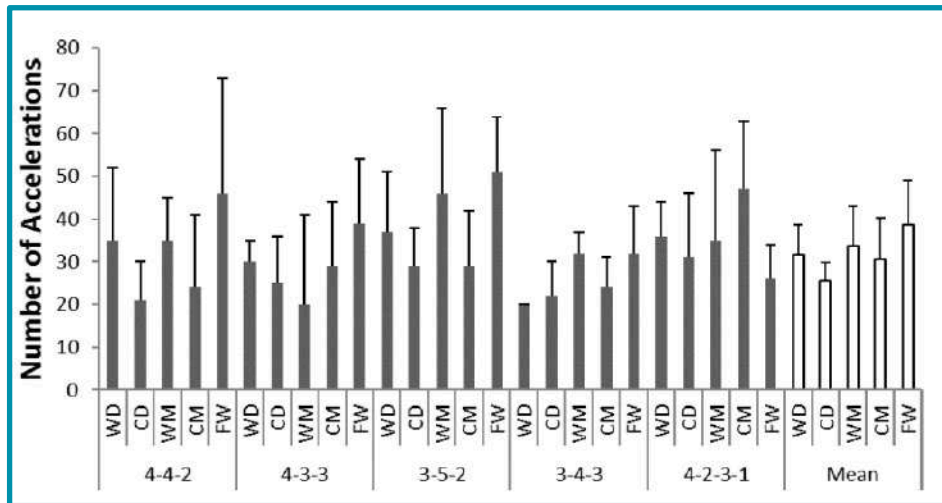


Figura 10. Número de aceleraciones en función de la posición y el sistema táctico. Extraído de Tierney y colaboradores (2016). Abreviaturas: WD (defensa lateral), CD (defensa central), WM (banda), CM (mediocentros) y FW (delantero).

1.1.4.3. Otros aspectos que interfieren en las demandas físicas

En la literatura científica se han analizado otras variables que pueden influir en los requerimientos o demandas físicas, como son:

- **Calidad técnica o categoría.** Algunas publicaciones han comparado equipos de diferentes divisiones. Concretamente, en Inglaterra examinaron a equipos profesionales de la primera división (Premier League) y la segunda división (Championship), y observaron que en la primera división los indicadores técnicos fueron superiores, mientras que en la segunda destacaron los de carácter físico (Bradley et al., 2013). En esta línea, investigadores españoles, hallaron diferencias entre equipos bien y mal clasificados en primera y segunda división al contrastar datos físicos, técnicos como posesión de balón y tácticos en relación al uso de las dimensiones del campo (Castellano & Casamichana, 2015).

- **Entrenador.** En aquellos casos donde hay cambios de entrenador, un estudio reciente en el fútbol profesional y semi-profesional español ha demostrado que no existen incrementos en el rendimiento físico durante los entrenamientos o partidos con respecto a los cambios de dirigente (Guerrero-Calderón et al., 2021).
- **Clasificación.** En La Liga española durante la temporada 2013-2014 se compararon equipos de diferentes posiciones en la clasificación, distinguiendo entre aquellos que acabaron en posiciones de CL, UEL, medias altas, medias bajas y descenso. Se concluyó que existían diferencias significativas entre los niveles competitivos, sobretodo en acciones a velocidades altas, aunque no se relacionó la cantidad o volumen de distancia con el éxito deportivo (Clemente et al., 2019).
- **Resultados.** Se ha demostrado en la liga profesional alemana (Bundesliga) que los jugadores de banda y los delanteros cubrían más distancia en AAI en los partidos ganados, mientras que los defensas centrales, mediocentros y laterales realizaron menor número de metros a media y alta intensidad (Chimura et al., 2018).
- **Tipo de partido.** Ciertos autores han estudiado los esfuerzos físicos durante los partidos amistosos y encontraron diferencias con otros trabajos en las velocidades a sprint, aunque señalaron que no es posible compararlos de manera objetiva con otros sistemas debido a la gran variedad en las metodologías de registro (Mallo et al., 2015).
- **Momento del partido.** Se han establecido diferencias significativas en las carreras de alta intensidad entre la primera y segunda parte en La Liga española y en diferentes posiciones (Rivilla-García et al., 2019). Otras investigaciones hallaron que la distancia a alta intensidad es menor en los primeros 10 minutos y al final de ambas partes, además estudiaron períodos de 5 minutos en los que había un descenso considerable en la distancia tras los de mayor intensidad

(Dalen et al., 2019). En este sentido, se observaron que tanto la DTR como la velocidad disminuyeron en la segunda parte de los partidos (Gonçalves et al., 2018). Sin embargo, encontramos publicaciones recientes que difieren de estos resultados cuando se analizan los tiempos de juego anulando interrupciones del juego (Rey et al., 2020).

- **Prórroga.** Russell et al. (2015) estudiaron las carreras a diferente intensidad sobre 45 jugadores en partidos con prórroga dividiendo los 120 minutos totales en franjas de 15 minutos. Matizaron que en el tiempo extra los jugadores corrían de media 3.213 metros más, realizaban 221 aceleraciones y 207 desaceleraciones, existiendo un descenso en los períodos de 15 minutos en todas las variables de rendimiento debido a la fatiga con respecto a la primera y segunda parte.
- **Congestión del calendario.** Se ha observado al comparar períodos de descanso entre partidos de 3 días y 6 o más, que no existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento físico, aunque los datos sugieren que hay una ligera afectación en relación a la fatiga en las posiciones de lateral y delantero (Folgado et al., 2015).
- **Fatiga.** Han relacionado los descensos de los datos de rendimiento en la segunda parte de los partidos con la fatiga muscular y mental acumulada, no sólo debido a las exigencias físicas, si no a aquellas de carácter cognitivo derivadas, por ejemplo, de la toma de decisión dentro de los sistemas tácticos (Gonçalves et al., 2018; Smith et al., 2016).
- **Superficie de juego.** En una revisión sistemática donde se recopilaron trabajos que analizaron el rendimiento físico en diferentes superficies y deportes, como el fútbol y el rugby, indicaron que los

esfuerzos a sprint fueron menores en terrenos arenosos con respecto al césped natural y artificial, aunque se necesitan más estudios en este sentido (Sanchez-Sanchez et al., 2020). Sin embargo, en un estudio donde analizaron diferentes variables físicas en futbolistas profesionales durante dos sesiones de entrenamiento en césped artificial y natural, demostraron que este último causó mayor impacto en la carga corporal (Guillén et al., 2017).

- **Condiciones ambientales y atmosféricas.** Algunos investigadores han asociado situaciones de hipoxia o ambientes cálidos con reducciones del rendimiento, concretamente en las CAI y en las distancias cubiertas a sprint (Taylor & Rollo, 2014).

1.1.4.4. Demandas físicas y lesión

A principios del siglo XXI, a través de diferentes test condicionales, comenzaron a relacionarse algunos aspectos físicos con el rendimiento y las lesiones en el mundo del fútbol (Arnason et al., 2004). Posteriormente, surgieron otros como (Carling et al., 2010) que iniciaron el análisis de las demandas físicas de los partidos a diferentes intensidades y velocidades entre períodos de 5 minutos, donde no hubo ningún evento lesional, con otros períodos de 5 minutos donde sucedía una acción lesiva. Encontraron las principales diferencias tanto en los metros y la duración de los esfuerzos a alta intensidad como en el tiempo de recuperación del período anterior al lesivo.

El estudio de la DTR para el control del rendimiento y del riesgo lesional no ha sido descrito como el mejor indicador por parte de los autores frente a las AAI o las aceleraciones (Paul S. Bradley et al., 2011; Krustup et al., 2005). Aun así, observaron que existen relaciones en los valores que los jugadores recorren en la segunda parte con la fatiga, ya que tienen que recorrer mayor distancia para ajustar la posición debido a una menor coordinación en las acciones alta velocidad (Folgado et al., 2018;

Gonçalves et al., 2018). Asimismo, se encuentran cambios significativos en la DTR en relación a la toma de decisión constante a la que algunos jugadores están sometidos (Smith et al., 2016). En esta misma línea, encontramos una conexión entre la posibilidad de padecer lesiones por sobreuso y valores de carga acumulada para la DTR durante 2 o 3 semanas (Jaspers et al., 2018).

Por otra parte, se ha relacionado a las CAI y al sprint como las estrategias más efectivas para la prevención de lesiones musculares (McCall et al., 2020; Tillaar et al., 2017). Siguiendo esta idea, se ha demostrado que exposiciones crónicas frente a aquellas repentinas y grandes tienen un factor protector en las lesiones de las extremidades inferiores (Malone et al., 2018). De hecho, en los deportes de equipo en general han relacionado una mayor capacidad de realizar sprints repetidos y carreras a gran velocidad con una menor probabilidad de lesión (Malone et al., 2019). En este sentido, Whiteley et al. (2020), relacionaron una reducción en el rendimiento de la carrera a alta velocidad, que incluso persistía durante la temporada, en aquellos jugadores que regresaron al juego tras una lesión isquiosural. Por ello, recomendaron la importancia de exponer a los jugadores a estas intensidades de carrera durante los entrenamientos e incluso buscando velocidades máximas (Butler, 2019; Malone et al., 2017). Además, durante las prácticas, estos requerimientos físicos deben realizarse en distancias largas o espacios de terreno de juego amplios, evitando así realizar todas las tareas en entornos reducidos (Buchheit, 2019b, 2019a).

En cuanto al estudio con acelerometría y su relación con las lesiones, los resultados demuestran que existe una relación directa entre el daño muscular y las aceleraciones, desaceleraciones e impactos, debido a las sobrecargas excéntricas a las que se somete el sistema músculo-esquelético y al número de desaceleraciones que preceden de las acciones de sprint repetidos durante la práctica del fútbol (Gastin et al., 2019; Russell et al., 2016; Woolley et al., 2014).

Aunque encontramos que existe un descenso en los primeros metros de la fase de la aceleración en sujetos que han padecido una lesión en la musculatura isquiosural (Mendiguchia et al., 2016), se conoce que las desaceleraciones suponen mayor carga mecánica por metro que las aceleraciones aún siendo de menor duración (Dalen et al., 2016). Además, se ha evidenciado que las desaceleraciones de alta intensidad son hasta 2,9 veces más frecuentes que las aceleraciones (de Hoyo et al., 2016). Como consecuencia, los investigadores han recomendado el uso de estrategias que incluyan exposiciones graduales a las desaceleraciones durante los entrenamientos, para reducir el riesgo de lesión que éstas crean durante la competición (Harper & Kiely, 2018). De hecho, existen relaciones entre la carga corporal baja durante la monitorización de jugadores de fútbol profesionales durante un año y la aparición de lesiones (Ehrmann et al., 2016), y en las cargas acumuladas semanales calculadas con los ratios de carga agudo:crónico en jugadores profesionales de fútbol de la liga holandesa (Jaspers et al., 2018).

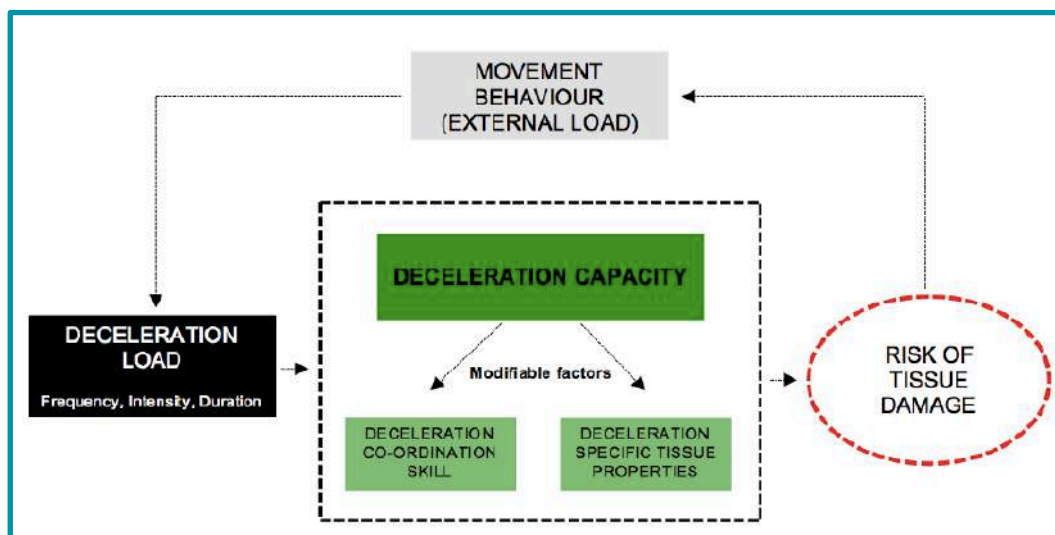


Figura 11. Esquema de la desaceleración como mediador en el daño tisular. Extraído de Harper y colaboradores (2018)

1.1.4.4.1. Modelos actuales del control de la carga a través de las demandas físicas para la prevención de lesiones

El manejo de la carga de entrenamiento a través del análisis de las demandas físicas ha sido fundamental en la práctica deportiva para la prevención de lesiones, ya que cambios bruscos o aumentos incontrolados han producido situaciones de sobreentrenamiento (Meeusen et al., 2013). Un nuevo artículo de revisión que, enmarcó las tendencias con mejor evidencia en relación a la reducción de lesiones, la incluyó dentro de los factores de riesgo modificables y señaló que podría ser un elemento protector o de riesgo dependiendo de su ajuste (Owoeye et al., 2020). Se ha demostrado que esta mala administración de las cargas entre los entrenamientos y partidos puede afectar a jugadores que participan en más de un torneo durante la misma temporada (Vilamitjana et al., 2013). Luego, como concluyó Gabbet (2016), tanto aumentos repentinos como situaciones donde hay una pobre o mínima dosificación pueden aparecer escenarios que aumenten el riesgo lesional.

El estudio de los ratios de carga agudo:crónico (ACWR) ha sido de interés para predecir el riesgo lesional mediante la utilización de los dispositivos de GPS (Malone et al., 2017). Gabbett (2016) definió este ratio como la carga de trabajo que el deportista recibe actualmente (aguda) con respecto a la que lleva acumulada de las 4 semanas anteriores (crónica), teniéndose que encontrar los valores entre 0,86 y 1,26, o según (Malone et al., 2017) entre 1,00 y 1,25. Se ha demostrado que esta predicción tiene una conexión directa con la exposición a altas cargas crónicas junto con una buena administración y tolerancia a las agudas (Bowen et al., 2017, 2020; Gabbett et al., 2016), de hecho altas cargas crónicas han guardado relación con el riesgo de padecer dolor, falta de sueño o fatiga, mientras que las agudas con el riesgo de lesión (Watson et al., 2017). No obstante, existen recientemente publicados que exponen al ACWR como un método de asociación de control de cargas con las lesiones de no contacto, pero no como un método predictivo (Griffin et al., 2020), hecho que apoyaron

Suarez-Arrones et al. (2020), exponiendo que picos en el ACWR no se relacionaron con la aparición de lesiones en jugadores de fútbol profesional. Esto está en la línea de Enright et al. (2020), que no recomendaron su uso de forma aislada, debido a que el cálculo del ACWR no responde a todos los requerimientos fisiológicos y psicológicos del entrenamiento o la competición.

Aun así, cabe añadir la existencia de una corriente que ha señalado la excesiva dependencia de los modelos actuales y tradicionales para el control de la carga de entrenamiento en la prevención de lesiones, promoviendo el uso de un pensamiento más complejo y basado en la experiencia hacia la búsqueda de intervenciones individualizadas (Impellizzeri et al., 2020).



2

JUSTIFICACIÓN

2. JUSTIFICACIÓN

Las lesiones en el fútbol suponen un lastre tanto en el rendimiento físico como deportivo de los jugadores que las padecen/sufren, y como consecuencia en el éxito competitivo y económico de los equipos. Se ha observado recientemente que existe un aumento en el número de lesiones, y más concretamente las de tipo muscular, debido a múltiples factores que son constante objeto de estudio. Por ello, resulta primordial el conocimiento del mayor número de variables posible para el control óptimo de las cargas de entrenamiento y del riesgo lesional.

En los últimos años, son varios los autores que han estudiado las demandas físicas de los entrenamientos y partidos a través del control de la carga externa, ya que se ha demostrado que existen relaciones entre diferentes demandas físicas y la lesiones, como por ejemplo exposiciones agudas o crónicas muy elevadas en movimientos a alta velocidad entre otras.

El proceso de recogida y análisis de los datos físicos se ha llevado a cabo a través de diferentes sistemas de medición, donde destacan el videotracking o el GPS. De forma general, ya que depende del software utilizado, ambas tecnologías han demostrado tener fiabilidad y validez para la medida de las demandas físicas en entrenamientos y competición.

En la literatura existe controversia a la hora de establecer umbrales de velocidad en los desplazamientos de los jugadores durante los entrenamientos y partidos. Este hecho provoca que exista una gran dificultad a la hora de comparar datos entre diferentes jugadores, equipos o incluso competiciones.

En el fútbol español todos los estadios de los equipos profesionales tienen instalados el sistema de videotracking Mediacoach. La Liga tiene como objetivo que todos los clubes de primera y segunda división utilicen

los mismos estándares de medición para poder comparar y tener una referencia única en relación a los esfuerzos durante los partidos.

Por ello, la presente tesis doctoral tiene como objetivo aportar información que relacione los datos de demanda física como las carreras a diferentes velocidades, recogidos durante los partidos a través del sistema Mediacoach®, con las lesiones. De tal forma que se pueda crear un criterio único entre los diferentes equipos de La Liga.



3

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Objetivos

- Analizar la relación entre el registro lesional de los entrenamientos y los partidos con las variables de demanda física observadas durante la competición utilizando el sistema Mediacoach® en los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga española durante dos temporadas consecutivas.
- Describir la incidencia lesional en los entrenamientos y los partidos durante dos temporadas consecutivas atendiendo al tipo, localización y severidad de las lesiones.
- Cuantificar las variables de demanda física de los jugadores durante los partidos de La Liga a lo largo de dos temporadas consecutivas.

3.2 Hipótesis

H_a = “Los datos de demanda física registrados con el sistema Mediacoach® durante los partidos de competición de La Liga están relacionados con la incidencia, tipo, localización y severidad de la lesión en diferentes posiciones que ocupa cada jugador en el terreno de juego.”

H_0 = “Los datos de demanda física registrados con el sistema Mediacoach® durante los partidos de competición de La Liga NO están relacionados con la incidencia, tipo, localización y severidad de la lesión en diferentes posiciones. que ocupa cada jugador en el terreno de juego.”

A photograph of a doctor in a white coat holding a patient's hand, overlaid with a teal color. The doctor's hands are visible, one holding the patient's hand. The patient's arm is resting on a surface. The overall image has a teal tint.

4

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

A continuación, se muestra una visión global y resumida de la metodología llevada a cabo en la publicación incluida en la presente tesis doctoral y denominada: **“Assessment of external load during matches in two consecutive seasons using the Mediacoach® video analysis system in a spanish professional soccer team: implications for injury prevention”**

Este estudio de corte observacional se ha publicado en la revista científica *International Journal of Environmental Research and Public Health – MDPI* (Factor de Impacto JCR 2.849; ranking 105/265 in 'Environmental Sciences, 58/193 in 'Public, Environmental & Occupational Health' and 32/170 in 'Public, Environmental & Occupational Health; Q2/T1; SJR 0.74).

DISEÑO	PARTICIPANTES	PROCEDIMIENTO	VARIABLES	METODOLOGÍA
Estudio observacional, descriptivo, longitudinal y retrospectivo	30 jugadores profesionales de fútbol de La Liga (Primera División de España)	<ul style="list-style-type: none"> - Datos recogidos durante dos temporadas (de julio a mayo, incluye pretemporada) - Partidos en césped natural - Definición de lesión, entrenamiento y partido 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de lesión - Severidad - Localización - Exposición o incidencia - Demanda física: DT, SBI y SAI 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro lesional según “Consensus Statement for Soccer Injuries” (Fuller, 2006) colaboradores - Sistema de videoanálisis Mediacoach®

Tabla 1. Resumen de la metodología de la publicación



Article

Assessment of External Load During Matches in Two Consecutive Seasons Using the Mediacoach® Video Analysis System in a Spanish Professional Soccer Team: Implications for Injury Prevention

Manuel Alcantarilla-Pedrosa ¹, David Álvarez-Santana ¹, Sergio Hernández-Sánchez ^{2,*}, Angel Yañez-Álvarez ³ and Manuel Albornoz-Cabello ³

Citation: Alcantarilla-Pedrosa, M.; Álvarez-Santana, D.; Hernández-Sánchez, S.; Yañez-Álvarez, A.; Albornoz-Cabello, M. Assessment of External Load during Matches in Two Consecutive Seasons Using Mediacoach Video Analysis System in a Spanish Professional Soccer Team: Implications for Injury Prevention. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 1128. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031128>

Received: 30 December 2020

Accepted: 23 January 2021

Published: 27 January 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

- ¹ Medical Department of Real Betis Balompié S.A.D, Avda. Heliópolis, s/n. 41012 Sevilla, Spain; malcped@ay360grados.com (M.A.-P.); alvsandavid@gmail.com (D.Á.-S.)
 - ² Translational Research Center of Physiotherapy, Department of Pathology and Surgery, Miguel Hernandez University, 03550 Sant Joan, Alicante, Spain
 - ³ Department of Physiotherapy, Faculty of Nursing, Physiotherapy, and Podiatry, University of Seville, 41009 Seville, Spain; ayalvarez@us.es (A.-Y.Á.); malbornoz@us.es (M.A.-C.)
- * Correspondence: sehesa@umh.es; Tel.: +34-965919204.

Abstract: (1) Background: Knowledge of competition loads is a relevant aspect of injury prevention. We aimed to describe the training and match injury incidence and physical demand variables observed during a competition using a multi-camera video analysis system (Mediacoach®) (LaLiga™, Madrid, Spain) in a professional Spanish soccer team during two consecutive seasons. (2) Methods: 30 players (age: 26.07 ± 3.78 years) participated in the study. Physical variables of 74 matches were collected retrospectively. Injury characteristics of both seasons were also collected. Differences in these variables between the two seasons and by player position and correlations between variables were explored. (3) Results: There were statistically significant differences between the two seasons in the total distance traveled and the distance traveled at a high-intensity sprint ($p < 0.05$). During the two seasons, there was an average of 4.7 ± 2.2 injuries. The total distance traveled was different according to the playing position, and statistically significant correlations were found in the total distance and sprint at a high intensity for certain positions with different injury severity (4) Conclusions: The match performance data recorded by the Mediacoach® system may provide relevant information by player position to technical and medical staff for injury prevention.

Keywords: soccer; injury; video-analysis; match-performance; prevention

1. Introduction

Soccer injuries have a major impact on the performance of both the player and the team due to the concerned player's loss of training sessions and matches [1–3]. It has been reported that a professional soccer team of 25 players suffers approximately 50 injuries per season, which is equivalent to two injuries per player in each season [4]. Furthermore, soccer injuries directly affect the economy of the soccer clubs, with an average cost per injured player per month of about 500,000 euros [5].

A recent meta-analysis shows that the general incidence in male professional soccer players was 8.1 injuries/1000 h of exposure, not varying significantly between professional teams of different leagues and levels. This incidence was 10 times higher in matches than in training (36 injuries/1000 h in matches versus 3.7 injuries/1000 h in training) with the lower limb being the area that records more injuries (6.8 injuries/1000 h of exposure) and muscular/ligamentary being the most common injuries (4.6 injuries/1000 h of exposure) [6].

Over the past 20 years, international organisations, such as the Fédération Internationale de Football Association (FIFA) and the Union of European Football Associations (UEFA), have shown interest in studying different variables related to soccer injuries, including physical demands [7,8], because in recent years, soccer has experienced an increase in physical demands, especially in high-intensity actions [9]. Therefore, it is important to monitor the match demands to detect the potential risk of injury [10–13].

There are different methods of measuring the physical demands of the player during matches, such as the use of multi-camera video analysis systems or Global Positioning Systems (GPS). Several competitions worldwide have been using different video analysis devices validated and compared to GPS, such as Mediacoach®, Amisco (Sport-Universal Process, Nice, France), or Prozone® (Prozone Ltd, Leeds, United Kingdom). All of these devices are based on multiple high-definition cameras that are distributed around the stadium to track players' position in the soccer field. They provide information on physical variables such as distances covered at different intensities, accelerations or decelerations, and others of a technical nature like ball possession [14–17]. As a result, performance can be analyzed according to the player's position within his tactical context in order to create specific strategies or interventions in each of them [18–20]. They have been described in different European professional leagues such as La Liga (Spain) [21], Serie A (Italy) [22], or the Premier-League (England) [23,24].

Furthermore, external and internal load monitoring provides useful information for injury prevention as it is a variable that significantly affects the player's performance and fatigue [25–29]. Besides, other factors, such as the coach's leadership [30], technical quality [31], playing style [32], results [33], category [34], type of match [35], congestion of the calendar [36], or fatigue [37,38], can potentially influence the risk of injury.

Emerging evidence targets load (external and internal) management programs as an interesting tool to reduce injury risk among soccer players [39]. Moreover, considering the higher injury incidence rates during matches in male professional soccer players, Pfirrmann et al. [40] recommended the review of those data in competition to reduce the overall injury rates. Taking into account the data collected about physical demands during the match development, staff members can program actions or even targeted specific preventive exercises.

Therefore, the present study aimed to describe the training and match injury records and physical demand variables registered during competition with the Mediacoach® system in players of a professional soccer team in Spanish La Liga during two consecutive seasons. Besides, the potential differences in physical demand variables and injury incidence were analyzed between seasons and by player position.

2. Materials and Methods

2.1. Participants

The study was conducted during two consecutive seasons (2012/2013 and 2013/2014). A total of 30 professional players from Spanish La Liga participated in the study (range: 19–32): eight played the 2012/2013 season, 12 played the 2013/2014 season, and 10 played both seasons. In the first season, they played two competitions, namely, La Liga and the Copa del Rey, while in the second one, they played three competitions, namely, La Liga, the Copa del Rey, and the UEFA Europa League. Only the players who participated in the whole season were included, that is, those who joined the team from the corresponding pre-season. Goalkeepers and players who arrived in the second half of the season or were injured before the study period were excluded.

2.2. Procedure

Data from the injury register were obtained in the two seasons, from July to the end of May, and therefore the pre-season and the competitive period were included. They were collected retrospectively from the club's database and subsequently reordered. All analyzed matches were played on natural grass. The collection of information was performed with the written consent of the entity and under an agreement with the university to which the principal

researcher belongs as well as with the written consent of each player following the ethical standards of the Declaration of Helsinki. The study protocol for data collection was approved by the Local Ethical Research Committee (project code DPS. 01/14, approval date: 7 February 2014).

A training session was defined as any physical activity scheduled by the coach with the team. A match was defined as any friendly or competitive match. An injury was defined as one that occurs during a training session or match and prevents the player from performing the next training session or match [39].

The classification of the Consensus Statement for Soccer Injuries by Fuller [28] was performed in terms of the type of injury for a better description and later analysis of the results, categorising seven groups into the four following groups: muscle-tendinous, joint-ligamentary, bony, and others.

Injury severity was defined in terms of the number of days from the time the player was injured until he returned and performed a full training session with the team in optimal condition to compete. Based on other studies as a reference [28,41], injury severity was classified into the four following groups: minor (1–3 days), mild (4–7 days), moderate (8–28 days), and severe (>28 days).

The location of the injury has been collected and categorized into 12 groups: head/face/cervical region, sternum/ribs/dorsal region, shoulder/clavicle, upper limbs, abdomen, lumbar/sacral/pelvis, hip/ingle, thigh, knee, leg, ankle, and foot [28,29].

The exposure time of all training sessions and league matches was collected through the club's database from July to the end of the competitive season in both seasons. The monthly exposure was calculated for each player and then divided by 60 to obtain the exposure in hours. The incidence was expressed as the number of injuries per 1000 h of training or competition.

The variables of the players' movement patterns were obtained from La Liga matches through the Mediacoach® multi-camera platform, the only tool in which movement patterns could be collected at that time. The following variables were recorded: total distance (TD) traveled, distance traveled at low-intensity sprint (LIS) (>21 km/h), and high-intensity sprint (HIS) (>24 km/h) in meters [12]

2.3. Statistical Analysis

For the descriptive analysis, the absolute frequency (N) and the relative frequency (%) have been calculated for the qualitative variables. In the case of quantitative variables, the mean and standard deviation have been obtained.

For the quantitative variables, the Shapiro–Wilk test of normality was performed. If the behavior of the variables follows a normal distribution, the Mann–Whitney U-test for independent samples was applied to describe the differences in physical demand variables and injury incidence,

depending on the studied season. For the player's position, a Kruskal–Wallis test for independent samples was applied.

Finally, a correlation analysis was also carried out to assess the intensity and trend in the relationship between the quantitative variables. Depending on the behavior of the variables, either the Pearson correlation coefficient or the Spearman correlation coefficient was used.

A 95% confidence level was considered so that the experimental *p*-value was compared with a significance level of *p* < 0.05. The statistical analysis was performed using the IBM SPSS Statistics for Windows, version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

3. Results

The mean age of the players was 26 ± 3.8 years presenting a Body Mass Index (BMI) of 23.8 ± 1.1 Kg/m² and a mean of 5.0 ± 3.6 years as professional soccer players.

The players covered a TD during the two seasons' matches that averaged to 9429.1 ± 1462.8 m. In this period, distance traveled at HIS was 201.2 ± 112.2 m and distance traveled at LIS 221.3 ± 80.2 m. Performance and injury data showed asymmetric distribution and therefore nonparametric tests were applied for analyzing differences between seasons and per player position.

3.1. Physical Demand Variables and Injury Incidence Analysed between Seasons and by Player Position

There are statistically significant differences between the two seasons in the TD (*p* = 0.006), the distance traveled in the second season and the distance traveled at a HIS (*p* = 0.007), being greater in the second season. Table 1 provides data about the physical demands variables and injury incidence and the differences between the two seasons.

Table 1. Differences in the physical demands variables and injury incidence between two seasons.

Variables		SEASON 2012/2013 (S1)	SEASON 2013/2014 (S2)	GLOBAL	<i>p</i> -Value
TD (meters)		9579.9 ± 1436.7	9274.4 ± 1475.4	9429.1 ± 1.462.8	0.006 *
HIS (meters)		186.9 ± 100.6	215.9 ± 121.4	201.2 ± 112.2	0.007 *
LIS (meters)		219.2 ± 74.0	223.5 ± 86.1	221.3 ± 80.2	0.089
Mean number of injuries		5.0 ± 2.5	4.6 ± 2.1	4.7 ± 2.2	0.583
Exposure of injuries	Training	3.4 ± 2.0	2.7 ± 1.3	2.9 ± 1.6	0.233
	Matches	1.4 ± 1.5	1.9 ± 1.8	1.7 ± 1.7	0.231
Severity of injuries	<3 days	2.3 ± 1.7	2.0 ± 1.5	2.1 ± 0.5	0.504
	4–7 days	1.0 ± 1.2	0.9 ± 0.8	0.9 ± 0.9	0.856
	8–28 days	1.4 ± 1.1	1.1 ± 1.1	1.2 ± 1.1	0.317
	>28 days	0.3 ± 0.5	0.7 ± 0.6	0.6 ± 0.6	0.010 *

Type of injuries	Muscle-tendinous	2.8 ± 2.1	2.4 ± 1.4	2.5 ± 1.6	0.691
	Joint-ligamentary	1.6 ± 1.0	1.3 ± 1.3	1.4 ± 1.2	0.235
	Bone	0.4 ± 0.5	0.7 ± 1.4	0.6 ± 1.2	0.842
	Other type	0.3 ± 0.7	0.2 ± 0.4	0.2 ± 0.5	0.759
Total incidence (injuries per 1000 h of exposure)	Training	10.3 ± 6.2	7.8 ± 3.8	8.5 ± 4.7	0.029 *
	Match	15.3 ± 16.5	22.7 ± 21.3	20.5 ± 20.2	0.071
	Total incidence	11.9 ± 6.0	10.5 ± 4.9	10.9 ± 5.2	0.180

Data are presented as a mean ± standard deviation; Abbreviations: TD: total distance traveled; HIS; distance traveled at a high-intensity sprint; LIS: distance traveled at a low-intensity sprint. Mann-Whitney U test for independent samples; * ($p < 0.05$)

The TD was different according to the playing position; the differences being statistically significant between the various positions (Table 2). Fullbacks (FB) and central-midfielders (CM) covered more meters in TD (9962.7 ± 883.7 and $10,084.0 \pm 1509.3$ respectively) than the rest of the players in other positions, the difference being statistically significant with central backs (CB) and wide-midfielders (WM) of $p < 0.001$. The CB (8772.8 ± 1080.0) and the WM (8220.7 ± 1681.9) covered fewer meters than the rest of the players from other positions ($p < 0.001$).

Table 2. Differences in the physical demands variables and injury incidence between the player's position.

Variables		Central Back	Fullback	Central-Midfielder	Wide-Midfielder	Forward	Global
TD (meters)		8772.8 ± 1080.0	9962.7 ± 883.7	10,084.0 ± 1509.3	8220.7 ± 1681.9	9317.5 ± 1280.5	9429.1 ± 1462.8 **
HIS (meters)		155.5 ± 64.4	260.3 ± 119.1	121.6 ± 57.5	316.4 ± 115.3	230.3 ± 92.1	201.2 ± 112.2 **
LIS (meters)		170.3 ± 54.3	281.5 ± 79.0	209.1 ± 73.1	241.0 ± 73.6	214.9 ± 73.7	221.3 ± 80.2 **
Mean number of injuries		6.5 ± 2.5	2.8 ± 1.3	4.8 ± 1.9	5.3 ± 2.3	4.1 ± 1.5	4.7 ± 2.2 *
Exposure of injuries	Training	3.6 ± 1.3	1.6 ± 1.1	3.0 ± 1.2	3.9 ± 2.5	2.8 ± 1.3	2.9 ± 1.6 *
	Matches	2.8 ± 2.0	1.3 ± 1.2	1.7 ± 2.0	1.4 ± 1.3	1.5 ± 1.1	1.7 ± 1.7
Severity of injuries	<3 days	2.7 ± 1.4	0.8 ± 1.0	2.2 ± 1.7	3.3 ± 0.9	1.6 ± 1.2	2.1 ± 1.5 **
	4–7 days	1.3 ± 1.1	0.7 ± 1.2	0.9 ± 0.7	0.8 ± 0.7	1.0 ± 0.9	0.9 ± 0.9
	8–28 days	2.2 ± 1.3	1.0 ± 1.0	1.2 ± 0.7	0.9 ± 1.4	0.8 ± 0.8	1.2 ± 1.1 *
	>28 days	0.6 ± 0.5	0.4 ± 0.5	0.7 ± 0.7	0.4 ± 0.5	0.7 ± 0.5	0.6 ± 0.6
Type of injuries	Muscle-tendinous	3.9 ± 2.2	1.6 ± 1.1	2.3 ± 1.1	2.5 ± 1.2	2.3 ± 1.9	2.5 ± 1.6 **
	Joint-ligamentary	1.5 ± 1.0	0.7 ± 0.9	1.6 ± 1.1	2.3 ± 1.9	1.2 ± 1.0	1.4 ± 1.2
	Bone	1.1 ± 1.0	0.5 ± 0.5	0.7 ± 1.8	0.0 ± 0.0	0.6 ± 0.8	0.6 ± 1.2 *
	Other	0.3 ± 0.7	0.2 ± 0.4	0.3 ± 0.6	0.4 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.5
Total incidence (injuries/1000 h of exposure)	Training	10.3 ± 4.3	4.7 ± 3.3	8.8 ± 6.5	11.4 ± 7.6	8.1 ± 3.8	8,5 ± 4.7
	Match	31.4 ± 22.7	14.9 ± 14.0	20.0 ± 24.8	16.8 ± 16.1	18.1 ± 13.3	20.5 ± 20.2
	Total	14.9 ± 6.0	6.7 ± 3.0	11.1 ± 4.5	12.3 ± 5.5	9.6 ± 3.5	10.9 ± 5.2

Data are presented as a mean ± standard deviation. Abbreviations: TD, total traveled distance; HIS, distance traveled running at a high-intensity sprint; LIS, distance traveled running at a low-intensity sprint. Kruskal–Wallis test for independent samples * ($p < 0.05$); ** ($p < 0.001$).

For the distance covered in a HIS, the same results were obtained, except between the WMs and Forwards (Fs), where no significant differences were detected ($p = 0.135$).

For the LIS distance, there are also statistically significant differences between positions, except between central-midfielders and Fs ($p = 0.370$). With regard to the HIS, the WMs covered more meters (316.4 ± 115.3) and the CMs less (121.6 ± 57.5 ; $p < 0.001$). In LIS, the Fs traveled more meters (281.5 ± 79.0), while the CBs traveled the least (170.3 ± 54.3 ; $p < 0.001$).

Table 2 includes data about injuries between the two studied seasons. During both seasons, there was an average of 4.7 ± 2.2 injuries, being higher in training (2.9 ± 1.6) than in matches (1.7 ± 1.7). As shown, there are no statistically significant differences in the number of injuries, the severity or the type of injury between the two seasons, except for severe injuries (> 28 days,) which is higher in the second studied season ($p = 0.01$).

3.2. Differences between Seasons in Injury Incidence and Physical Demand Variables Analyzed by Player Position

The CB showed statistically significant differences in the incidence between season one (S1) (19.1 ± 5.1) and season two (S2) (12.7 ± 5.4) ($p = 0.048$). For the FB position, there were statistically significant differences in the HIS between S1 and S2, being 214.0 ± 93.9 m and 306.5 ± 124.1 m, respectively ($p < 0.001$); for LIS (S1 = 257.8 ± 61.5 and S2 = 305.2 ± 87.5) ($p < 0.001$) as well as the incidence of injury during training (S1 =

6.8 ± 3.8 and $S2 = 3.6 \pm 2.5$) ($p = 0.048$), with the joint-ligamentary injuries incidence being different between seasons ($S1 = 1.5 \pm 1.0$ and $S2 = 0.3 \pm 0.5$) ($p = 0.028$). No statistically significant differences were found for the CM between the studied seasons.

No statistically significant differences were found for the CM between the studied seasons.

For the WM, statistically significant differences were found in HIS, being 278.3 ± 110.8 for S1 and 355.7 ± 107.7 for S2 ($p = 0.001$). For the Fs, there were statistically significant differences in TD ($S1 = 9685.9 \pm 998.4$ and $S2 = 8949.1 \pm 1427.7$) ($p = 0.007$).

3.3. Correlations between Physical Demand and Injury Incidence by Player Position

High and statistically significant positive correlations were found in the TD for CM in both moderate injuries ($r = 0.810$; $p = 0.027$) and joint and ligament type ($r = 0.802$; $p = 0.030$) as well as in the FB and severe injuries ($r = 0.791$; $p = 0.034$). In meters to HIS, correlations were established for FB and minor injuries ($r = 0.849$; $p = 0.016$), as well as in CB for the number of total injuries ($r = 0.894$; $p = 0.041$), moderate injuries ($r = 0.894$; $p = 0.041$), and those of articular-ligamentary type ($r = 0.894$; $p = 0.041$). No significant positive correlations were observed for meters at LIS, WM and Fs.

Subsequently, negative correlations were found in the TD for CBs in minor injuries ($r = -0.975$; $p = 0.005$) and muscle-tendon unit injuries ($r = -0.949$; $p = 0.014$) and in CMs regarding the number of injuries in training ($r = -0.810$; $p = 0.027$). In the meters to LIS, only correlations were shown for the FB in the number of injuries in training ($r = -0.805$; $p = 0.029$), incidence to training ($r = -0.800$; $p = 0.031$), and total incidence ($r = -0.775$; $p = 0.041$). No significant negative correlations were observed for meters to HIS, WM, and F.

4. Discussion

The present study aimed to describe the injury incidence in both training and matches with physical demand variables, TD and meters to HIS and LIS, according to the field position of professional soccer players during two seasons using a video analysis system. Our results showed statistically significant correlations in CB, FB, and CM for TD, LIS and HIS variables but not for WM or F players. Consequently, the current findings suggest that match-performance data may be useful for detecting injury risks at certain playing positions.

The physical demand data was obtained using the Mediacoach® video-tracking system which, at that time, was the only available tool that could be used in official competition. It is more comfortable for the player, and the data can be compared with that of other teams in the same competition [14,15]. The literature has demonstrated the

validity of this system and others such as Amisco or Prozone® [16], although the use of GPS is currently more standardised owing to its versatility and accessibility in daily practice [17].

Some authors have demonstrated the importance of the tactical role of the player within a football team and its relationship to performance [19]. The study of physical variables, such as TD, LIS, and HIS, has also been associated with physical performance and injury incidence [21]. However, some authors have highlighted the importance of other performance variables like acceleration, deceleration, total load, or the calculation of acute:chronic load ratios [26].

The players who covered the longest TD were the CMs. Previous studies have reported this finding in the Spanish league using the Mediacoach® multi-camera video system [13,14]. In our study, a positive correlation was observed with moderate injury severity (8–28 days) and joint injuries. Some authors pointed to the most tactically demanding for CM position. CM has been shown to play an important role in decision-making, triggering mental fatigue which can contribute to an increase in the risk of injury [37,38]. Moreover, CMs run longer TDs to help the team in both defense and attack actions [18]. This demand on CMs during matches is reflected in our results, where a negative correlation between TD and the number of injuries was revealed. In contrast, Dupont stated that in teams that played more than one game per week, both TDs and high-intensity efforts were not significantly affected, but the injury rate was significantly higher [8].

The CBs did not run as many meters in TD or high-intensity stocks as in other positions, suggesting that they are not exposed to covering these physical demands. In the present study, there was a positive correlation in CBs between meters run in HIS and the number of total, moderate severity, and joint-type injuries. On the other hand, there was a negative correlation between TD and the injuries of the muscle-tendon type and minor severity (1–3 days). Therefore, our results coincide with those published by Bush et al. (2016), who showed that in modern football, the CBs could not cover demands from other positions, such as FB [9]. Therefore, this change in position was defined as a risk factor for injury because there are shorter recovery periods between high-intensity efforts in the FB position [12].

In the case of the FBs, the greater the distance they traveled to LIS during the matches, the lower the total incidence and the number of injuries in training. Previous studies related the importance and evolution of high-intensity actions, including very high intensity running (VHSR) and sprint meters with the position of FB [9,21,23]. Other studies also stated that due to the evolution of high-intensity actions, FBs should be well exposed to these position-specific demands as long sprints in lathes at 30 m to improve performance [21]. Therefore, if they are more

exposed, they would be more adapted and the risk of injuries would be reduced [29]. Including these actions into training and prevention programs helps professional players to be optimally prepared for such demands imposed by a competitive match play [26,42]. An illustrative example is provided in the case of the players who suffered previous hamstring injuries that corresponded with less covered distance in sprint or high-velocity actions [4,28]. With regard to the HIS meters, our results showed that the FBs traveled longer distance and had minor injuries (severity, 1–3 days) that do not lead to absence from matches.

With regard to TD, a positive relationship with severe injuries was observed in this group of players, although current research has downplayed the importance of this parameter about high-intensity actions, which has been considered a better indicator of performance and therefore of risk of injury [23].

No statistically significant correlations were found for the WM and F positions regarding physical demands and injury incidence. Specifically, our WM players, as in other La Liga studies, have shown the highest values in meters to HIS and have been behind the FBs who have performed the most meters to LIS [21]. Therefore, we believe that a lower incidence of injury could be justified for the greater exposure to this type of effort during training and matches.

Based on the data obtained through video analysis systems, controlled training sessions can be programmed to expose players to demands that are comparable to those of a match, thus trying to reduce the risk of injury [43]. As Impellizzeri et al. [44] stated, athletic performance and injury prevention are dependent, and, for this reason, the communication between medical and technical staff should be highly coordinated to improve performance while trying to minimise the risk of injury.

Differences in participation in official games, as in our second studied season, can cause significant imbalances in the chronic external loads between players in a team [45]. This situation should be considered and minimised in training sessions to prevent imbalances in workload for those who usually play or not. Technical staff involved in planning training for performance and injury prevention usually monitor the acute:chronic workload ratio, and the data of MediaCoach® contribute to its calculation. From this ratio analysis, preventive interventions should focus on increasing chronic exposure to load and avoid spikes that exceed 2.0 [46].

The findings of this study should be interpreted with caution due to certain methodological limitations. First, while video tracking systems have been the most widely used systems in the analysis of players' physical demands for some time, the recent incorporation of GPS technology has gained ground. GPS technology consists of more accurate devices and can be used to control the load in training and

matches, especially the relevant data about accelerations and decelerations.

Second, this is an observational study with an exploratory aim, and causality or any form of relationship cannot be established. In addition, the small sample size reduces the reliability of the results. It would be interesting in the future to extend the analysis with Machine Learning analysis techniques to predict and establish relationships between performance improvement, injury programs, and injury incidence.

Third, due to the use of a video analysis system, the workload performed by the soccer players during training was not registered and considered in the study, which could influence the performance values in matches.

5. Conclusions

This study shows differences in injury incidence and physical demand variables collected with the Mediacoach® system in the positions of CB, FB, and CM, but not for WM and F.

Specifically, relationships were established between TD and WM for moderate injuries of the articular-ligament type and in the number of injuries in training and in minor and muscle-tendinous injuries for CB. For the LIS, relations were observed for the FB in the number of injuries during training, in the total incidence of minor severity injuries and in injuries located in the foot and the lumbopelvic region.

Finally, in the meters run in HIS, FB was correlated to minor severity injuries and in CB, with the number of total injuries, moderate severity injuries and those injuries of the articular-ligamentary type. The data provided could help medical services and technical staff in preventing injuries by planning specific actions by player position.

Author Contributions: Conceptualization M.A.-P. and D.Á.-S.; methodology, S.H.-S. and M.A.-C.; formal analysis, M.A.-C.; investigation, A.Y.-Á. and M.A.-P.; resources, M.A.-P.; data curation, M.A.-P., and D.Á.-S.; writing—original draft preparation, M.A.-P.; writing—review and editing, M.A.-C, S.H.-S., and D.Á.-S.; supervision, M.A.-C.; project administration, M.A.-P. and M.A.-C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study protocol was approved by Miguel Hernandez Local Ethical Research Committee (project code DPS.01-14, approval date 7 February 2014).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: Data are contained within the article or supplementary material. The data presented in this study are available in [insert article or supplementary material here].

Acknowledgments: The authors would like to thank especially Real Betis Balompié S.A.D. and Mediacoach® Department, LaLiga, for allowing us access to the data and offering us the opportunity to publish this article.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Dvorak, J.; Junge, A.; Derman, W.; Schweltnus, M. Injuries and illnesses of football players during the 2010 FIFA World Cup. *Br. J. Sports Med.* **2011**, *45*, 626–630, doi:[10.1136/bjism.2010.079905](https://doi.org/10.1136/bjism.2010.079905).
2. Orhant, E.; Carling, C.; Cox, A. A three-year prospective study of illness in professional soccer players. *Res. Sports Med.* **2010**, *18*, 199–204, doi:[10.1080/15438627.2010.490462](https://doi.org/10.1080/15438627.2010.490462).
3. Hägg, M.; Walden, M.; Magnusson, H.; Kristenson, K.; Bengtsson, H.; Ekstrand, J. Injuries affect team performance negatively in professional football: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br. J. Sports Med.* **2013**, *47*, 738–742, doi:[10.1136/bjsports-2013-092215](https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092215).
4. Ekstrand, J.; Hägg, M.; Waldén, M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br. J. Sports Med.* **2011**, *45*, 553–558, doi:[10.1136/bjism.2009.060582](https://doi.org/10.1136/bjism.2009.060582).
5. Ekstrand, J. Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. *Br. J. Sports Med.* **2013**, *47*, 723–724, doi:[10.1136/bjsports-2013-092771](https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092771).
6. López-Valenciano, A.; Ruiz-Pérez, I.; García-Gómez, A.; Vera-García, F.J.; De Ste Croix, M.; Myer, G.; Ayala, F. Epidemiology of injuries in professional football: A systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* **2019**, *54*, 711–718, doi:[10.1136/bjsports-2018-099577](https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099577).
7. Ekstrand, J.; Dvorak, J.; D'Hooghe, M. Sports medicine research needs funding: The International football federations are leading the way. *Br. J. Sports Med.* **2013**, *47*, 726–728, doi:[10.1136/bjsports-2013-092789](https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092789).
8. Dupont, G.; Nedelec, M.; McCall, A.; McCormack, D.; Berthoin, S.; Wisloff, U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am. J. Sports Med.* **2010**, *38*, 1752–1758, doi:[10.1177/0363546510361236](https://doi.org/10.1177/0363546510361236).
9. Bush, M.; Barnes, C.; Archer, D.; Hogg, R.; Bradley, P. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum. Mov. Sci.* **2015**, *39*, 1–11, doi:[10.1016/j.humov.2014.10.003](https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.003).
10. Meeusen, R.; Duclos, M.; Foster, C.; Fry, A.; Gleeson, M.; Nieman, D.; Raglin, J.; Rietjens, G.; Steiner, J.; Urhausen, A. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2013**, *45*, 186–205, doi:[10.1249/mss.0b013e318279a10a](https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318279a10a).
11. Malone, J.J.; Lovell, R.; Varley, M.C.; Coutts, A.J. Unpacking the black box: Applications and considerations for using GPS devices in sport. *Int. J. Sport Physiol.* **2017**, *12*, 18–26, doi:[10.1123/ijsp.2016-0236](https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236).
12. Ehrmann, F.E.; Duncan, C.S.; Sindhusake, D.; Franzsen, W.N.; Greene, D.A. GPS and injury prevention in professional soccer. *J. Strength Cond. Res.* **2016**, *30*, 360–367, doi:[10.1519/jsc.0000000000001093](https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001093).
13. Carling, C.; Gall, F.; Reilly, T. Effects of physical efforts on injury in elite soccer. *Int. J. Sports Med.* **2009**, *31*, 180–185, doi:[10.1055/s-0029-1241212](https://doi.org/10.1055/s-0029-1241212).
14. Felipe, J.L.; García-Unanue, J.; Viejo-Romero, D.; Navandar, A.; Sánchez-Sánchez, J. Validation of a video-based performance analysis system (Mediacoach®) to analyze the physical demands during matches in La Liga. *Sensors* **2019**, *19*, 4113, doi:[10.3390/s19194113](https://doi.org/10.3390/s19194113).
15. Pons, E.; García-Calvo, T.; Resta, R.; Blanco, H.; del Campo, R.L.; Díaz Gacriá, J.; Pulido, J.J. A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0220729, doi:[10.1371/journal.pone.0220729](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220729).
16. Di Salvo, V.; Adam, C.; Barry, M.; Cardinale, M. Validation of Prozone®: A new video-based performance analysis system. *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2006**, *6*, 108–119, doi:[10.1080/24748668.2006.11868359](https://doi.org/10.1080/24748668.2006.11868359).

17. Castellano, J.; Alvarez-Pastor, D.; Bradley, P. Evaluation of research using computerised tracking systems (Amisco® and Prozone®) to analyse physical performance in elite soccer: A systematic review. *Sports Med.* **2014**, *44*, 701–712, doi:[10.1007/s40279-014-0144-3](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0144-3).
18. Gonçalves, B.; Figueira, B.; Maças, V.; Sampaio, J. Effect of player position on movement behaviour, physical and physiological performances during an 11-a-side football game. *J. Sports Sci.* **2014**, *32*, 191–199, doi:[10.1080/02640414.2013.816761](https://doi.org/10.1080/02640414.2013.816761).
19. Low, B.; Coutinho, D.; Gonçalves, B.; Rein, R.; Memmert, D.; Sampaio, J. A Systematic review of collective tactical behaviours in football using positional data. *Sports Med.* **2020**, *50*, 343–385, doi:[10.1007/s40279-019-01194-7](https://doi.org/10.1007/s40279-019-01194-7).
20. Baptista, I.; Johansen, D.; Seabra, A.; Pettersen, S.A. Position specific player load during match-play in a professional football club. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0198115, doi:[10.1371/journal.pone.0198115](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198115).
21. Di Salvo, V.; Baron, R.; Tschan, H.; Montero, F.; Bachl, N.; Pigozzi, F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int. J. Sports Med.* **2007**, *28*, 222–227. doi:[10.1055/s-2006-924294](https://doi.org/10.1055/s-2006-924294).
22. Mohr, M.; Krstrup, P.; Bangsbo, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J. Sports Sci.* **2003**, *21*, 519–528, doi:[10.1080/0264041031000071182](https://doi.org/10.1080/0264041031000071182).
23. Bradley, P.; Sheldon, W.; Wooster, B.; Olsen, P.; Boanas, P.; Krstrup, P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J. Sports Sci.* **2009**, *27*, 159–168, doi:[10.1080/02640410802512775](https://doi.org/10.1080/02640410802512775).
24. Di Salvo, V.; Gregson, W.; Atkinson, G.; Tordoff, P.; Drust, B. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int. J. Sports Med.* **2009**, *30*, 205–212, doi:[10.1055/s-0028-1105950](https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950).
25. Oliveira, R.; Brito, J.P.; Martins, A.; Mendes, B.; Marinho, D.A.; Ferraz, R.; Marques, M.C. In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0209393, doi:[10.1371/journal.pone.0209393](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209393).
26. Gabbett, T. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *Br. J. Sports Med.* **2016**, *50*, 273–280, doi:[10.1136/bjsports-2015-095788](https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788).
27. Schuth, G.; Carr, G.; Barnes, C.; Carling, C.; Bradley, P. Positional interchanges influence the physical and technical match performance variables of elite soccer players. *J. Sports Sci.* **2016**, *34*, 501–508, doi:[10.1080/02640414.2015.1127402](https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1127402).
28. Portillo, J.; Abián, P.; Calvo, B.; Paredes, V.; Abián-Vicén, J. Effects of muscular injuries on the technical and physical performance of professional soccer players. *Phys. Sportsmed.* **2020**, *48*, 437–441, doi:[10.1080/00913847.2020.1744485](https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1744485).
29. Malone, S.; Owen, A.; Mendes, B.; Hughes, B.; Collins, K.; Gabbett, T. High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk? *J. Sci. Med. Sport* **2018**, *21*, 257–262, doi:[10.1016/j.jsams.2017.05.016](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.016).
30. Ekstrand, J.; Lundqvist, D.; Lagerbäck, L.; Vouillamoz, M.; Papadimitiou, N.; Karlsson, J. Is there a correlation between coaches' leadership styles and injuries in elite football teams? A study of 36 elite teams in 17 countries. *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 527–531, doi:[10.1136/bjsports-2017-098001](https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098001).
31. Bradley, P.S.; Carling, C.; Gomez Diaz, A.; Hood, P.; Barnes, C.; Ade, J.; Boddy, M.; Krstrup, P.; Mohr, M. Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Hum. Mov. Sci.* **2013**, *32*, 808–821, doi:[10.1016/j.humov.2013.06.002](https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.06.002).
32. Baptista, I.; Johansen, D.; Figueiredo, P.; Rebelo, A.; Pettersen, S.A. A comparison of match-physical demands between different tactical systems: 1-4-5-1 vs 1-3-5-2. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0214952, doi:[10.1371/journal.pone.0214952](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214952).
33. Chmura, P.; Konefał, M.; Chmura, J.; Kowalczyk, E.; Zając, T.; Rokita, A.; Andrzejewski, M. Match outcome and running performance in different intensity ranges among elite soccer players. *Biol. Sport* **2018**, *35*, 197–203, doi:[10.5114/2Fbiolsport.2018.74196](https://doi.org/10.5114/2Fbiolsport.2018.74196).
34. Castellano, J.; Casamichana, D. What are the differences between first and second divisions of Spanish football teams? *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2015**, *15*, 135–146, doi:[10.1080/24748668.2015.11868782](https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868782).
35. Mallo, J.; Mena, E.; Nevado, F.; Paredes, V. Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology. *J. Hum. Kinet.* **2015**, *47*, 179–188, doi:[10.1515/hukin-2015-0073](https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0073).

36. Folgado, H.; Duarte, R.; Marques, P.; Sampaio, J. The effects of congested fixtures period on tactical and physical performance in elite football. *J. Sports Sci.* **2015**, *33*, 1238–1247, doi:[10.1080/02640414.2015.1022576](https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1022576).
37. Gonçalves, B.; Coutinho, D.; Travassos, B.; Folgado, H.; Caixinha, P.; Sampaio, J. Speed synchronization, physical workload and match-to-match performance variation of elite football players. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0200019, doi:[10.1371/journal.pone.0200019](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200019).
38. Smith, M.; Zeuwts, L.; Lenoir, M.; Hens, N.; De Jong, L.; Coutts, A. Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *J. Sports Sci.* **2016**, *34*, 1297–1304, doi:[10.1080/02640414.2016.1156241](https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1156241).
39. Owoeye, O.B.A.; VanderWey, M.J.; Pike, I. Reducing Injuries in Soccer (Football): An Umbrella Review of Best Evidence Across the Epidemiological Framework for Prevention. *Sports Med. Open* **2020**, *6*, 46, doi:[10.1186/s40798-020-00274-7](https://doi.org/10.1186/s40798-020-00274-7).
40. Pfirrmann, D.; Herbst, M.; Ingelfinger, P.; Simon, P.; Tug, S. Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *J. Athl. Train.* **2016**, *51*, 410–424, doi:[10.4085/1062-6050-51.6.03](https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03).
41. Fuller, C.W.; Ekstrand, J.; Junge, A.; Andersen, T.E.; Bahr, R.; Dvorak, J.; Hägglund, M.; McCrory, P.; Meeuwisse, W.H. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (Soccer) Injuries. *Br. J. Sports Med.* **2006**, *40*, 193–201, doi:[10.1136/bjism.2005.025270](https://doi.org/10.1136/bjism.2005.025270).
42. McCall, A.; The EFP-Group; Pruna, R.; Van Der Horst, N.; Dupont, G.; Buchheit, M.; Coutts, A.J.; Impellizzeri, F.M.; Fanchini, M. Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Male Elite Footballers: An Expert-Led Delphi Survey of 21 Practitioners Belonging to 18 Teams from the Big-5 European Leagues. *Sports Med.* **2020**, *50*, 1667–1681, doi:[10.1007/s40279-020-01315-7](https://doi.org/10.1007/s40279-020-01315-7).
43. Harper, D.J.; Carling, C.; Kiely, J. High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Med.* **2019**, *49*, 1923–1947, doi:[10.1007/s40279-019-01170-1](https://doi.org/10.1007/s40279-019-01170-1).
44. Impellizzeri, F.M.; Menaspà, P.; Coutts, A.J.; Kalkhoven, J.; Menaspà, M.J. Training Load and Its Role in Injury Prevention, Part I: Back to the Future. *J. Athl. Train.* **2020**, *55*, 885–892.
45. Suarez-Arrones, L.; De Alba, B.; Röhl, M.; Torreno, I.; Strütt, S.; Freyler, K.; Ritzmann, R. Player Monitoring in Professional Soccer: Spikes in Acute:Chronic Workload Are Dissociated From Injury Occurrence. *Front. Sports Act. Living* **2020**, *2*, 75, doi:[10.3389/fspor.2020.00075](https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00075).
46. Bowen, L.; Gross, A.S.; Gimpel, M.; Bruce-Low, S.; Li, F.X. Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: A comprehensive 3-year study. *Br. J. Sports Med.* **2020**, *54*, 731–738, doi:[10.1136/bjsports-2018-099422](https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099422).

4.1 Otros resultados relevantes

Además de los resultados anteriormente expuestos y publicados en el artículo que presentamos, nuestro estudio también registró y analizó las lesiones acontecidas durante las dos temporadas consecutivas (2012-13 y 2013-14), según su frecuencia y localización corporal; así como, la ubicación del jugador en el terreno de juego.

Como refleja la tabla 1, la lesión más frecuente de todas las estudiadas fue la que se localizó en el muslo tanto a nivel general (1,7 lesiones), como en todas las posiciones: destacando de manera más importante en los jugadores que ocupan la posición de defensa central (2,6 lesiones), seguidos de los que se ubican en banda (2,0 lesiones), de los delanteros (1,7 lesiones), los mediocentros (1,4 lesiones) y en menor medida en los jugadores que se sitúan como laterales (1,2 lesiones). Además, el análisis de este tipo de localización en relación con las lesiones acontecidas durante las dos temporadas estudiadas nos dice que existen diferencias estadísticamente significativas con respecto a la posición que ocupa el jugador en el campo ($p=0.026$), siendo más frecuente en los jugadores denominados defensa central y menos frecuente en los denominados laterales.

Igualmente, en relación con las lesiones del pie existen diferencias estadísticamente significativas con respecto a la posición que ocupa cada jugador en el campo ($p=0.025$), siendo más frecuente en los jugadores denominados defensa Central (0,4 lesiones) y menos frecuente en los denominados mediocentros (0,2 lesiones).

Las demás lesiones y localizaciones analizadas en función de la ubicación de los jugadores no arrojan cambios estadísticamente significativos.

Aunque podemos destacar que los jugadores que ocupan la posición de defensa central son quienes más se lesionan (29%), seguidos de los jugadores mediocentros (22%), los de banda (20%), los delanteros (16%) y finalmente los laterales (13%) son los que menos lesiones sufren.

Finalmente, queremos destacar, como refleja la tabla 1, que la lesión menos frecuente es la denominada *Esternón/Costillas/Dorsal*, es decir, una lesión acontecida sobre la región del tronco, que sólo sucede una vez, durante las dos temporadas a un jugador en la posición de defensa central, por ello no se han podido realizar los análisis de datos para esta localización anatómica en función de la posición del jugador.

Localización	Def. Central	Lateral	Mediocentro	Banda	Delantero	GLOBAL	p-valor
Cadera/Ingle	0,3±0,7	0,1±0,3	0,5±0,7	0,4±0,5	0,2±0,4	0,3±0,6	0,094
Muslo	2,6±1,2	1,2±0,8	1,4±0,9	2,0±1,9	1,7±1,4	1,7±1,3	0,026*
Rodilla	0,3±0,5	0,4±0,9	0,7±0,8	1,5±1,8	0,2±0,4	0,6±1,0	0,260
Pierna	0,7±1,8	0,2±0,4	0,7±1,0	0,3±0,5	0,4±0,8	0,5±1,1	0,076
Tobillo	1,0±0,9	0,1±0,3	0,8±0,9	0,6±0,9	0,7±1,3	0,7±0,9	0,055*
Pie	0,4±0,8	0,3±0,5	0,2±0,6	0,3±0,5	0,4±0,5	0,3±0,6	0,025
Lumbar	0,4±0,5	0,3±0,5	0,2±0,4	0,0±0,0	0,2±0,4	0,2±0,4	0,160
/sacro/pelvis							
Cabeza	0,4±0,5	0,0±0,0	0,0±0,0	0,1±0,4	0,0±0,0	0,1±0,3	0,595
/cara/cervical							
Esternón	0,2±0,4	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,2	-
/Costillas/Dorsal							
Hombro/Clavícula	0,2±0,6	0,0±0,0	0,0±0,0	0,1±0,4	0,0±0,0	0,1±0,3	0,054
MMSS	0,1±0,3	0,1±0,3	0,1±0,3	0,0±0,0	0,2±0,4	0,1±0,3	0,854
Abdomen	0,3±0,5	0,3±0,5	0,1±0,3	0,0±0,0	0,0±0,0	0,1±0,3	0,098
LESIONES TOTALES	24	11	18	17	13	83	

Tabla 2. Distribución de la localización de las lesiones en relación con la posición del jugador durante las dos temporadas (media±dt). Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes * (p <0.05).



5

DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

5.1. Incidencia lesional

Los resultados del presente estudio mostraron una incidencia total en las dos temporadas de 10,9 lesiones/1000horas de exposición, siendo de 8,5 y de 20,5 en entrenamientos y partidos respectivamente, aunque en valores absolutos se obtuvieron mayor número de lesiones en entrenamientos (2,9) que en partidos (1,7). En este sentido López-Valenciano et al. (2020), en una revisión sistemática, muestran resultados siguiendo esta tendencia tanto para la incidencia total (8,1 lesiones/1000 horas) como para la incidencia lesional en partidos (10 veces mayor que entrenamientos). Anteriormente, Pfrimann et al. (2016) ya revelan hallazgos similares tanto en jugadores profesionales como en jóvenes, y Larruskain et al. (2018) en mujeres que juegan en la liga profesional de fútbol femenino de España. Cabe añadir, que otros trabajos donde se analizó la incidencia durante la Copa del Mundo de Sudáfrica (Dvorak et al., 2011) o en La Liga (Noya-Salcés et al., 2014), se obtuvieron valores cercanos a los reportados en esta tesis doctoral, e incluso este último presenta algunos errores metodológicos similares como el tiempo de exposición de los jugadores que participaron con las selecciones nacionales. No obstante, hay que resaltar que la mayoría de los autores anteriormente comentados, estudiaron una muestra más amplia y un mayor número de temporadas que las del presente trabajo.

La evidencia científica apunta a que todo ello puede estar relacionado con la fatiga o la intensidad del juego durante la competición (Gonçalves et al., 2018; Ekstrand et al, 2011a; Bangsbo et al., 2006). Por lo tanto, resulta necesario estudiar todos los aspectos que interfieran en el rendimiento de los jugadores durante los partidos, de tal forma que se realicen intervenciones para manejar las situaciones de riesgo que puedan desencadenar en un evento lesional.

Cabe destacar que nuestros hallazgos revelan diferencias estadísticamente significativas al comparar la incidencia lesional durante los entrenamientos entre las dos temporadas ($p=0,029$ para $p>0,05$), concretamente hay una incidencia de 10,3 lesiones/1000 horas en la primera y de 7,8 lesiones/1000 horas en la segunda. Aunque en la bibliografía consultada no encontramos análisis de este tipo, creemos que diferentes aspectos como la congestión del calendario, la metodología de trabajo llevada a cabo por los diferentes entrenadores, la gestión de la carga o la presencia de jugadores con lesiones previas pueden estar relacionados con estos valores. (Guerrero-Calderón et al., 2021; Windt & Gabbett, 2017; Ekstrand et al., 2020).

5.2. Tipo y localización de las lesiones

En el análisis de las lesiones en función del tipo de estructura dañada, encontramos que la más frecuente fue la lesión muscular (2,5 lesiones), seguida de la articular (1,4 lesiones), siendo ligeramente mayor en ambos casos en la primera temporada estudiada. En relación a la localización, aparece de manera destacada el muslo como región lesionada más habitual. Estos resultados guardan relación con los mostrados por Noya et al. (2014) quienes analizaron 16 equipos durante una temporada en la misma competición (La Liga) y los publicados por Woods et al. (2004) donde destacan la lesión isquiosural como la más frecuente.

Ekstrand et al. (2011a), en este sentido, concluyen que las lesiones se localizan en un 87% en los miembros inferiores y que un 12% afecta al grupo isquiosural. En otro estudio de estos mismos autores analizan 2098 lesiones musculares y encontramos que, además de ser la lesión más frecuente, los equipos sufren en torno a 15 lesiones musculares por temporada que en su mayoría se localizan en el grupo anteriormente mencionado (Ekstrand et al. 2011b). Asimismo, se ha observado que esta tendencia no es diferente en otros períodos como la pretemporada (Woods et al. 2002) y que, además en estudios de epidemiológicos de carácter

retrospectivo donde analizaron a equipos de diferentes ligas europeas durante 13 temporadas, existe un aumento del promedio anual de lesiones isquiosurales del 2,3% (Ekstrand et al. 2016), hecho que puede ser debido a las exigencias a las que son sometidos los futbolistas por la congestión de partidos en diferentes competiciones nacionales, continentales e intercontinentales, que llevan a un incorrecto o dificultoso manejo de la cargas de trabajo como apuntaban Windt & Gabbet (2017).

5.3. Severidad de las lesiones

Las lesiones menores (1-3 días de baja) fueron las más numerosas, (2,1) seguidas de las moderadas o de 8-28 días (1,2), en ambas temporadas. En esta dirección, Ekstrand et al. (2020), en un estudio reciente, analizaron 22.942 lesiones durante 16 temporadas en varios equipos de fútbol del continente europeo y concluyeron que la mayoría de las lesiones acontecidas se agrupaban en: menores a 7 días y entre 8-28 días de baja deportiva respetivamente. Cabe añadir que estos autores contemplaron también el tiempo de baja de las recidivas. A diferencia de esto, en el presente trabajo no se pudieron contabilizar el número y duración de las recaídas debido al registro existente.

Estos resultados de severidad de las lesiones en jugadores profesionales coinciden con los reportados por Larruskain et al. (2017), que también informa de diferencias respecto a la severidad en jugadoras que sufrieron mayor número de lesiones de carácter moderado (8-28 días) y severo (>28 días).

Por otro lado, como comentamos anteriormente, la mayoría de estudios de carácter epidemiológico en el fútbol utilizaron un mayor tamaño muestral que el del presente estudio. No obstante, existen trabajos como los de Orhant et al. (2010) donde se analiza la disponibilidad para entrenar o jugar (severidad, a causa de diferentes enfermedades comunes como problemas respiratorios o gastrointestinales) con una muestra similar a la

presentada en esta tesis. Este hecho puede limitar la generalización de los resultados, aunque constata una tendencia similar a estudios recientes.

Por último, cabe destacar la constatación de las diferencias estadísticamente significativas reflejadas entre la primera y la segunda temporada para las lesiones de carácter grave o que superaban los 28 días de baja. Aunque el número de lesiones no fue muy diferente en ambas temporadas, la tipología de la lesión puede interferir en el tiempo de baja, aumentar la severidad y por ende la carga de lesión (Bahr et al., 2018). Esta diferencia podría residir en la congestión del calendario, debido a la participación en tres competiciones, a la que los jugadores estaban sometidos durante la segunda temporada estudiada (Walden et al., 2005).

5.4. Lesiones y posición de juego

En relación a la incidencia lesional no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las posiciones. Estos resultados concuerdan con el estudio de Dauty&Collon (2011), quienes analizaron 173 jugadores profesionales que participaron durante 15 temporadas en entrenamientos y partidos. En otras ligas de menor nivel, como la estadounidense o la de Kosovo, Morgan&Oberlander (2001) y Shalaj et al. (2016) respectivamente, tampoco encontraron diferencias en la incidencia lesional en función de la posición de los jugadores en sus estudios realizados durante una temporada, excluyendo, al igual que se ha hecho en nuestro estudio, a los porteros de este análisis.

Otros autores si han puesto de manifiesto en sus estudios relaciones significativas entre la incidencia lesional y las diferentes posiciones, destacando que los delanteros presentaron mayores índices de incidencia frente a los porteros que mostraron los valores más bajos (Andersen et al., 2003; Aoki et al., 2012; Arliani et al., 2018; Carling et al., 2010). Es cierto, que solo dos de los estudios comentados analizaron jugadores que competían en Europa, y además solo uno de ellos pertenecía a una de las

grandes ligas. Este hecho podría estar en relación con lo encontrado en nuestro estudio, ya que los jugadores que presentaron mayor incidencia total y en partidos fueron los defensas centrales. Además, los jugadores de esta posición reflejaron los valores más altos en una serie de variables donde se establecieron diferencias significativas que fueron el número de lesiones de carácter moderado (2,2 lesiones), de tipo músculo-tendinoso (3,9 lesiones) y óseo (1,1 lesiones) en ambas temporadas.

En relación con otras variables, como el número de lesiones durante los entrenamientos y las lesiones menores, se obtuvieron resultados significativos, siendo la posición de mediocentro la que más lesiones registró durante estos (3,9) siendo mayoritariamente de carácter menor (3,3), lo que coincide con los resultados de una revisión sistemática reciente llevada a cabo por Della Villa et al., (2018), donde se analizaron equipos de diferentes ligas y niveles, como la de Kosovo, la norteamericana o la francesa, durante una o varias temporadas.

5.5. Demandas físicas

5.5.1 Herramientas para el control de la carga y las demandas físicas

Dentro los objetivos de nuestro estudio contemplamos la recogida de las variables físicas de DTR, Sprint a Baja Intensidad (SBI) y Sprint a Alta Intensidad (SAI) a través del sistema de videotracking Mediacoach® para su posterior relación con la incidencia lesional, como que ya demostraron con anterioridad Di Salvo et al. (2007). En el momento de la recogida de datos este sistema era la única herramienta disponible y la más avanzada que se podía utilizar durante los partidos de competición oficial (Clubb, 2015). Al mismo tiempo de ser una herramienta que aporta una comodidad extra al jugador, se ha demostrado su validez al comparar los datos con los dispositivos actuales de GPS (Felipe et al., 2019). En este sentido, además de la posibilidad de utilizar esta tecnología de forma válida y fiable, existe la posibilidad de comparar los datos con los equipos

profesionales de La Liga española, ya que se encuentran instalados en todos los estadios de primera y segunda división (Pons et al., 2019).

Existen otros programas de videotracking, como Amisco® y Prozone®, que han sido validados igualmente y se utilizan en otras ligas como la Premier League inglesa, la serie A italiana o la Ligue 1 francesa (Di salvo et al., 2006).

Sin embargo, autores como Gabbett (2016) han destacado la importancia de estudiar otras variables de rendimiento como la aceleración, la desaceleración, la carga total o el cálculo de las relaciones de carga aguda:crónica, variables que en el momento de la recogida de datos no eran contempladas por Mediacoach®. En este sentido, Castellano et al. (2014), en una revisión sistemática sobre estos sistemas de videotracking, concluyeron que a pesar de ser una herramienta valiosa que nos permite identificar diferentes demandas físicas, los GPS aportan más datos que además resultan ser más versátiles y accesibles en la práctica diaria, lo que constituye un avance para la comprensión del fenómeno lesional y los factores de carga física asociada.

5.5.2. Demandas físicas en ambas temporadas

Los jugadores analizados recorrieron de media mayor DTR en la primera temporada con respecto a la segunda, pero menor distancia en SBI y SAI. Estas diferencias están en relación con los resultados de la investigación llevada a cabo por Pons et al. (2020), donde revelaron que los jugadores de segunda división mostraron un descenso en DTR y un aumento en las AAI, ya que en la segunda temporada la posición de clasificación fue tremendamente inferior a la de la primera, en concreto 14 posiciones, lo que indica un descenso en la calidad técnico-táctica de los jugadores (Clemente et al., 2019). En este sentido, en la Premier League también demostraron que en los jugadores de menor categoría los indicadores físicos fueron superiores (Bradley et al., 2013).

Siguiendo la comparación entre los datos físicos de ambas temporadas, encontramos que existen otras variables que influyen en la variabilidad de los resultados. Por ejemplo, Chimura et al. (2018) demostraron que en ciertas posiciones se recorren menor distancia a media y alta intensidad en los partidos ganados, por lo que los resultados negativos de la segunda temporada pudieron afectar al rendimiento físico de los jugadores. Por otro lado, estos cambios en los requerimientos físicos, pueden estar influenciados por la congestión del calendario o los cambios de entrenador, ya que en la segunda temporada el equipo participó en tres competiciones y tuvo tres entrenadores diferentes, pero la bibliografía ha demostrado que no existen resultados concluyentes al respecto (Guerrero-Calderón et al., 2021; Folgado et al., 2015). Sin embargo, encontramos trabajos donde si hay una relación entre los diferentes sistemas tácticos y las demandas físicas durante los partidos (Tierney et al, 2016; Low et al., 2020), lo que pone en discusión si los cambios de entrenador que conllevan variaciones tácticas podrían o no influir en el rendimiento. En nuestro caso, durante la segunda temporada hubo 3 cambios de entrenador con filosofías de juego muy diferentes, lo que conllevó a cambios tácticos drásticos que podrían haber interferido en las variables físicas analizados.

5.5.3. Demandas físicas en función de la posición

Se ha confirmado en nuestro estudio que existen diferencias estadísticamente entre las variables de demanda física estudiadas (DTR, SBI y SAI) en función de la posición de juego. Concretamente, la posición de mediocentro seguida de la lateral es la que mayor DTR cubre durante los partidos. Estos resultados coinciden con los recientemente publicados en la misma competición y que analizaron las diferentes posiciones durante el mismo año de la segunda temporada estudiada en la presente tesis (Rivilla-García et al., 2019). En esta misma dirección, encontramos diferentes trabajos que obtuvieron los mismos resultados en competiciones europeas como la Champions League, aunque cabe añadir que los valores fueron ligeramente superiores, concretamente en torno a 12.000 metros

(Bradley et al. 2011; Di Salvo; 2007). Otros estudios realizados en la Serie A italiana y la Champions League, concluyeron que, además de los mediocentros y laterales, los delanteros también cubrían mayor DTR, aspecto que acontece también en el presente estudio (Mohr et al., 2003). No obstante, es importante añadir que además analizaron estas variables en diferentes períodos de 15 minutos durante los partidos, aspecto que no se tuvo en cuenta durante la recogida y análisis de los datos del presente manuscrito y que sería de interés para saber si los diferentes momentos del partido pueden influir en las lesiones.

En cambio, no todos los estudios de este aspecto van en la misma línea. Algunos trabajos más antiguos, como el de Bradley et al. (2009) en la Premier League, obtuvieron que los jugadores de banda fueron la segunda posición que más DTR cubrió, siendo en el presente estudio la posición que menos metros ejerció en esta variable.

Al mismo tiempo, publicaciones más recientes, han puesto de manifiesto que los mediocentros, además de realizar mayor DTR, han disminuido la tasa de trabajo en las acciones de sprint (Baptista et al., 2018). Esto podría guardar cierta relación con los resultados alcanzados en este trabajo, ya que es la segunda posición que menor distancia recorre en metros a SAI. Aun así, no se pueden sacar conclusiones en este sentido, al no compararse los metros recorridos en las diferentes las posiciones entre las dos temporadas.

En relación a las acciones de alta intensidad, los resultados revelaron que los laterales y los jugadores de banda recorrieron mayor número de metros en las variables de SBI y SAI. Anteriormente, Di Salvo et al. (2007), en 717 jugadores que compitieron en la CL y en la UEL, establecieron que los jugadores de banda realizaron mayor número y mayor cantidad de metros a sprint que el resto de posiciones. Simultáneamente, en un estudio realizado durante 7 temporadas en la Premier League, se ha observado que hay un aumento de las distancias a

sprint de los laterales y de media en todas las posiciones en las AAI. Estos mismos autores añadieron que este aumento podría verse incrementado en La Liga, debido a la mayor exigencia desde el punto de vista técnico-táctico.

Al respecto, tanto Rivilla-García et al. (2019) en un estudio donde analizó partidos de La Liga durante la temporada 2013-2014, como Bradley et al. (2010) en una muestra de 110 jugadores que participaron en competiciones domésticas e internacionales, añadieron que además de los laterales y los jugadores de banda, los delanteros realizaron mayor número de AAI, y mayor número y metros a sprint respectivamente. Por el contrario, Andrzejewski et al. (2013) observaron en 147 sujetos que compitieron en la UEL que, a parte de los jugadores de banda, los delanteros realizaron más AAI durante los partidos, concretamente mayor número de sprint. Estos cambios en diferentes competiciones, podrían estar influenciados, como hemos comentado anteriormente, por diferentes aspectos, pero principalmente destacan los de carácter técnico-táctico como apuntaron Gonçalves et al. (2014).

5.6. Estudio de la correlación entre demandas físicas, lesiones y posición

5.6.1. Estudio de correlaciones para la posición de mediocentro

Los jugadores que cubrieron mayor DTR en nuestro estudio fueron los mediocentros. Trabajos previos en la liga española ya informaron de este hallazgo utilizando el sistema de videotracking Mediacoach® (Carling et al., 2009; Felipe et al., 2019). En la presente investigación se observó una correlación positiva entre la DTR en esta posición con las lesiones articulares y moderadas (8-28 días). Algunos autores señalan que la posición de mediocentro es la más exigente tácticamente, puesto que juega un papel importante en la toma de decisiones que, como consecuencia, desencadena una considerable fatiga mental, hecho que interfiere de

manera directa en el rendimiento físico. (Gonçalves et al., 2018; Smith et al., 2016). Además, se ha observado que cubren una mayor DTR para ayudar al equipo tanto en tareas defensivas como en ataque (Gonçalves et al., 2014) lo que incrementa las exigencias físicas en jugadores de esta posición.

Por otro lado, estas demandas a las que están sometidos los mediocentros durante los partidos, se corresponden con nuestros resultados, donde apareció una correlación negativa que mostró que a mayor DTR y menor número de lesiones durante los entrenamientos. Por el contrario, Dupont et al. (2010) afirmaron que, en equipos que jugaban más de un partido a la semana, tanto la DTR como los esfuerzos de alta intensidad, no fueron tan determinantes en la correlación con la tasa lesional, aunque tal como explica el mismo autor, esos resultados pudieron ser debidos al tamaño muestral.

5.6.2. Estudio de correlaciones para la posición de defensa central

Los defensas centrales no recorrieron tantos metros en DTR ni en acciones de alta intensidad como en otras posiciones. En el presente estudio hubo una correlación positiva en los defensas centrales entre los metros recorridos en SAI y el número de lesiones totales, moderadas (8-28 días) y de tipo articular. Por otra parte, se encontró correlación negativa entre la DTR y las lesiones de tipo músculo-tendinoso y de inferior severidad (1-3 días). En este sentido nuestros resultados coinciden con los publicados por Bush et al. (2016), quienes demostraron que, en el fútbol moderno, los defensas centrales no podían cubrir demandas de otras posiciones, como por ejemplo la de los laterales. Por ello, este cambio de posición se definió como un factor de riesgo de lesión, ya que según Ehrmann et al. (2016) hay períodos de recuperación más cortos entre los esfuerzos de alta intensidad en la posición de lateral.

5.6.3. Estudio de correlaciones para la posición de defensa lateral

En el caso de los laterales, cuanto mayor es la distancia que recorren a SBI durante los partidos, menor es la incidencia total y el número de lesiones en los entrenamientos. Estudios previos ya relacionaron la importancia y evolución de las acciones de alta intensidad, incluida la carrera de muy alta intensidad y los medidores de velocidad con la posición de lateral (Bradley et al., 2009; Bush et al., 2015; Di Salvo et al., 2007;). Di Salvo et al. (2007) también afirmaron que, debido a la evolución de las acciones de alta intensidad, los laterales deberían estar bien expuestos a estas demandas específicas de la posición, como sprints por encima de 30 m para mejorar el rendimiento. Por lo tanto, como afirmaron Malone et al. (2018), si están más expuestos a estas intensidades de carrera tendrían una mejor adaptación, y como consecuencia esto podría contribuir a reducir el riesgo de lesiones.

Por tanto, resulta importante la inclusión de acciones a alta intensidad en los programas de formación y prevención, que ayuden a los jugadores profesionales a estar óptimamente preparados ante las demandas impuestas en los partidos de competición (Gabbet et al., 2016; Mc Call et al., 2020). Ejemplo de ello es la correspondencia que existe entre los jugadores que sufren lesiones musculares previas, concretamente en los isquiosurales, y la menor distancia recorrida en acciones de sprint o de alta velocidad (Ekstrand et al., 2011; Portillo et al., 2020). Este hecho aparece en nuestros resultados, ya que los laterales recorrieron más metros a SAI y tuvieron lesiones de carácter leve (1-3 días), las cuáles no conllevaron pérdida de partidos.

En cuanto a la DTR, en este grupo de jugadores se observó una relación positiva con las lesiones graves. Esto puede ser debido a que los jugadores cubren mayor DTR en las segundas partes del encuentro, debido a la fatiga que conlleva una menor coordinación en las AAI (Folgado et al., 2018; Gonçalves et al., 2018). Asimismo, Jaspers et al. (2018) demostraron

que hay una relación entre la posibilidad de padecer lesiones por sobreuso y valores de carga acumulada para la DTR durante 2 o 3 semanas. Sin embargo, otras investigaciones como las de Bradley et al. (2011) o Krstrup et al. (2005), ya restaron importancia a este parámetro frente a las acciones de alta intensidad y aceleraciones, consideradas como mejores indicadores de rendimiento y por tanto de riesgo de lesión.

5.6.4. Estudio de correlaciones para las posiciones de banda y delantero

No se encontraron correlaciones estadísticamente significativas para las posiciones de banda y delantero con respecto a las demandas físicas y la incidencia de lesiones. Concretamente, nuestros jugadores de banda, como en otros estudios de La Liga, han mostrado los valores más altos en metros con respecto a SAI y han sido, detrás de los delanteros, quienes han realizado la mayor cantidad de metros en acciones de SBI (Di Salvo et al. 2007). Por lo tanto, creemos que una menor incidencia de lesiones podría justificarse por una mayor exposición a este tipo de esfuerzos durante los entrenamientos y partidos, como ya apuntaron Malone et al. (2018), quienes recalcaron la importancia del factor protector de las exposiciones crónicas a AAI.

5.7. Limitaciones

Los hallazgos del presente estudio deben interpretarse con cautela, debido a ciertas limitaciones metodológicas que se exponen a continuación en relación a la literatura actual:

- En la recogida de los datos de incidencia no se contempló la exposición de los jugadores que participaron con sus selecciones nacionales, lo que podría interferir en el tiempo total y en la interpretación de los datos (Noya-Salcés et al., 2014).

- Los datos de rendimiento físico no han sido obtenidos a través de perfiles individuales o distancias relativas, sino de los umbrales de velocidad genéricos y absolutos que aporta la herramienta Mediacoach® (Murray et al., 2017)
- Los sistemas de videotracking han sido los más utilizados en el análisis de las demandas físicas de los jugadores durante los partidos, pero la incorporación de los dispositivos GPS ha ganado terreno. Esta tecnología, además de aportar otros datos como las aceleraciones, desaceleraciones o HMLD, es más precisa y se puede utilizar para controlar la carga en entrenamientos (Dalen et al., 2016; Gómez-Carmons et al., 2019; Tiernety et al., 2016).
- La carga de trabajo realizada por los futbolistas durante el entrenamiento no fue registrada y considerada en el estudio, lo que podría influir en los valores de rendimiento en los partidos (Suarez-Arrones et al., 2020; Bowen et al., 2020).
- Los sistemas de videotracking aportan datos de carácter técnico-táctico que no han sido contemplados y afectan de manera directa e indirecta en las variables de demanda física (Baptista et al., 2018; Low et al., 2020)
- La presente tesis es un estudio observacional con un objetivo exploratorio, y no se puede establecer causalidad. Además, el reducido tamaño de la muestral puede influir en la validez de los resultados, por lo que sería interesante contrastar los hallazgos con otros equipos de La Liga española.

5.8. Prospectiva y futuras líneas de investigación

A partir de los datos obtenidos a través de los sistemas de videotracking como Mediacoach®, se pueden programar sesiones de entrenamiento controladas para exponer a los jugadores a exigencias comparables a las de un partido, intentando así reducir el riesgo de lesiones (Harper et al., 2019). Como Impellizzeri et al. (2020) declararon, el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones son dependientes y, por esta razón, la comunicación entre el personal médico y técnico debe estar altamente coordinada para mejorar el rendimiento y tratar de minimizar el riesgo de lesiones.

Además, sería interesante haber comprobado en las posiciones donde no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas como la de delantero o banda, aspectos vinculados con las aceleraciones o desaceleraciones que preceden a las acciones de sprint repetidos durante los partidos y que, a su vez, se relacionan con diferentes lesiones músculo-esqueléticas, como el daño muscular producido por las sobrecargas excéntricas (Gastin et al., 2019; Russell et al., 2016; Woolley et al., 2014).

Por otro lado, en nuestro estudio hubo diferencias en la participación en diferentes competiciones al comparar la primera y la segunda temporada, lo que pudo causar desequilibrios significativos en las cargas externas crónicas entre los jugadores del equipo (Suarez-Arrones et al., 2020). Esta situación debe ser considerada y minimizada en las sesiones de entrenamiento para evitar desequilibrios en la carga de trabajo, tanto en los jugadores que participan en los partidos como en los que no juegan. Por lo tanto, el personal técnico involucrado en la planificación y monitorización de las cargas de trabajo para la mejora del rendimiento y la prevención de lesiones, debe introducir exposiciones a cargas crónicas altas, pero nunca superando valores pico de 2,0 según informan los estudios más recientes. (Bowen et al., 2020).

Debido a ello y a los resultados del presente documento, las correlaciones reflejadas deberían ser estudiadas con mayor profundidad y contemplando el mayor número de escenarios posibles, para así poder determinar relaciones causales con mejor precisión. De esta forma, resulta necesario intervenir en diferentes variables que derivan de las lesiones y afectan de manera directa tanto al rendimiento físico-deportivo de los jugadores como al éxito y la estabilidad económica de los clubes. Por ello, en un futuro sería interesante:

- Realizar estudios multicéntricos en diferentes clubes de la misma o diferente competición, para poder comparar con mayor consistencia y fiabilidad los datos obtenidos.
- Registrar los datos de incidencia lesional y de demanda física en entrenamientos y partidos a través de los perfiles físicos individuales, utilizando procedimientos más actuales como el control de la carga a través de los ratios de carga agudo:crónico.
- Contrastar los resultados empleando tecnología más actual de registro como los GPS, y añadir a los análisis las acciones de aceleración y deceleración que registra este sistema.
- Contemplar los aspectos técnico-tácticos que influyen en las demandas físicas, y valorar su relación con la incidencia y severidad de las lesiones.
- Aportar información a sistemas de análisis más complejos tipo Big Data, para predecir y establecer relaciones entre las variables de rendimiento físico, las técnico-tácticas y las de incidencia de lesiones con el objetivo de mejorar el rendimiento.
- Analizar no sólo aspectos físicos sino técnico-tácticos e incluso de corte psicológico (estrés, toma de decisiones, ansiedad, etc) que

puedan afectar al proceso de mejora del rendimiento físico y por tanto a la tasa de lesiones.

6

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. Existen relaciones estadísticamente significativas entre las lesiones registradas en los entrenamientos y los partidos con las demandas físicas observadas durante la competición, utilizando el sistema Mediacoach®, en los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga española durante dos temporadas consecutivas
2. Las lesiones registradas en los entrenamientos y los partidos, utilizando el sistema Mediacoach®, en los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga española durante dos temporadas consecutivas son estadísticamente diferentes en las posiciones de mediocentro, defensa central y lateral, pero no para las de banda y delantero.
3. La incidencia lesional de los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga española durante dos temporadas consecutivas fue mayor en los partidos que en los entrenamientos.
4. Las lesiones de los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga española durante dos temporadas consecutivas más frecuentes fueron las músculo-tendinosas, localizadas a nivel del muslo y con una severidad de carácter menor.
5. Los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga española recorrieron mayor distancia total en la primera temporada con respecto a la segunda temporada.
6. Los jugadores de un equipo de fútbol profesional de La Liga española corrieron mayor número de metros a Sprint de Baja y Alta Intensidad en la segunda temporada con respecto a la primera temporada.



7 BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556–561.
- Andersen, T. E., Larsen, O., Tenga, A., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2003). Football incident analysis: A new video based method to describe injury mechanisms in professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 226–232.
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 27(8), 2134–2140.
- Aoki, H., O'Hata, N., Kohno, T., Morikawa, T., & Seki, J. (2012). A 15-year prospective epidemiological account of acute traumatic injuries during official professional soccer league matches in Japan. *American Journal of Sports Medicine*, 40(5), 1006–1014.
- Arliani, G. G., Lara, P., Astur, D. C., Pedrinelli, A., Pagura, J. R., & Cohen, M. (2018). Orthopaedics injuries in male professional football players in Brazil: a prospective comparison between two divisions. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 7(3), 524–531.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 278–285.
- Asian Clemente, J.A., Requena, B., Jukic, I., Nayler, J., Hernández, A & Carling C. (2019). Is Physical Performance a Differentiating Element

between More or Less Successful Football Teams? *Sports*, 7(10), 216.

Aughey, R. J., & Varley, M. C. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(3), 282.

Aughey, Robert J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295–310.

Ávalos Guillén, J., Gutiérrez Vargas, R., Araya Vargas, G., Sánchez Ureña, B., Gutiérrez Vargas, J., & Rojas Valverde, D. (2017). Effects of artificial turf and natural grass on physical and technical performance of professional soccer players. *MHSalud: Movimiento Humano y Salud*, 14(1), 1.

Bahr, R., Clarsen, B., & Ekstrand, J. (2018). Why we should focus on the burden of injuries and illnesses, not just their incidence. *British Journal of Sports Medicine*, 52(16), 1018–1021.

Bahr, R., & Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: A key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324–329.

Ballesta Castells, C., García Romero, J., Fernández García, J. C., & Alvero Cruz, J. R. (2015). Métodos actuales de análisis del partido de fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 15(60), 785–803.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674.

Baptista, I., Johansen, D., Figueiredo, P., Rebelo, A., & Pettersen, S. A.

(2019). A comparison of match-physical demands between different tactical systems: 1-4-5-1 vs 1-3-5-2. *PLoS ONE*, 14(4), 1–4.

Baptista, I., Johansen, D., Seabra, A., & Pettersen, S. A. (2018). Position specific player load during matchplay in a professional football club. *PLoS ONE*, 13(5), 1–10.

Barrett, S., Midgley, A., & Lovell, R. (2014). PlayerLoad™: Reliability, convergent validity, and influence of unit position during treadmill running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 945–952.

Barros, R. M., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., Anido, R., & Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 233–242.

Bittencourt, N., Meeuwisse, W. H., Mendonça, L. D., Nettel-Aguirre, A., Ocarino, J. M., & Fonseca, S. T. (2016). Complex systems approach for sports injuries: Moving from risk factor identification to injury pattern recognition - Narrative review and new concept. *British Journal of Sports Medicine*, 50(21), 1309–1314.

Bloomfield, J., Polman, R., Butterly, R., & O'Donoghue, P. (2005). Analysis of age, stature, body mass, BMI and quality of elite soccer players from 4 European Leagues. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(1), 58–67.

Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63–70.

- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The Quantification of Training Load , Effect on Performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2161–S2170.
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F. X. (2020). Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: A comprehensive 3-year study. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 731–738.
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., & Li, F. X. (2017). Accumulated workloads and the acute: Chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 452–459.
- Bradley, P.S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., di Mascio, M., Paul, D., Diaz, A. G., Peart, D., & Krstrup, P. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 821–830.
- Bradley, P.S., Carling, C., Gomez Diaz, A., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., Boddy, M., Krstrup, P., & Mohr, M. (2013). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science*, 32(4), 808–821.

- Bradley, P.S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). *High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels*. *24*(9), 2343–2351.
- Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, *27*(2), 159–168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>.
- Bradley, P. S., Lago-Peñas, C., Rey, E., & Sampaio, J. (2014). The influence of situational variables on ball possession in the English Premier League. *Journal of Sports Sciences*, *32*(20), 1867–1873.
- Brink, M. S., Nederhof, E., Visscher, C., Schmikli, S. L., & Lemmink, K. A. P. M. (2010). Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(3), 597–603.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010a). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, *31*(11), 818–825.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010b). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, *31*(10), 709–716.
- Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine*, *34*(1), 40–48.
- Buchheit, M. (2019a). Managing high-speed running load in professional

soccer players: The benefit of high-intensity interval training supplementation. *Sport Performance & Science Reports*, 1, 1–5.

Buchheit, M. (2019b). Programming high-speed running and mechanical work in relation to technical contents and match schedule in professional soccer. *Sportsperfsci*, 6, 4–6.

Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39, 1–11.

Butler, S. (2019). *Running fast: the cause, the cure and a vaccine*. British Journal of Sports Medicine.

Carling, C., Gall, F. L., & Reilly, T. P. (2010). Effects of physical efforts on injury in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(3), 180–185.

Carling, C., Orhant, E., & LeGall, F. (2010). *Match injuries in professional soccer: inter-seasonal variation and effects of competition type, match congestion and positional role*. 31(4), 271–276.

Carling, C, Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurements techniques and work rate data. *Sports Medicine*, 38(10), 839–862.

Carling, C, Bradley, P., McCall, A., & Dupont, G. (2016). Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2215–2223.

Carling, C., Le Gall, F., & Dupont, G. (2012). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of Sports*

Sciences, 30(4), 325–336.

Casamichana, D., Martín-garcía, A., Díaz, A. G., & Bradley, P. S. (2021). Accumulative weekly load in a professional football team : with special reference to match playing time and game position. *Biology of Sport*, 39(1), 115–124.

Casamichana, D., Castellano, J., & Dellal, A. (2013). Influence of different training regimes on physical and physiological demands during small-sided soccer games: continuous vs. intermittent format. *Journal of strength and conditioning research*, 27(3), 690–697.

Castanga, C., Impellizzeri, F., Cecchini, E., Rampinini, E., & Alvarez, J. (2009). Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *J Strength Cond Res.*, 23(7), 1954–1959.

Castellano, J., Alvarez-Pastor, D., & Bradley, P. S. (2014). Evaluation of research using computerised tracking systems (amisco® and prozone®) to analyse physical performance in elite soccer: A systematic review. *Sports Medicine*, 44(5), 701–712.

Castellano, J., & Casamichana, D. (2014). Alternativas en la monitorización de las demandas físicas en fútbol: pasado, presente y futuro. *Revista Española de Educación Física y Deportes: REEFD*, 404, 41–58.

Castellano, J., & Casamichana, D. (2015). What are the differences between first and second divisions of Spanish football teams?. *Int J Perf Anal Sport*, 15(1), 135–146.

Chmura, P., Konefał, M., Chmura, J., Kowalczyk, E., Zajac, T., Rokita, A., & Andrzejewski, M. (2018). Match outcome and running performance

in different intensity ranges among elite soccer players. *Biology of Sport*, 35(2), 197–203.

Clubb, J. (2015). *FIFA Finally Permit the Use of GPS in Competitive Football: What is the Way Forward?* Disponible en: <http://sportsdiscovery.net/journal/2015/07/30/fifa-finally-permit-the-use-of-gps-in-competitive-football-what-is-the-way-forward/>. Sports Discovery.

Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133–135.

Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025–1042.

Dalen, T., Ingebrigtsen, J., Ettema, G., Hjelde, G. H., & Wisløff, U. (2016). *Player Load, Acceleration, and Deceleration During Forty-Five Competitive Matches of Elite Soccer*. 30(2), 351–359.

Dalen, T., Lorås, H., Hjelde, G. H., & Kjøsnes, T. N. (2019). Accelerations - a new approach to quantify physical performance decline in male elite soccer? *European Journal of Sport Science*, 19(8), 1015–1023.

Dauty, M., & Collon, S. (2011). Incidence of injuries in french professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(12), 965–969.

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

Sports Sciences, 34(14), 1363–1370.

Della Villa, F., Mandelbaum, B. R., & Lemak, L. J. (2018). The Effect of Playing Position on Injury Risk in Male Soccer Players: Systematic Review of the Literature and Risk Considerations for Each Playing Position. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead, N.J.)*, 47(10).

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

Di Prampero, P. E., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, J. B., Belli, A., & Antonutto, G. (2005). Sprint running: A new energetic approach. *Journal of Experimental Biology*, 208(14), 2809–2816.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222–227.

Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of sports sciences*, 28(14), 1489–1494.

Di Salvo, Valter, Adam, C., Barry, M., & Cardinale, M. (2006). Validation of Prozone ®: A new video-based performance analysis system. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 108–119.

Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical

performance and injury rate. *American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752–1758.

Dvorak, J., Junge, A., Derman, W., & Schwellnus, M. (2011). Injuries and illnesses of football players during the 2010 FIFA World Cup. *British Journal of Sports Medicine*, 45(8), 626–630.

Ehrmann, F. E., Duncan, C. S., Sindhusake, D., Franzsen, W. N., & Greene, D. A. (2016). GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 360–367.

Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553–558.

Ekstrand, J. (2013). Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 723–724.

Ekstrand, J., Dvorak, J., & D'Hooghe, M. (2013). Sport medicine research needs funding: The International football federations are leading the way. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 726–727.

Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226–1232.

Ekstrand, J., Krutsch, W., Spreco, A., Van Zoest, W., Roberts, C., Meyer, T., & Bengtsson, H. (2020). Time before return to play for the most common injuries in professional football: A 16-year follow-up of the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 54(7), 421–426.

- Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: A 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(12), 731–737.
- Enright, K., Green, M., Hay, G., & Malone, J. J. (2020). Workload and Injury in Professional Soccer Players: Role of Injury Tissue Type and Injury Severity. *International Journal of Sports Medicine*, *41*(2), 89–97.
- Felipe, J. L., Garcia-Unanue, J., Viejo-Romero, D., Navandar, A., & Sánchez-Sánchez, J. (2019). Validation of a video-based performance analysis system (Mediacoach®) to analyze the physical demands during matches in LaLiga. *Sensors (Switzerland)*, *19*(19), 4–13.
- Folgado, H., Duarte, R., Marques, P., & Sampaio, J. (2015). The effects of congested fixtures period on tactical and physical performance in elite football. *Journal of Sports Sciences*, *33*(12), 1238–1247.
- Folgado, H., Gonçalves, B., & Sampaio, J. (2018). Positional synchronization affects physical and physiological responses to preseason in professional football (soccer). *Research in Sports Medicine (Print)*, *26*(1), 51–63.
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hägglund, M., McCrory, P., & Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, *40*(3), 193–201.
- 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.

Gabbett, T. J., Hulin, B. T., Blanch, P., & Whiteley, R. (2016). High training workloads alone do not cause sports injuries: How you get there is the real issue. *British Journal of Sports Medicine*, 50(8), 444–445.

Gabbett, T. J., Kennelly, S., Sheehan, J., Hawkins, R., Milsom, J., King, E., Whiteley, R., & Ekstrand, J. (2016). If overuse injury is a “training load error”, should undertraining be viewed the same way? *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1017–1018.

Gastin, P. B., Hunkin, S. L., Fahrner, B., & Robertson, S. (2019). Deceleration, Acceleration, and Impacts Are Strong Contributors to Muscle Damage in Professional Australian Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3374–3383.

Gaudino, P., Iaia, F. M., Alberti, G., Hawkins, R. D., Strudwick, A. J., & Gregson, W. (2014). Systematic bias between running speed and metabolic power data in elite soccer players: Influence of drill type. *International Journal of Sports Medicine*, 35(6), 489–493.

Gómez-Carmona, C. D., Pino-Ortega, J., Sánchez-Ureña, B., Ibáñez, S. J., & Rojas-Valverde, D. (2019). Accelerometry-based external load indicators in sport: Too many options, same practical outcome? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 1–13.

Gonçalves, B., Coutinho, D., Travassos, B., Folgado, H., Caixinha, P., & Sampaio, J. (2018). Speed synchronization, physical workload and match-to-match performance variation of elite football players. *PLoS ONE*, 13(7), 1–16.

- González-Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). *Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza*. Inde Publi.
- Griffin, A., Kenny, I. C., Comyns, T. M., & Lyons, M. (2020). The Association Between the Acute:Chronic Workload Ratio and Injury and its Application in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 50(3), 561–580.
- Guerrero-Calderón, B., Owen, A., Morcillo, J., & Castillo-Rodríguez, A. (2021). How does the mid-season coach change affect physical performance on top soccer players? *Physiology & Behavior*, 232(4), 113328.
- Häggglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738–742.
- Harley, J. A., Barnes, C. A., Portas, M., Lovell, R., Barrett, S., Paul, D., & Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1391–1397.
- Harper, D. J., & Kiely, J. (2018). Damaging nature of decelerations: Do we adequately prepare players? *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 4(1), 2–4.
- Harper, D. J., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Medicine*, 49(12), 1923–1947.

- Haugen, T., & Buchheit, M. (2016). Sprint Running Performance Monitoring: Methodological and Practical Considerations. *Sports Medicine*, 46(5), 641–656.
- Impellizzeri, F. M., Menaspà, P., Coutts, A. J., Kalkhoven, J., & Menaspà, M. J. (2020). Training load and its role in injury prevention, Part I: Back to the future. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 885–892.
- Jaspers, A., Kuyvenhoven, J. P., Staes, F., Frencken, W. G. P., Helsen, W. F., & Brink, M. S. (2018). Examination of the external and internal load indicators' association with overuse injuries in professional soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(6), 579–585.
- Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A. J., Boyd, L. J., & Aughey, R. J. (2010). Variability of GPS units for measuring distance in team sport movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(4), 565–569.
- Johnston, R. J., Watsford, M. L., Pine, M. J., Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Pruyn, E. C. (2012). The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 758–765.
- 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.
- Lago, C. (2014). ¿Cómo será el fútbol en 2026? un análisis de la evolución del juego desde 1966. *Futbolpf: Revista de Preparación Física En El Fútbol, N°especial*, 4–11.

- Larruskain, J., Lekue, J. A., Diaz, N., Odriozola, A., & Gil, S. M. (2018). A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(1), 237–245.
- Liebermann, D. G., Katz, L., Hughes, M. D., Bartlett, R. M., McClements, J., & Franks, I. M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 755–769.
- López-Valenciano, A., Ruiz-Pérez, I., Garcia-Gómez, A., Vera-Garcia, F. J., De Ste Croix, M., Myer, G. D., & Ayala, F. (2020). Epidemiology of injuries in professional football: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 711–718.
- Low, B., Coutinho, D., Gonçalves, B., Rein, R., Memmert, D., & Sampaio, J. (2020). A Systematic Review of Collective Tactical Behaviours in Football Using Positional Data. In *Sports Medicine* (Vol. 50, Issue 2). Springer International Publishing.
- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). *Demands of Top-Class Soccer Friendly Matches in Relation to a Playing Position Using Global Positioning System Technology Physical by*. 47(September), 179–188.
- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the black box: Applications and considerations for using gps devices in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 18–26.
- Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6),

561–565.

Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 250–254.

Malone, S., Hughes, B., Doran, D. A., Collins, K., & Gabbett, T. J. (2019). Can the workload–injury relationship be moderated by improved strength, speed and repeated-sprint qualities? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1), 29–34.

Malone, S., Owen, A., Mendes, B., Hughes, B., Collins, K., & Gabbett, T. J. (2018). High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(3), 257–262.

Marsh JLT Specialty. (2019). *Football Injury Index - English Premier League 2018-19*. Marsh. <https://www.readkong.com/page/football-injury-index-english-premier-league-2018-19-9752534>

Martín-garcía, A., Casamichana, D., Díaz, A. G., Cos, F., & Tim, J. (2018). *Positional differences in the most demanding passages of play in football competition*. 17(4), 563–570.

McCall, A., Pruna, R., Van der Horst, N., Dupont, G., Buchheit, M., Coutts, A. J., Impellizzeri, F. M., Fanchini, M., Azzalin, A., Beck, A., Belli, A., Buchheit, M., Dupont, G., Fanchini, M., Ferrari-Bravo, D., Forsythe, S., Iaia, M., Kugel, Y. B., Martin, I., ... Tibaudi, A. (2020). Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Male Elite Footballers: An Expert-Led Delphi Survey of 21 Practitioners Belonging to 18 Teams from the Big-5 European Leagues. *Sports Medicine*, 50(9), 1667–1681.

- McIntosh, A. S. (2005). Risk compensation, motivation, injuries, and biomechanics in competitive sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 2–3.
- McLellan, C., Lovell, D., & Gass, G. (2011). *Biochemical and endocrine responses to impact and collision during elite Rugby League match play*. 25(6), 1553–1562.
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 186–205.
- Meeuwisse, W. H., Tyreman, H., Hagel, B., & Emery, C. (2007). A dynamic model of etiology in sport injury: The recursive nature of risk and causation. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(3), 215–219.
- Mendiguchia, J., Edouard, P., Samozino, P., Brughelli, M., Cross, M., Ross, A., Gill, N., & Morin, J. B. (2016). Field monitoring of sprinting power–force–velocity profile before, during and after hamstring injury: two case reports. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 535–541.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528.
- Morgan, B. E., & Oberlander, M. A. (2001). An examination of injuries in major league soccer. The inaugural season. *American Journal of Sports Medicine*, 29(4), 426–430.

- Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., Hulin, B. T., & McLellan, C. P. (2017). Individual and combined effects of acute and chronic running loads on injury risk in elite Australian footballers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(9), 990–998.
- Nevill, A., Atkinson, G., & Hughes, M. (2008). Twenty-five years of sport performance research in the Journal of Sports Sciences. *Journal of Sports Sciences*, 26(4), 413–426.
- Noya Salces, J., Gómez-Carmona, P. M., Gracia-Marco, L., Moliner-Urdiales, D., & Sillero-Quintana, M. (2014). Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1263–1270.
- Orhant, E., Carling, C., & Cox, A. (2010). A three-year prospective study of illness in professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 18(3), 199–204.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(1), 170–178.
- Owoeye, O., VanderWey, M. J., & Pike, I. (2020). Reducing Injuries in Soccer (Football): an Umbrella Review of Best Evidence Across the Epidemiological Framework for Prevention. *Sports Medicine - Open*, 6(1).
- Pfirrmann, D., Herbst, M., Ingelfinger, P., Simon, P., & Tug, S. (2016). Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 51(5), 410–424.

- Pollard, R., Reep, C., & Hartley, S. (1988). The quantitative comparison of playing styles in soccer. En: Reilly T, Lees A, Davis K, Murphy WJ, editores. *Science and Football I. London: E. and F.N. Spon*, 309–315.
- Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., del Campo, R. L., García, J. D., & Pulido, J. J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PLoS ONE*, *14*(8), 1–12.
- Pons, E., Ponce-Bordón, J. C., Díaz-García, J., Del Campo, R. L., Resta, R., Peirau, X., & García-Calvo, T. (2021). A longitudinal exploration of match running performance during a football match in the spanish la liga: A four-season study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(3), 1–10.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, *28*(3), 228–235.
- Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., Zubillaga, A., Peltola, E., Krustup, P., & Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences*, *28*(2), 171–182.
- Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, *2*, 87–97.
- Rey, E., Kalén, A., Lorenzo-Martínez, M., López-Del Campo, R., Nevado-Garrosa, F., & Lago-Peñas, C. (2020). Elite Soccer Players do Not Cover Less Distance in the Second Half of the Matches When Game Interruptions Are Considered. *J Strength Cond Res.*, *17*, Publish Ahead

of Print.

Riboli, A., Esposito, F., & Coratella, G. (2021). The distribution of match activities relative to the maximal intensities in elite soccer players: implications for practice. *Research in Sports Medicine*, 3(1), 1–12.

Rivilla-García, J., Calvo, L. C., Jiménez-Rubio, S., Paredes-Hernández, V., Muñoz, A., Tillaar, R. Van Den, & Navandar, A. (2019). Characteristics of Very High Intensity Runs of Soccer Players in Relation to Their Playing Position and Playing Half in the 2013-14 Spanish la Liga Season. *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 213–222.

Roe, M., Malone, S., Blake, C., Collins, K., Gissane, C., Büttner, F., Murphy, J. C., & Delahunt, E. (2017). A six stage operational framework for individualising injury risk management in sport. *Injury Epidemiology*, 4(1).

Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., Cook, C. J., Bracken, R. M., & Kilduff, L. P. (2016). Relationships between match activities and peak power output and Creatine Kinase responses to professional reserve team soccer match-play. *Human Movement Science*, 45, 96–101.

Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., & Kilduff, L. P. (2015). Responses to a 120 min reserve team soccer match: a case study focusing on the demands of extra time. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2133–2139.

Sanchez-Sanchez, J., Martinez-Rodriguez, A., Felipe, J. L., Hernandez-Martin, A., Ubago-Guisado, E., Bangsbo, J., Gallardo, L., & Garcia-Unanue, J. (2020). Effect of natural turf, artificial turf, and sand surfaces on sprint performance. A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 1–12.

- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831–1843.
- Schuth, G., Carr, G., Barnes, C., Carling, C., & Bradley, P. S. (2016). Positional interchanges influence the physical and technical match performance variables of elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 501–508.
- Seiler, S., Haugen, O., & Kuffel, E. (2007). Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1366–1373.
- Shalaj, I., Tishukaj, F., Bachl, N., Tschan, H., Wessner, B., & Csapo, R. (2016). Injuries in professional male football players in Kosovo: A descriptive epidemiological study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), 1–9.
- Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297–1304.
- Sprouse, B., Alty, J., Kemp, S., Cowie, C., Mehta, R., Tang, A., Morris, J., Cooper, S., & Varley, I. (2020). The Football Association Injury and Illness Surveillance Study: The Incidence, Burden and Severity of Injuries and Illness in Men's and Women's International Football. *Sports Medicine*, 0123456789.
- Stevens, T., de Ruiter, C. J., Twisk, J., Savelsbergh, G., & Beek, P. J. (2017). Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 117–125.
- Stolen, T., Chamari, K., Castanga, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of

soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536.

Suarez-Arrones, L., Torreño, N., Requena, B., Sáez De Villarreal, E., Casamichana, D., Barbero-Alvarez, J. C., & Munguía-Izquierdo, D. (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *J Sports Med Phys Fitness.*, 55(12), 1417–1422.

Suarez-Arrones, L., De Alba, B., Röhl, M., Torreno, I., Strütt, S., Freyler, K., & Ritzmann, R. (2020). Player Monitoring in Professional Soccer: Spikes in Acute:Chronic Workload Are Dissociated From Injury Occurrence. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2(July), 1–8.

Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 47(12), 2533–2551.

Taylor, L., & Rollo, I. (2014). Impact of Altitude and Heat on Football Performance. *Sports Science Exchange*, 27(131), 1–9.

Tierney, P. J., Young, A., Clarke, N. D., & Duncan, M. J. (2016). Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations. *Human Movement Science*, 49, 1–8.

Tillaar, R. Van Den, Asmund, J., & Solheim, B. (2017). Comparison of Hamstring Muscle Activation During High-Speed Running and Various Hamstring Strengthening Exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(5), 718–727.

van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. G. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*,

14(2), 82–99.

Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 121–127.

Vilamitjana, J., Lentini, N., & Masabeu, E. (2013). The influence of match frequency on the risk of injury in professional soccer. *International SportMed Journal*, 14(3), 139–147.

Wallace, J. L., & Norton, K. I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 223–228.

Waldén M, Hägglund M, Ekstrand J. UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *Br J Sports Med*. 2005 Aug;39(8):542-6

Watson, A., Brickson, S., Brooks, A., & Dunn, W. (2017). Subjective well-being and training load predict in-season injury and illness risk in female youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(3), 194–199.

Whiteley, R., Massey, A., Gabbett, T., Blanch, P., Cameron, M., Conlan, G., Ford, M., & Williams, M. (2020). Match High-Speed Running Distances Are Often Suppressed After Return From Hamstring Strain Injury in Professional Footballers. *Sports Health*, XX(X), 1–6.

Windt, J., & Gabbett, T. J. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? the workload - Injury aetiology model. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 428–435.

Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., & Hodson,

A. (2004). The Football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football - Analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38(1), 36–41.

Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2002). The Football Association Medical Research Programme - analysis of pre-season injuries. *The British Journal of Sports Medicine*, 36, 436–441.

Woolley, B., Jakeman, J., & Faulkner, J. (2014). Multiple Sprint Exercise with a Short Deceleration Induces Muscle Damage and Performance Impairment in Young, Physically Active Males. *Journal of Athletic Enhancement*, 3(2), 1–7.

Young, W. B., Hepner, J., & Robbins, D. W. (2012). Movement demands in Australian rules football as indicators of muscle damage. *J Strength Cond Res.*, 26(2), 492–496.



8

ANEXOS

8. ANEXOS

Anexo 1. Convenio específico de investigación

Anexo 3. Permiso de la entidad deportiva para la publicación de datos de lesión de los jugadores y de demanda física de La Liga



D. Manuel Alcantarilla Pedrosa

Sevilla, Mayo 2021