



UAX

**Universidad
Alfonso X el Sabio**

UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE DOCTORADO
AVANCES EN BIOMECÁNICA Y REHABILITACIÓN

TESIS DOCTORAL

**TIPOLOGÍA DE LESIONES Y PATRONES BIOMECÁNICAS EN
FUTBOLISTAS PROFESIONALES FEMENINAS DE LA
COMUNIDAD DE MADRID**

AUTOR: JAVIER NÚÑEZ VILLAR
DIRECTOR: DR. ANTONIO LÓPEZ ROMÁN

Villanueva de la Cañada, 2024

ÍNDICE

Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de gráficas	viii
Abreviaturas	x
Resumen	xi
Abstract.....	xiii
Contribuciones del candidato	
• Artículos científicos.....	xv
• Congresos y seminarios científicos	xv

CAPÍTULO I: Introducción

1. Recuerdo anatómico del pie y la rodilla.	3
1.1. Anatomía de la rodilla.....	3
1.2. Anatomía del pie	5
1.3. Órgano tendinoso de Golgi	7
2. Definición y etiología de las lesiones	7
2.1 Lesiones del ligamento cruzado anterior.....	8
2.1.1. Factores que influyen en las lesiones de rodilla.....	8
2.1.1.1. Factores biomecánicos de la cadera.....	10
2.1.1.2. Factores biomecánicos del tobillo.....	10
2.1.1.3. Factores biomecánicos de la rodilla.....	11
3. Lesiones del ligamento cruzado anterior.....	13
3.1. Presentación clínica y tratamiento.....	13
3.2. Epidemiología de las lesiones del ligamento cruzado anterior.....	16
4. Lesiones musculares.....	16
4.1. Epidemiología de las lesiones musculares	17
4.2. Importancia de las lesiones musculares.....	18
4.3. Factores de riesgo de las lesiones musculares.....	21
4.3.1. Factores intrínsecos	21
4.3.2. Factores extrínsecos	22

4.4. Mecanismos de la lesión muscular	23
4.4.1. Lesión indirecta	23
4.4.2. Lesión directa	23
5. El género como factor de riesgo de las lesiones de rodilla.....	24
6. Biomecánica en el deporte.....	25
6.1. Relación de la biomecánica del tobillo y el pie con las lesiones de rodilla...	25
 CAPÍTULO II: Objetivos e hipótesis	
1. Hipótesis	28
2. Objetivos	28
2.1. Objetivo primario	28
2.2. Objetivos secundarios	28
 CAPÍTULO III: Material y Método	
1. Búsqueda bibliográfica.....	30
2. Diseño y ámbito	32
3. Participantes	32
3.1. Población del estudio	32
3.2. Criterios inclusión y exclusión	32
3.3. Tamaño muestral	32
3.4. Contexto del estudio	32
3.5. Diseño del estudio.....	33
4. Toma de datos y fuentes de información	33
4.1. Laboratorio biomecánico	33
4.2. Marcadores reflectantes	34
4.3. SMART DX	34
4.4. Plataformas dinamométricos de fuerza.....	35
5. Procedimientos	35
5.1. Medidas antropométricas	36
5.2. Colocación de marcadores en los diferentes segmentos corporales	36

5.3. Análisis en estático de la estructura del aparato locomotor para la toma de valores de referencia.....	36
5.4. Análisis cinemático y cinético en dinámico para las evaluaciones de los saltos	
5.4.1. Evaluación del salto mediante “Depth jump bipodal”.....	37
5.4.2. Evaluación del salto mediante “Depth jump monopodal”.....	37
5.5. Análisis estadístico	39
 CAPÍTULO IV: Resultados	
1. Características de la población.....	41
2. Frecuencia de lesiones por demarcación en las tres temporadas.....	42
3. Tipos de lesión.....	43
4. Número de lesiones por rango de edad.....	45
4.1. Lesiones en jugadoras menores de 20 años.....	46
4.2. Lesiones en jugadoras de 21 a 25 años.....	46
4.3 Lesiones en jugadoras de 26 a 30 años.....	46
4.4. Lesiones en jugadoras mayores de 30 años.....	47
5. Número de lesiones por tiempo de exposición en partidos y entrenamientos.....	47
6. Número de lesiones y días de baja total.....	50
6.1. Número de lesiones y días de bajas total en la temporada 2019.....	51
6.2. Número de lesiones y días de bajas total en la temporada 2020.....	52
6.3. Número de lesiones y días de bajas total en la temporada 2021.....	53
7. Clasificación de la lesión	54
7.1. Frecuencia de lesiones en pretemporada.....	54
7.2. Frecuencia de lesiones en temporada.....	54
7.3. Total de lesiones pretemporada/ temporada.....	55
7.3.1. Pretemporada/ temporada en 2019	56
7.3.2. Pretemporada/ temporada en 2020	56
7.3.3. Pretemporada/ temporada en 2021.....	56

7.4. Lesiones por mes durante las tres temporadas	56
7.4.1. Lesiones por mes durante la temporada 2019.....	57
7.4.2. Lesiones por mes durante la temporada 2020	57
7.4.3. Lesiones por mes durante la temporada 2021	57
7.5. Lesiones por zona corporal	58
7.5.1. Lesiones musculares	59
7.5.2. Lesiones articulares	60
7.6. Mecanismos lesionales	61
7.6.1. Mecanismos lesionales en la temporada 2019	61
7.6.2. Mecanismos lesionales en la temporada 2020	62
7.6.3. Mecanismos lesionales en la temporada 2021.....	62
8. Relación de las lesiones y el análisis biomecánicas.....	62
8.1. Relación de las lesiones de tobillo con el análisis biomecánico (Depth jump) durante la temporada 2021.....	62
8.2. Relación de las lesiones de tobillo con el análisis biomecánico (Depth jump) durante la temporada 2020.....	65
8.3. Relación de las lesiones de tobillo con el análisis biomecánico (Depth jump) durante la temporada 2019.....	67
8.4. Relación de las lesiones de rodilla con el análisis biomecánico durante la temporada 2019.....	70
8.5. Relación de las lesiones de rodilla con el análisis biomecánicas durante la temporada 2020.....	72
8.6. Relación de las lesiones de rodilla con el análisis biomecánicas durante la temporada 2021.....	74
CAPÍTULO V: Discusión	76
CAPÍTULO VI: Conclusiones	90
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados antropométricos de la muestra.

Tabla 2: Porcentaje de lesiones durante las temporadas 2019, 2020 y 2021.

Tabla 3: Porcentaje de cada tipo de lesión durante las temporadas 2019, 2020 y 2021.

Tabla 4: Porcentaje de subtipos de lesión por rango de edad.

Tabla 5: Índice lesional en las temporadas 2019, 2020 y 2021.

Tabla 6: Descriptivo del cluster en función de las horas de exposición en la temporada 2019.

Tabla 7: Descriptivo de las variables significativas en las jugadoras lesionadas vs no lesionadas en la temporada 2019.

Tabla 8: Descriptivo del cluster en función de las horas de exposición en la temporada 2020

Tabla 9: Descriptivo de las variables significativas en las jugadoras lesionadas vs no lesionadas en la temporada 2020

Tabla 10: Descriptivo del cluster en función de las horas de exposición en la temporada 2021.

Tabla 11: Descriptivo de las variables significativas en las jugadoras lesionadas vs no lesionadas en la temporada 2021.

Tabla 12: Total de lesiones en temporada/ pretemporada 2019, 2020 y 2021.

Tabla 13: Mecanismo lesional durante las temporadas 2019, 2020 y 2021.

Tabla 14: Tobillo 2019 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Tabla 15: Tobillo 2020 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Tabla 16: Tobillo 2021 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Tabla 17: Rodilla 2019 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Tabla 18: Rodilla 2020 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Tabla 19: Rodilla 2021 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Anatomía de la rodilla.

Figura 2: Anatomía del pie.

Figura 3: Incidencia de reconstrucción de LCA.

Figura 4: Funciones del LCA

Figura 5: Rotaciones del tobillo y pie durante el apoyo del salto. A visión sagital. B visión frontal.

Figura 6: Justificación del proceso de selección de estudios en un diagrama de flujo PRISMA.

Figura 7: Equipo Go5D de la clínica Ripoll y de Prado.

Figura 8: Imagen de marcadores reflectantes.

Figura 9: Cámara BTS SMART DX.

Figura 10: Depth jump monododal. Ejemplificación en la fase de salto.

Figura 11: Vista del plano frontal y del plano longitudinal.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Frecuencia de lesiones por demarcación.

Gráfico 2: Frecuencia de tipo de lesión.

Gráfico 3: Subtipo de lesión por rango de edad.

Gráfico 4: Total de lesiones y días de baja generadas a lo largo de las temporadas 2019, 2020 y 2021.

Gráfico 5: Total de lesiones y días de baja generadas en la temporada 2019.

Gráfico 6: Total de lesiones y días de baja generados en la temporada 2020.

Gráfico 7: Total de lesiones y días de baja generados en la temporada 2021.

Gráfico 8: Total de lesiones en las temporadas y pretemporadas 2019, 2020 y 2021.

Gráfico 9: Porcentaje de lesiones por región corporal.

Gráfico 10: Porcentaje de lesiones en miembro inferior.

Gráfico 11: Porcentaje por grupo muscular.

Gráfico 12: Mecanismo lesional durante las distintas temporadas.

Gráfico 13: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano sagital del tobillo.

Gráfico 14: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano frontal del tobillo.

Gráfico 15: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano sagital del tobillo.

Gráfico 16: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano frontal del tobillo.

Gráfico 17: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2021 en el plano sagital del tobillo.

Gráfico 18: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2021 en el plano frontal del tobillo.

Gráfico 19: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano sagital de la rodilla.

Gráfico 20: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano frontal de la rodilla.

Gráfico 21: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano sagital de la rodilla.

Gráfico 22: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano frontal de la rodilla.

Gráfico 23: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2021 en el plano sagital de la rodilla.

Gráfico 24: Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2021 en el plano frontal de la rodilla.

ABREVIATURAS

LCA: Ligamento cruzado anterior

RMN: Resonancia magnética nuclear.

ANG S CND: Ángulo sagital cadera no dominante. no dominante power.

ANG S TND: Ángulo sagital tobillo no dominante.

ANG F RND: Ángulo frontal rodilla no dominante.

RD S POWER: Ángulo sagital rodilla dominante power

RD F POWER: Ángulo frontal rodilla dominante power

RD F MOM: Ángulo frontal rodilla dominante pico de fuerza

RND F POWER: Ángulo frontal rodilla no dominante power

RD F POWER: Ángulo frontal rodilla dominante power

RND F MOM: Ángulo frontal rodilla no dominante pico de fuerza.

RD F MOM: Ángulo frontal rodilla dominante pico de fuerza.

RND S MOM: Ángulo sagital rodilla no dominante pico de fuerza.

ANG F TD: Ángulo frontal tobillo dominante.

ANG F TND: Ángulo frontal tobillo no dominante.

TND F MOM: Ángulo frontal tobillo no dominante pico de fuerza

TND F POWER: Ángulo frontal tobillo no dominante power.

TND S POWER: Ángulo sagital tobillo no dominante power.

CD F POWER: Ángulo frontal de cadera dominante power

RESUMEN

El fútbol es un deporte con una alta incidencia de lesiones. Se han establecido diversos factores de riesgo lesional como son los factores intrínsecos (la edad, características antropométricas, factores biomecánicos) y factores extrínsecos (régimen de entrenamiento y competición.). Los factores biomecánicos se consideran clave para el éxito deportivo de alto nivel y su análisis permite valorar y/o predecir lesiones.

Objetivo

Identificar y analizar los tipos y características de lesiones, así como las diferencias biomecánicas entre las futbolistas lesionadas y no lesionadas.

Material y métodos

Se ha realizado un estudio epidemiológico observacional, prospectivo y descriptivo de 47 jugadoras de fútbol profesional de equipos de la Comunidad de Madrid pertenecientes a los equipos de Atlético de Madrid, Real Madrid, Madrid CFF y Rayo Vallecano de la primera y segunda división femenina. Se recogieron variables relacionados con la carga de trabajo en la práctica deportiva (minutos de entrenamiento y de competición), los tipos de lesiones durante 3 temporadas (2019-2021), características antropométricas de las jugadoras lesionadas y no lesionadas, y variables biomecánicas cinéticas del protocolo Deph Jump (ángulos, momentos y fuerzas articulares). Para ello, se emplearon los sistemas Smart DX y las plataformas dinamométricas del laboratorio biomecánico de la Clínica Ripoll y de Prado Centro de Excelencia FIFA (Madrid). El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS v. 28.0.

Resultados

Se han encontrado 5,5 lesiones por cada 1000 horas de exposición, siendo las más comunes de gravedad leve (50,4%). La zona corporal más frecuentemente lesionada fue el miembro inferior (85,9%), concentrándose en el muslo el 43,2% de las lesiones. Principalmente se afectó la musculatura isquiotibial y las articulaciones del complejo ligamentoso externo del tobillo. Las delanteras fueron las posiciones con mayor incidencia de lesiones, la mayoría de las cuales ocurrieron durante los partidos.

En cuanto a los patrones biomecánicos, se observó en el tobillo una disminución de la angulación en el plano sagital de la pierna no dominante y un aumento de la angulación en el plano frontal, tanto en la pierna dominante como en la no dominante, así como un aumento del pico de fuerza en el plano frontal. En la rodilla, se encontró un aumento del ángulo sagital en la pierna no dominante y una disminución de la angulación en el plano frontal en la misma pierna, además de un aumento de la potencia en el plano frontal.

Conclusiones

Se han identificado diferencias significativas en los patrones biomecánicos de tobillo y rodilla entre jugadoras lesionadas y no lesionadas, sirviendo estos como factores predictivos clave para evitar lesiones en estas articulaciones

ABSTRACT

Soccer is a sport with a high incidence of injuries. Several injury risk factors have been established, such as intrinsic factors (age, anthropometric characteristics, biomechanical factors) and extrinsic factors (training and competition regime). Biomechanical factors are considered key to high-level sporting success and their analysis allows injury assessment and/or prediction.

Objective

To identify and analyze the types and characteristics of injuries, as well as the biomechanical differences between injured and non-injured female soccer players.

Material and methods

An observational, prospective and descriptive epidemiological study was carried out on 47 professional soccer players from teams in the Community of Madrid belonging to the Atlético de Madrid, Real Madrid, Madrid CFF and Rayo Vallecano teams of the first and second female division. Variables related to workload in sports practice (minutes of training and competition), types of injuries during 3 seasons (2019-2021), anthropometric characteristics of injured and non-injured players, and kinetic biomechanical variables of the Depth Jump protocol (angles, moments and joint forces) were collected. For this purpose, Smart DX systems and dynamometric platforms of the biomechanical laboratory of Clínica Ripoll and Prado Centro de Excelencia FIFA (Madrid) were used. Data processing and analysis was performed using the SPSS v. 28.0 statistical package.

Results

We found 5.5 injuries per 1000 hours of exposure, with the most common being of mild severity (50.4%). The most frequently injured body area was the lower limb (85.9%), with 43.2% of the injuries being concentrated in the thigh. Mainly the hamstring muscles and the joints of the external ligamentous complex of the ankle were affected. The forwards were the positions with the highest incidence of injuries, most of which occurred during matches.

In terms of biomechanical patterns, a decrease in sagittal plane angulation in the non-dominant leg and an increase in frontal plane angulation in both the dominant and non-dominant leg, as well as an increase in peak force in the frontal plane, were observed in the ankle. At the knee, an increase in sagittal angle in the non-dominant leg and a decrease in frontal plane angulation in the same leg were found, as well as an increase in frontal plane power.

Conclusions

Significant differences in ankle and knee biomechanical patterns have been identified between injured and non-injured players, serving as key predictive factors to avoid injuries in these joints.

CONTRIBUCIONES DEL CANDIDATO

Artículos científicos

- Núñez Javier, López Román Antonio, Lavin Ana, Meseguer Silvia. Knee joint instability-use of functional test in the diagnosis of joint instability (2021). Isokinetic Journal. <https://isokinetic.com/en/conference-activities/>
- Núñez Javier, López Román Antonio, Lavin Ana, Meseguer Silvia. Comparative biomechanical analysis between professional female soccer players (2022). IsokineticJournal. https://drive.google.com/file/d/16vnc9w69dD5M77_DX1vjbKh1aBDv7c5g/view
- Nuñez Javier, López Román Antonio, Lavin Ana, Meseguer Silvia Comparative biomechanical analysis between professional female soccer players (2023). European Journal of Sport. <https://sport-science.org/index.php/scientific-programme/scientific-programme>

Congresos y seminarios científicos

- **Presentación oral.** Valoración del análisis biomecánico en fútbol femenino. "Congreso Nacional de Fútbol". Santander, España, 2023
- **Presentación poster.** Comparative biomechanical analysis between professional female soccer players "European of Sport Science". Paris, Francia, 2023.
- **Presentación oral.** Comparative biomechanical analysis between professional female soccer player "Isokinetic Conference". London, Inglaterra, 2023.
- **Presentación oral.** Return to play in young female football players "I congreso internacional de innovación y tecnología en ciencias del deporte UAX". Madrid, España, 2023.
- **Presentación oral.** Comparative biomechanical analysis between professional female soccer player "Isokinetic Conference". Lyon, Francia, 2022.
- **Presentación oral.** Análisis de la inestabilidad biomecánica en el fútbol femenino "Segundo Simposio articulando el deporte". Madrid, España, 2022.
- **Presentación oral.** Return to play in young female football players "Sport Tomorrow Congress". Barcelona, Epaña, 2021.

- **Presentación oral.** Valoración y prevención de las lesiones en el fútbol femenino: la experiencia en el Atlético de Madrid. "Fisioterapia y Medicina del Deporte The Wanda Metropolitano Experience". Madrid, España, 2021.
- **Presentación oral.** ¿Cómo han evolucionado las lesiones de los deportistas? Análisis de la inestabilidad biomecánica en el fútbol femenino "Simposio, articulando el deporte OAFI-COE". Madrid, España, 2021.
- **Presentación oral.** Análisis de la inestabilidad biomecánica en el fútbol femenino "I congreso online de fisioterapia deportiva". On line, 2021.
- **Presentación oral.** Análisis biomecánico Go5D Centro de Excelencia FIFA Ripoll y De Prado" XX edición semana de la ciencia y la innovación de Madrid". Madrid, España, 2020.
- **Presentación oral.** Análisis biomecánico preventivo de lesiones en futbolistas profesionales "Segundo encuentro internacional de medicina deportiva en el fútbol femenino". Buenos Aires-on line, Argentina, 2020.
- **Presentación oral.** Lesiones en el ligamento cruzado anterior "Medicina y fisioterapia del deporte". Sevilla, España, 2019.
- **Presentación oral.** "Lesiones de los tendones y músculos isquiotibiales". Madrid, España, 2019.
- **Presentación oral.** "Jornadas de cartílago articular". Valencia, España 2018

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Las lesiones musculares y ligamentosas se encuentran entre las afecciones más comunes en el deporte. Son motivo de una gran preocupación tanto por la pérdida de tiempo de entrenamiento y competición, como por la difícil toma de decisiones sobre su tratamiento y la posterior vuelta al deporte. Preocupan, también, en el ámbito deportivo por la alta tasa de recurrencia¹.

Los equipos de fútbol profesional con menores tasas de lesiones en la temporada tienen un mejor rendimiento en sus competiciones nacionales e internacionales. Por todo esto, las lesiones musculares y ligamentosas son una de las principales preocupaciones de la medicina deportiva². Relacionado con todo lo anterior, existe una norma internacional en el fútbol de élite por la que los jugadores se someten a exámenes médicos de pretemporada y a pruebas de aptitud física.

En cuanto a la incidencia de las lesiones articulares, encontramos en la literatura que al menos la mitad son ligamentos de rodilla son lesiones aisladas de ligamento cruzado anterior (LCA). Se ha calculado que se lesionan cada año alrededor de 100.000 deportistas de LCA, siendo el 70% de los casos en deportes como esquí, fútbol americano, baloncesto y fútbol³.

Dentro de esta incidencia encontramos diferencias entre géneros. La ruptura del LCA ocurre de 4 a 6 veces más en mujeres deportistas en comparación con deportistas masculinos que practican los mismos deportes. Es especialmente llamativo en aquellos deportes donde se realizan aterrizajes y cambios de dirección⁴, como pueden ser baloncesto, fútbol y voleibol⁵.

En la práctica deportiva tanto el salto, como su posterior aterrizaje, ha sido objeto de estudio para evaluar el daño potencial que conlleva^{6,7}. El estudio del salto se centra en entender la ejecución del movimiento, desde cómo el cuerpo genera y utiliza la fuerza necesaria para asimilar el impacto, hasta ver cuáles son las implicaciones biomecánicas en los tejidos del miembro inferior. Se ha estudiado si el impacto durante el salto no sea absorbido de forma adecuada, puede llegar a dar uno de los mecanismos de lesión más comunes: “non- contact injury”. Este mecanismo consiste en una deceleración justo antes

de un cambio de dirección o aterrizaje con la rodilla. Este se produce entre 20 grados y extensión completa, y, afecta en especial a atletas femeninas⁶.

Los conocimientos en la prevención de las lesiones musculares y ligamentosas siguen aumentando. Los investigadores tratan de identificar y desarrollar herramientas clínicas con el propósito de determinar la fisiopatología y biomecánica de una lesión durante la práctica deportiva.

La investigación sobre los factores de riesgo de las lesiones tiene como objetivo averiguar por qué se producen, predecirlas y así poder prevenir y proteger a los atletas con mayor riesgo de sufrirlas.⁷

1. Recuerdo anatómico de la rodilla y el pie

1.1 Anatomía de la rodilla

La rodilla es una articulación compleja que se encuentra en posición intermedia situada en el miembro inferior, donde se unen el fémur y la tibia. Su compleja estructura es esencial para su funcionamiento adecuado. La articulación de la rodilla permite la flexión y extensión de la pierna, así como una ligera rotación⁸.

El fémur es el hueso más grande y fuerte del cuerpo, y constituye la parte superior de la articulación de la rodilla. La tibia forma la parte inferior de la articulación. Por último, la rótula es un hueso sesamoideo situado en el tendón del cuádriceps, que protege la articulación y mejora la eficiencia de la extensión de la rodilla.

La rodilla es una trocleoartrosis formada por dos articulaciones: la articulación femoro-tibial y la articulación femoro-patelar.

La articulación de fémur con la tibia es una articulación sinovial, de elevada complejidad. Está conformada por los cóndilos femorales y los platillos tibiales. Entre ambos platillos tibiales se encuentran las espinas tibiales anterior-interna y posteroexterna en la que se insertan los ligamentos cruzados. Entre los cóndilos y los platillos se encontramos los

meniscos, estructuras de cartílago fibroso que ayudan a la distribución de las cargas, absorben impactos y mejoran la estabilidad de la articulación.

El LCA se inserta en la espina tibial anterointerna y sigue un trayecto hacia atrás arriba y hacia fuera para terminar en la cara interna del cóndilo femoral externo. Su función principal es evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur.

Por su parte, el ligamento cruzado posterior (LCP) se inserta en la espina tibial posteroexterna y sigue un trayecto hacia arriba, delante y adentro para terminar en la cara externa (lateral) del cóndilo femoral interno, y evita el desplazamiento hacia atrás de la tibia respecto al fémur⁹.

Además de los ligamentos cruzados, en la articulación de la rodilla encontramos los ligamentos laterales, interno y externo.

Desde el punto de vista muscular, el cuádriceps se inserta en la base de la rótula y su cara anterior, al llegar al polo inferior de la rótula se forma el tendón rotuliano y desde aquí se dirige hacia abajo hasta llegar a la tuberosidad anterior de la tibia.

El músculo semimembranoso es el más posterior e interno de los músculos flexores de la rodilla, lo encontramos por detrás del cóndilo interno.

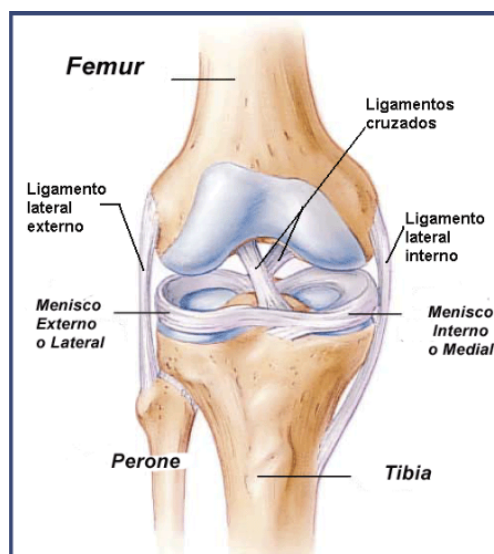


Figura 1. Anatomía de la rodilla¹⁰.

La rodilla puede realizar sus movimientos sobre dos planos, el de flexo- extensión, que se desenvuelven en el plano sagital y el movimiento de rotación que tienen lugar en un plano frontal. A estos principales movimientos y, gracias a la laxitud articular, hay que sumar que, de forma pasiva, la rodilla permita movimientos leves de rotación. Los movimientos obvios de la rodilla son la flexo-extensión y durante este movimiento, los cóndilos del fémur se desplazan en los platillos de la tibia. Con la flexión de los cóndilos femorales, estos comienzan a desplazarse posteriormente con un sentido extremo logrando con ello que el eje de movimiento se rote hacia los lados en sentido horario¹¹.

1.2 Anatomía del pie

El pie es el extremo más distal de la extremidad inferior y constituye la base de sustentación del cuerpo. Puede convertirse en una estructura rígida o flexible en función de las necesidades del individuo, gracias a su biomecánica. El pie es fundamental para la locomoción. Está diseñado para soportar el peso del cuerpo y permitir el movimiento y proporcionar equilibrio.

La anatomía del pie está compuesta por numerosos huesos, articulaciones, músculos, ligamentos y tendones, lo cuales le convierten en una estructura compleja.



Figura 2. Anatomía del pie. ¹²

En el pie encontramos un total de 26 huesos de los cuales los principales son el tarso, el metatarso y las falanges.

El tarso está formado por el astrágalo, el calcáneo, el cuboide y los tres huesos cuneiformes que son el medial, intermedio y lateral. El metatarso por su parte está compuesto a su vez por cinco huesos metatarsianos que se conectan con los dedos del pie. Cada dedo del pie (excepto el primer meta) tiene tres falanges (proximal, media y distal). El primer meta solo tiene dos falanges.

Gracias a las articulaciones se permite el movimiento y la flexibilidad del pie. Las más importantes son las articulaciones del tobillo, que une la pierna con el pie y permite el movimiento de flexión y extensión, la articulación del tarso y las articulaciones metatarsofalángicas que conectan los huesos metatarsianos con las falanges y permiten el movimiento de flexión y extensión de los dedos del pie.

El pie cuenta con una extensa red de músculos y tendones que son responsables de dar del movimiento y la estabilidad.

Los músculos intrínsecos están dentro del pie y gracias a ellos realizamos movimientos finos y precisos, como puede ser el agarre y la flexión de los dedos del pie. Por otro lado, los músculos extrínsecos, ubicados en la pierna, son los responsables de movimientos más grandes, como la flexión y la extensión del tobillo.

Los ligamentos proporcionan estabilidad y control del movimiento en el pie. Entre ellos destacan el ligamento deltoideo que conecta los huesos del tarso con los huesos del pie interno (medial); y los ligamentos laterales del tobillo: Incluyen el ligamento lateral externo (LEL) y el ligamento lateral interno (LLI), que brindan estabilidad lateral al tobillo.¹³

Además de los componentes nombrados anteriormente, el pie también contiene una rica red de vasos sanguíneos, nervios y tejido adiposo que ayudan a mantener la función del pie.

Es importante destacar que la anatomía del pie puede variar de una persona a otra, y existen diferentes variaciones estructurales que pueden influir en la forma y función del pie que debemos tener en cuenta.

1.3 Órgano tendinoso de Golgi

Por último, resulta interesante comentar el órgano de tendinoso de Golgi o el huso tendinoso es un mecanorreceptor que proporciona información sobre la tensión muscular¹³. Se localiza en los orígenes y en la inserción del tendón, o rara vez dentro del tendón.

Su estructura consta de una capsula y dentro de ella hay fibras de colágeno y musculares agrupadas de forma suelta. Entre estos elementos hay un aferente único que se ramifica para inervar las partes distal y proximal del órgano. El modelo del tendón de Golgi reacciona a respuestas estáticas y dinámicas de la activación de unidades de las terminales contienen abundantes mitocondrias y vesículas, especialmente vesículas pequeñas y claras que se consideraran más adelante en relación con el huso muscular¹³.

La función del órgano tendinoso es muestrear la fuerza muscular. Lo consigue tanto por su ubicación en la unión miotendinosa, como por la terminación sensorial que está en serie con un pequeño grupo de fibras musculares, cuyos extremos se insertan en fibras tendinosas que pasan a través del órgano tendinoso. El órgano tendinoso es mucho más sensible a la fuerza generada activamente por estas fibras musculares que a la fuerza aplicada externamente (pasiva). Esto se debe a que la fuerza pasiva se distribuye entre todas las fibras musculares y tendinosas restantes que rodean el órgano.

2. Definición y etiología de las lesiones

Entendemos como lesión cualquier daño, alteración o trastorno en la estructura o función de los tejidos del cuerpo. Esta puede ser secundaria a un trauma físico, enfermedad, o cualquier otro factor^{14,1516}. Las lesiones deportivas son las alteraciones corporales ocurridas durante la práctica de un deporte y estas se pueden clasificar desde distintos aspectos.

Las lesiones pueden ser de distintos tipos y gravedad. Algunos ejemplos comunes de lesiones incluyen fracturas óseas, esguinces, distensiones musculares, heridas, cortes, quemaduras, lesiones cerebrales, lesiones en la médula espinal, lesiones deportivas, entre

otras. En nuestro caso nos vamos a centrar en las lesiones musculares dentro del ámbito deportivo^{17,18,19}.

2.1 Lesiones de ligamento cruzado anterior

La lesión de LCA es una de las lesiones deportivas más graves y conlleva alejar al deportista de su actividad durante un periodo mínimo de 3 a 4 meses^{20,21}.

Al analizar la incidencia de lesión de LCA podemos destacar que en Estados Unidos la incidencia es unas 400.000 lesiones cada año^{22,23}. En Noruega, se identificaron 2793 operaciones de reconstrucción de LCA en 57 hospitales durante un periodo de 19 meses²⁴. La Figura 3 muestra como el número de operaciones de LCA cambia en función del grupo de edad y del sexo. Podemos ver como la mayoría de las reconstrucciones de LCA se producen en mujeres en el grupo de edad de 15-19 años²⁵.

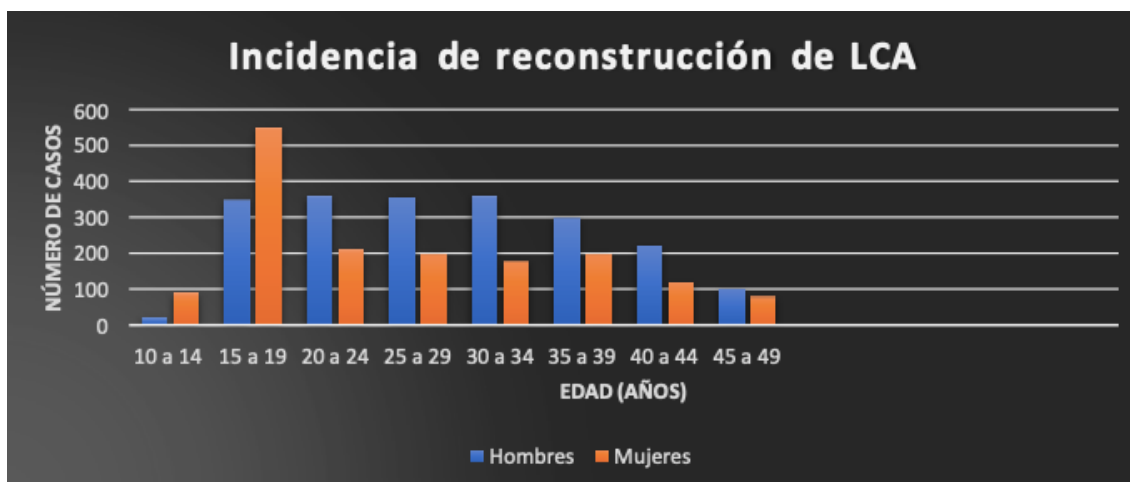


Figura 3. Incidencia de reconstrucción de LCA.²⁵

2.1.1 Factores que influyen en las lesiones de rodilla

Hay varios factores que favorecen las lesiones de rodilla:

- Factores extrínsecos: Entre los factores extrínsecos podemos encontrar perturbaciones visuales y físicas, uso de protecciones o refuerzos en la rodilla y la interacción de la superficie del calzado y el suelo.

- **Factores intrínsecos:** Entre los factores intrínsecos, en primer lugar, se diferencian los anatómicos, dentro de los cuales se han estudiado la longitud del muslo, altura y ancho del cóndilo femoral. En segundo lugar, se encuentran los factores hormonales, donde se han estudiado los factores relacionados a la fase folicular y ovulatoria del ciclo menstrual que a su vez han sido relacionados con un riesgo de lesión de LCA²⁶. Además, entre los factores intrínsecos también se encuentran los factores neuromusculares.

Por último, los factores biomecánicos más estudiados han sido los relacionados con la articulación de la rodilla en los planos frontal y sagital y la articulación de la cadera en el plano sagital. A continuación, se comentarán algunos hallazgos sobre ellos.



Figura 4. Funciones del LCA. El Ligamento cruzado anterior: Morfología y función.²⁷

Como se muestra en la figura 4, el LCA se trata de un ligamento intraarticular y multifibrilar. Su función principal es la de impedir el desplazamiento anterior de la tibia en relación con el fémur (Forriol et al., 2008).²⁷

La mayoría de las lesiones de LCA suelen producirse a través de un mecanismo de lesión sin contacto, con la rodilla cerca de la extensión, durante una desaceleración brusca o una maniobra de aterrizaje (Boden et al., 2000).²⁸ Aparte de los movimientos citados anteriormente, la lesión de LCA puede ocurrir cuando la actividad muscular no logra estabilizar adecuadamente la articulación, provocando de la tensión en el ligamento (Beynon Fleming et al, 1998).²⁹

Concretamente Olsen et al. (2004) identificaron dos mecanismos de lesión de LCA para jugadores de balonmano, el más común, se basaba en una maniobra de corte, esta fue provocada por un pronunciado valgo contundente con rotación externa o interna de rodilla en casi extensión completa. El segundo mecanismo se produjo durante el aterrizaje con una sola pierna en casi extensión completa, donde el valgo y la rotación externa predominaron también.³⁰

2.1.1.1 Factores biomecánicos de la cadera

Existen diferencias en el momento de fuerza de cadera en el plano sagital entre atletas que posteriormente sufrieron una lesión de LCA y atletas sanos tras realizar un drop vertical jump³. Además, algunos autores se han interesado por las diferencias entre géneros respecto a los factores biomecánicos de la cadera durante el aterrizaje⁴. Por ejemplo, algunos autores informaron sobre una disminución de la actividad del glúteo mayor en mujeres deportistas en comparación con deportistas masculinos durante un aterrizaje a una pierna tras un drop jump³¹. Debido a esta disminución del uso de la musculatura de la cadera, las atletas experimentan altas fuerzas de reacción durante el aterrizaje, al contrario que los atletas masculinos, por lo que las atletas adoptan estrategias que hacen que la rodilla absorba más el impacto, al igual que el tobillo³². Por tanto, el control de la cadera podría estar involucrado en el mecanismo de lesión del LCA.

2.1.1.2 Factores biomecánicos del tobillo

Los factores biomecánicos del tobillo con relación a una posible lesión del LCA han sido muy estudiados y los estudios existentes reportan una relevancia de estos factores en una posible lesión. Por ejemplo, en una revisión sistemática de Weiss & Whatman (2015),³³ hubo una evidencia de una asociación entre los factores biomecánicos del tobillo y la lesión de la rodilla, y solo el estudio de Boden et al. (2000)³⁴ identificó una disminución de la flexión plantar como factor de riesgo de una lesión de LCA. A favor de estas afirmaciones, se determinaron a través del test drop vertical jump que las variaciones en los ángulos del tobillo influyen en las fuerzas articulares, momentos y patrones de activación muscular.

En cuanto a las variables del tobillo en el plano transversal, estos mismos autores determinaron que las contribuciones de esta articulación a los mecanismos de lesión de LCA en este plano resultan inciertas y es un área amplia de futura investigación.^{33,34}

Al igual que en el plano anterior, las contribuciones del tobillo al plano frontal son claras para los mecanismos de lesión del LCA³⁵.

Gran parte de las lesiones sin contacto se producen como consecuencia del aterrizaje tras un salto.^{22,23,24} Por el ello, el pie y la articulación del tobillo, como elementos de primer apoyo, juegan un papel fundamental en la estabilidad y translación de fuerzas en la recepción del salto.

Durante la caída, hay que destacar que la adaptación entre el momento de estrés articular y la activación de la musculatura periarticular juegan un papel fundamental y protector para el LCA. La tensión máxima del LCA se produce en los 50-60 milisegundos posteriores al contacto inicial.³¹ Para apoyar aún más el papel del tobillo en el riesgo de lesión del LCA, diversos estudios han demostrado la importancia de ejercicios de elevación del talón, como método preventivo para la lesión de rodilla.³⁰ La posición y el acondicionamiento de los músculos alrededor del tobillo pueden desempeñar un papel importante en el aterrizaje eficaz, aunque las relaciones entre el tobillo y la rodilla, en particular en el ámbito de los predictores de lesiones del LCA basados en la rodilla³².

Siguiendo con el ejercicio se destaca que cada variación en la tarea de aterrizaje vertical puede afectar a la técnica y plantear diferentes exigencias al cuerpo.^{33,34,35,36} Los factores modificables que influyen en los resultados de las tareas, las características no modificables de los sujetos, como la edad, el sexo, los perfiles hormonales y una variedad de antropometrías diferentes, se han relacionado con la dinámica del aterrizaje asociada al riesgo de lesión del LCA.²⁴ De estos factores de riesgo no modificables, la edad, el sexo, la estatura (altura corporal) y la masa se mencionan sistemáticamente en toda la bibliografía.³⁶

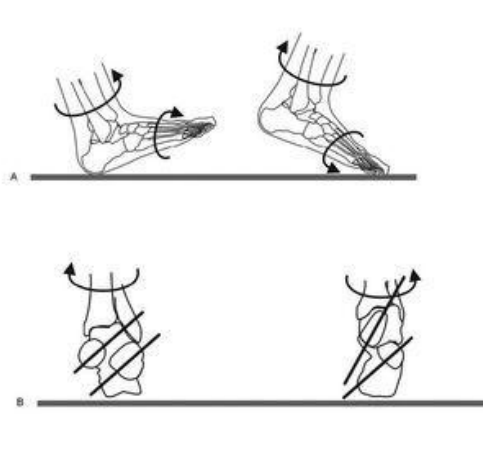


Figura 5. Rotaciones del tobillo y pie durante el apoyo del salto, visión sagital (A) y visión frontal (B).³⁶

2.1.1.3 Factores biomecánicos de la rodilla

Yu & Garrett (2007)³⁷ concretaron que la disminución del ángulo de flexión de rodilla, una gran fuerza de reacción del suelo y un aumento de la fuerza muscular en los cuádriceps son los principales mecanismos de carga del LCA durante un aterrizaje. Reforzando estos hallazgos, Boden et al. (2000)³⁸ a través del análisis de vídeo y cuestionarios realizados con atletas demostraron que las lesiones sin contacto de LCA se producían en maniobras de aterrizaje y cambio de dirección, sugiriendo que la fuerza sobre el LCA disminuye cuando el ángulo de flexión de rodilla aumenta. Utilizando como prueba el drop vertical jump, afirmaron que las fuerzas en el plano sagital como la flexión de rodilla no son indicadores de futura lesión de LCA.

La siguiente variable relevante del plano sagital es el momento de fuerza de la rodilla. Con relación a esta variable, Leppänen et al. (2017)³⁹ se encontraron que un mayor momento de flexo extensión de rodilla está asociado con un mayor riesgo de lesión de LCA en jugadoras jóvenes de baloncesto y fútbol durante la prueba drop vertical jump, concretamente en el aterrizaje. Además, en otro artículo del mismo autor con el mismo salto para la evaluación, se demostró que los aterrizajes rígidos, es decir, con menor flexión de rodilla y unas mayores fuerzas de reacción verticales del suelo, están asociados con un mayor riesgo de lesión de LCA en jugadoras jóvenes de baloncesto y floorball⁴⁰.

En relación al plano frontal, se ha observado que hay diferencias entre mujeres y hombres en el ángulo de abducción de rodilla debido a alteraciones en el control neuromuscular de las extremidades inferiores⁴⁰.

Otra variable que puede ser relevante en el plano frontal es el valgo de rodilla. El término valgo de rodilla hace referencia a una combinación de movimientos y rotaciones en 3 articulaciones del miembro inferior y dentro de estas acciones se incluyen la abducción de cadera y rotación interna de esta, abducción de rodilla, rotación externa de la tibia y traslación anterior y eversión del tobillo⁴¹. Un estudio biomecánicos y epidemiológico de mostró que los momentos de abducción de rodilla y sus ángulos fueron predictores significativos del futuro riesgo de lesión del LCA⁴². En este estudio, los momentos de abducción de rodilla, que contribuyen directamente al valgo dinámico de las extremidades inferiores y a la carga sobre la articulación de la rodilla, predijeron el riesgo de lesión del LCA con una sensibilidad del 73% y 78% de especificidad. Así pues, se concluyó que el aumento en el mecanismo del valgo y momentos en valgo en la articulación de la rodilla durante la fase de impacto en las tareas de salto y aterrizaje son predictores clave de un aumento potencial de lesión del LCA en mujeres⁴³.

3 Recuperación de la lesión del ligamento cruzado anterior

La rotura del LCA es una lesión seria que en la mayoría de los casos acarrea la intervención quirúrgica e incapacita al futbolista por periodos que van desde los 7 a los 9 meses. Se han realizado estudios en 8 equipos de fútbol europeos con 504 jugadores, durante cinco temporadas que van desde la 1995-96 y la 1999-2000. Se encontró un número medio de lesionadas de 59 +/- 7 atletas.⁴⁴

Una variable que podría influir en la rotura del LCA son las lesiones previas. De acuerdo con el estudio de Faude et al. en el que se midieron a un total de 143 jugadoras de fútbol de la liga nacional alemana, concluyeron que el riesgo de sufrir una rotura del LCA podría en las jugadoras que habían sufrido una ruptura previa.⁴⁵

Otra variable que podría influir en la lesión de LCA son las medidas antropométricas, en el mismo estudio anteriormente citado los autores indicaron que los jugadores más altos (> 175 cm), mostraron un riesgo de lesión significativamente mayor en comparación con los de estatura intermedia. Concluyeron también que los jugadores que sufrieron una lesión sin contacto tuvieron un peso corporal significativamente mayor.⁴⁶

Si la mayoría de las lesiones sin contacto se producen como consecuencia del aterrizaje tras un salto, y podrían estar relacionadas entre otras con: mayores ángulos de extensión y abducción de la rodilla en la fase de contacto inicial del aterrizaje, mayores momentos máximos de extensión interna y mayor momentos máximos de aducción interna. En consecuencia, los mecanismos de las lesiones del LCA sin contacto en el campo suelen implicar un movimiento excesivo de la rodilla en los planos coronal, transversal y sagital limitado durante la fase inicial del aterrizaje.⁴⁷

3.1 Presentación clínica y tratamiento

El cuadro clínico observado en los pacientes son rotura del LCA es muy variado, pero la mayoría presentan algunos de los siguientes signos o síntomas:

- Sensación de chasquido con dolor. Aparición de hematoma con hinchazón o dolor en determinados movimientos.
- Sensación de inestabilidad que puede venir acompañada con problemas de la marcha.

- Dolor crónico que comienza cuando el futbolista empieza con la actividad y dolor que se mantiene horas después de la actividad.
- En el estado crónico, presentan dolor constante e inestabilidad que afecta a la marcha en estado normal. Se ha visto asociado a procesos degenerativos en las articulaciones de rodilla y cadera.

En el estado crónico, presentan dolor constante e inestabilidad que afecta a la marcha en estado normal. Se ha visto asociado a procesos degenerativos en las articulaciones de rodilla y cadera.

Se ha comprobado que la lesión del LCA condiciona una inestabilidad en la articulación de rodilla, con una mayor probabilidad de lesión de los meniscos o del cartílago articular y que puede aumentar el riesgo de tener en un futuro artrosis de rodilla.

El grado de actividad funcional (profesional y deportivo) del paciente es determinante para decidir el tipo de tratamiento a realizar. Se ha demostrado que los pacientes con prácticas deportivas elevadas tienen pobres resultados en su funcionalidad con el tratamiento conservador. Por ello, este tratamiento conservador se reservará para los pacientes con escasa necesidad funcional⁴⁸.

La lesión del ligamento cruzado hasta hace sólo 5 décadas era infradiagnosticado. Muchas lesiones pasaban desapercibidas dañando o exhibiendo una inestabilidad significativa después de un periodo de tiempo, lo que complicaba, aún más, el posterior tratamiento. Hoy el diagnóstico se hace más rápido basado en la sospecha clínica, la exploración física y con la ayuda de las pruebas de imagen como la resonancia magnética nuclear (RMN). Estas pruebas de imagen permiten, identificar posibles lesiones asociadas. El tratamiento quirúrgico sigue en debate entre el uso de autoinjertos o aloinjertos y el asociar o no gestos técnicos extraarticulares para evitar las re-roturas.

Las razones biológicas y el entorno explican porque el LCA es un ligamento incapaz por se de cicatrizar y recuperar sus propiedades biomecánicas. La experiencia clínica confirmó rápidamente la ineficacia del enfoque de las rupturas con tratamiento conservador, con la única diferencia notable es que son de menor incidencia los signos de inestabilidad. Hoy en día la reparación directa de las roturas del LCA no es considerada

en ningún paciente. En pacientes adultos, el tratamiento quirúrgico consiste en reemplazar el LCA, incapaz de cicatrizar, por un injerto biológico.

La discusión sobre la operación de rotura aguda de ligamentos o tratamiento conservador se analizó hace muchos años. Se encontró que las lesiones tratadas de forma conservadora tenían unos resultados inmediatos adversos del 25%, requiriendo cirugía precoz; otro 50% evolucionaban de forma tórpida y acababan siendo operados y solo un 25% evolucionaban bien, sin necesidad de tratamiento quirúrgicos sobre el LCA.⁴⁸

El manejo quirúrgico implica el uso inicial de autoinjertos, aunque también se realizan cirugías utilizando aloinjertos, y más raramente xenoinjertos e injertos plásticos sintéticos.

Los estudios experimentales han demostrado que los diferentes injertos en la reconstrucción del LCA se debilitan en los primeros meses después de la cirugía, pero aumenta su resistencia, después de cierto tiempo, generando la remodelación organizacional e integración de estos injertos. La rehabilitación durante la recuperación de la intervención quirúrgica es fundamental para aumentar la resistencia, mejorar la fuerza muscular y la movilidad articular.⁴⁴

La rehabilitación postoperatoria está basada en restablecer la movilidad para disminuir los efectos negativos tras la inmovilización, así como el objetivo de evitar los procesos de fibrosis o cicatrización excesivos⁴⁴. El programa de rehabilitación consiste en 4 fases:

- Recuperación de la carga y la movilidad. Esta fase se inicia después de la cirugía y se continúa durante 6 semanas. En esta fase se espera que se logre una carga completa y una movilidad en extensión completa, con una flexión de 110 grados. Se realizan ejercicios contra resistencias en los flexores de cadera.
- Recuperación de la fuerza muscular. Este periodo consta de 6 semanas en las que se continúa con el ejercicio. El objetivo que se ha de conseguir es trabajar adecuadamente la musculatura para lograr que la marcha se normalice y al mismo tiempo recuperar la movilidad completa de la rodilla.

- Mejora progresiva en velocidad, potencia, resistencia y agilidad.
- Preparación para la práctica deportiva y retorno a la misma. Se busca durante esta fase normalizar la fuerza muscular, la potencia y resistencias de la extremidad inferior. Al concluir esta fase, la fuerza de la musculatura de la rodilla y del miembro inferior deben ser completa y sin manifestación de dolor. No debe presentarse inestabilidad en la rodilla.

3.2 Epidemiología de la lesión de LCA

Las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) son un tema recurrente de investigación debido a su alta incidencia en algunos deporte¹¹. Por ello, durante este trabajo se abordarán sus posibles causas y se hará una revisión sobre los factores biomecánicos determinantes en la lesión articulares de rodilla, tobillo y lesiones musculares. Además, se realizará un análisis estadístico sobre una muestra de jugadoras de fútbol de élite y se mostrarán las conclusiones sacadas acerca de estos resultados que pueden servir para futuros estudios.

En cuanto a la incidencia lesional, encontramos en la literatura que al menos la mitad de todas las lesiones de ligamentos de rodilla son lesiones aisladas de ligamento cruzado anterior. De esta manera que se ha calculado que se lesionan cada año alrededor de 100000 LCA, siendo el 70% de los casos en deportes como esquí, fútbol americano, baloncesto y fútbol¹¹. Otros autores reportaron los mismos hallazgos, es decir, deportes como el baloncesto, fútbol, voleibol y fútbol australiano muestran altas incidencias de lesión de LCA⁴⁹.

Dentro de la incidencia lesional encontramos diferencias entre géneros, tal es la magnitud que, la ruptura del LCA ocurre con una incidencia de 4 a 6 veces más en mujeres deportistas en comparación con deportistas masculinos, practicando ambos grupos los mismos deportes, donde se realizan aterrizajes y cambios de dirección⁵⁰. Además, se reportaron que las mujeres tienen un riesgo de sufrir una lesión del LCA de 2 a 8 veces mayor que los hombres^{51,52}.

4 Lesiones musculares

Las lesiones musculares se encuentran entre las afecciones más comunes en el deporte. Son motivo de una gran preocupación tanto por la pérdida que suponen de tiempo de entrenamiento y competición, como por la difícil toma de decisiones sobre su tratamiento y la posterior vuelta al deporte. Sobre todo, preocupan en el ámbito deportivo por su alta tasa de recurrencia⁵³.

Es muy significativo el hecho de que los equipos de fútbol profesional con menores tasas de lesiones en la temporada tengan un mejor rendimiento en sus competiciones nacionales e internacionales. Por todo esto, las lesiones musculares son una de las principales preocupaciones de la medicina deportiva⁵⁴. Relacionado con todo lo anterior existe una norma internacional en el fútbol de élite por la que los jugadores se someten a exámenes médicos de pretemporada y a pruebas de aptitud física.

4.1 Epidemiología de las lesiones musculares

Respecto a la epidemiología de estas lesiones, una de las formas más utilizadas para cuantificarlas es el índice lesional. En nuestro caso utilizamos la definición de Mechelen et al. En la que se hace referencia a la suma de todas las lesiones que han sufrido los jugadores en el transcurso de una temporada, relacionándolas con el tiempo jugado o tiempo de exposición, incluyendo entrenamientos. Este valor se encuentra expresado en índice por cada mil horas⁵⁵.

Basándonos en los estudios centrados en jugadores de fútbol profesional, podemos ver como “en las competiciones ligueras el índice lesional se encuentra entre 6 y 9 lesiones por cada 1000 horas de exposición, mientras que, en la Champions League, alcanza las 9,4 lesiones por cada 1000 horas”⁵⁵. Estas lesiones se producen sobre todo en el segundo tiempo de los partidos.

La incidencia de las lesiones musculares puede llegar hasta al 31% en el fútbol, siendo el 90% de estas causadas por un esfuerzo excesivo o una contusión¹.

Estas lesiones musculares destacan por producirse principalmente en el muslo, afectando en gran medida al bíceps femoral⁵⁵. Es una de las lesiones más frecuentes sea en la zona de los isquiotibiales, produciéndose microrroturas en estos, concretamente en el bíceps

femoral. También destacan, las lesiones vinculadas al recto femoral o anterior. Cabe mencionar que es común la lesión en la ingle que afecta a los aductores, músculos del miembro inferior.

En primer lugar, según el estudio realizado por Javier Noya y Manuel Sillero⁵⁶: “el bíceps femoral destaca como el grupo muscular con una mayor frecuencia de lesión por rotura muscular, con un valor promedio de 3,3 lesiones por equipo y temporada”, pero si este estudio lo realizamos desde el punto de vista de la severidad de la lesión, “el recto anterior del cuádriceps fue el más destacado, con un promedio de 76,6 días de baja acumulados por equipo y temporada”.

A continuación, aparecen las lesiones ligamentosas, ocupando entre el 20 y 23,5% del total de lesiones, afectando principalmente a las articulaciones de la rodilla y del tobillo. En tercer lugar, las contusiones, que presentan un porcentaje de entre el 16,4 y el 24,7%. Y en cuarto lugar las fracturas con cerca de un 4% de lesiones⁵⁷.

En conclusión, en el fútbol profesional, entre el 92 y el 97% de todas las lesiones musculares se localizan en la extremidad inferior: en primer lugar, los músculos isquiotibiales siendo el 27-38%, representando la lesión sin contacto, “*non contact injury*” más común, le siguen los cuádriceps 18-31%, aductores en un rango del 18- 23% y, por último, los gemelos con un 12%^{57 58}.

Estos porcentajes se traducen en que en un equipo de fútbol de élite europeo se pueden dar hasta 15 lesiones musculares por temporada, lo que supone una ausencia total en días de entrenamiento de 223 días, lo cual es un 27% del tiempo final de baja de un equipo en una temporada y que los jugadores se pierdan 37 partidos⁵⁹.

4.2 Importancia de las lesiones musculares

En la práctica deportiva tanto el salto, como su posterior aterrizaje, ha sido objeto de investigación para evaluar el daño potencial que conlleva en las lesiones musculares⁷. Hay varios que estudio del salto se centra en entender la ejecución del movimiento del salto, desde cómo el cuerpo genera y utiliza la fuerza necesaria para asimilar el impacto de la carga del peso del cuerpo, hasta ver cuáles son las implicaciones biomecánicas en los tejidos del miembro inferior. También se estudia si el impacto durante el salto, en el

caso de que no sea absorbido de forma adecuada, puede llegar a dar uno de los mecanismos de lesión más comunes: “non- contact injury”. Este consiste en una deceleración justo antes de un cambio de dirección o aterrizaje con la rodilla. Este se produce entre 20 grados y extensión completa, y, afecta en especial a atletas femeninas⁷.

Los conocimientos sobre la prevención de las lesiones musculares siguen aumentando. Los investigadores tratan de identificar o desarrollar herramientas clínicas con el propósito de determinar la clínica y biomecánica individual de una lesión durante la práctica deportiva.

La investigación sobre los factores de riesgo de las lesiones tiene como objetivo averiguar por qué se producen, predecirlas y así poder prevenir y proteger a los atletas con mayor riesgo de sufrirlas⁵⁹.

La causa más frecuente de lesión muscular o articular es el uso excesivo, también denominado sobrecarga. Si se prosigue con el ejercicio cuando aparece el dolor se puede empeorar la lesión, por lo cual, la aparición de este tipo de lesión puede deberse a no respetar el descanso de al menos dos días tras un ejercicio intenso, independientemente del grado de preparación⁶⁰. Los jugadores de fútbol realizan ejercicios específicos como: saltos, carrera, cambios de dirección y acciones de tipo técnico (pases, tiros...), que exigen al deportista movimientos rápidos y potentes. Estos movimientos implican que los músculos de los miembros inferiores realicen y se vean involucrados en acciones con cargas máximas y al mismo tiempo acciones muy veloces⁶¹.

Entre los músculos de las extremidades inferiores más involucrados, y, por tanto, más comprometidos en este tipo de lesiones, destacan los cuádriceps y los isquiotibiales. Esta implicación se debe a que tienen un papel anatómico y biomecánico decisivo y crucial en la articulación de la rodilla y la cadera, y participan sobre todo en los saltos, las carreras (sprints) y las patadas⁶¹.

Se ha encontrado una correlación positiva entre la fuerza del cuádriceps y los isquiotibiales y las habilidades relacionadas con el fútbol. Por lo que un examen periódico de la fuerza del cuádriceps y los isquiotibiales, puede proporcionar a los entrenadores información útil y necesaria sobre el nivel de condición física de los futbolistas^{15 16}. En la fuerza del cuádriceps y los isquiotibiales, los jugadores de fútbol pueden sacar beneficio

de un equilibrio en la fuerza muscular anterior/posterior, normalmente definida como una relación isquiotibiales/cuádriceps^{60,61}.

Asimismo, la debilidad relativa de la fuerza de los isquiotibiales podría llegar a suponer un impedimento en la seguridad del ligamento cruzado anterior y, por ello, sumar un factor de riesgo a la hora de la aparición de lesiones por distensión de los isquiotibiales.^{62,63}

Por otro lado, estudios como los de Niu W et al. o Pappas et al. han examinado la asimetría de las extremidades inferiores en el contexto de varios tipos de aterrizaje^{64 65}. Estos estudios han utilizado un enfoque de aterrizaje con dos piernas para observar el fenómeno asimétrico. Así, se llegó a la conclusión de que existe una significativa asimetría en las extremidades inferiores durante el aterrizaje. Siendo mayor la fuerza al aterrizaje de la pierna dominante que la de la no dominante^{64 65}

Del mismo modo, en el caso de la pierna dominante el ángulo de la articulación de la rodilla, debe estar expuesto a una mayor carga. En consecuencia, aparecía menos flexionado durante el contacto inicial^{64 65}

Hay que mencionar también, que las mujeres mostraban una mayor asimetría que los hombres durante el aterrizaje con las dos piernas, sobre todo en el valgo de la rodilla en el momento del primer contacto. Por esto, en las jugadoras de fútbol se describe un menor ángulo de flexión articular en su pierna no dominante, comparándolo con las articulaciones de la cadera y la rodilla de la pierna dominante⁶⁶. En consecuencia, las jugadoras de fútbol terminan el salto con una postura de aterrizaje más recta o "rígida". Este patrón de aterrizaje puede estar estrechamente relacionado con la aparición de lesiones en los músculos de las extremidades inferiores. En conclusión, en estos estudios se ha vislumbrado y concluido que la pierna dominante podría estar expuesta a asumir más riesgos de lesión que la no dominante, debido a la asimetría del aterrizaje de las extremidades inferiores^{67 68}.

En cuanto al esfuerzo durante el partido, y su relación con las lesiones, según el estudio de Ramosse llega a la conclusión de que el jugador durante la mayor parte del tiempo de juego realiza esfuerzos de baja intensidad y es en momentos más puntuales cuando realiza esfuerzos de mayor exigencia e intensidad⁶⁹. Aunque esta intensidad, sea un esfuerzo

momentáneo, suele ser de gran importancia en el partido, y aparece en el caso de tiros a puerta, regates, acciones defensivas.

Estos movimientos más exigentes e intensos suelen ser realizados por jugadores en el área de defensa o delanteros. Los jugadores del centro del campo, aunque pueden llegar a recorrer más kilómetros, no están expuestos a jugadas en las que se requiere tanta intensidad, y, por lo tanto, al final del encuentro, realizan esfuerzos menos intensos. Por lo tanto, se concluye que los defensas y delanteros, al estar expuestos a momentos de mayor intensidad, pueden sufrir más lesiones musculares⁶⁹.

En cuanto a diferencias en el género, en el estudio de Chappell⁷⁰ se recopilaron datos biomecánicos de 36 atletas, conformados por 16 hombres y 20 mujeres, que fueron expuestos a ejercicios de parada y salto. En este análisis, se observó disparidad entre ambos sexos respecto a patrones de movimiento de las articulaciones de rodilla y cadera, y los patrones de movimiento y activación del cuádriceps. También, se reflejó en este mismo estudio, que las atletas realizaban el aterrizaje con una menor flexión de cadera y rodilla, una mayor activación del cuádriceps y una menor activación de los isquiotibiales⁷¹. Por último, desde el nacimiento, las mujeres y, por tanto, las atletas femeninas, tienden a presentar un mayor movimiento hacia valgo durante la realización de maniobras deportivas como el regate o recepción del salto. A posteriori, esto será traducido en una coordinación biomecánica y neuromuscular peor⁷⁰.

4.3 Factores de riesgo en las lesiones musculares

4.3.1 Factores intrínsecos

Entendemos como factores intrínsecos los factores de riesgo relacionados con el entorno y el estado de la propia jugadora. En primer lugar, la edad es un factor considerado como causante de un incremento lesional⁷². Se debe tener en cuenta también que al haber sufrido anteriores lesiones existe el riesgo de volver a padecerlas, lo que llamamos lesiones recidivantes³¹. Debemos valorar el estado nutricional, se ha demostrado que la falta de calcio o el déficit de vitamina B puede ser la causa de fracturas por estrés^{73 74 75}. Sin olvidar que debemos alcanzar un adecuado equilibrio entre electrolitos y sales en el organismo⁷².

Hay que tener en cuenta también, que los músculos después de un ejercicio prolongado, entrenamiento, o, tras un partido, están expuestos a un aumento de las probabilidades de sufrir una lesión muscular, desde un pinchazo, hasta una rotura muscular, siendo este el peor de los escenarios posibles⁵⁷.

En cuanto a factores de riesgo relacionados con la propia musculatura y con su entrenamiento, la deficiencia de fuerza muscular y las relaciones inadecuadas de fuerza muscular entre agonista y antagonista se han reflejado como uno de los factores más importantes que predisponen a sufrir lesiones⁷⁶. En el caso de la flexibilidad de los cuádriceps, puede llegar a ser incluso más importante que la de los isquiotibiales. Hay estudios que demuestran la relación inversa entre la incidencia de lesiones en los isquiotibiales y el incremento de flexibilidad del cuádriceps. El hallazgo sugiere que los deportistas que realizaban una flexión de rodilla superando los 51º (prueba de Thomas modificada) tenían una menor probabilidad de padecer una lesión de los isquiotibiales⁷⁷.

Así mismo, también es sabido que una limitación en la flexibilidad de los flexores de cadera supone un riesgo añadido de sufrir una lesión en los isquiotibiales. El aumento de tensión muscular predispone a padecer la lesión, porque se produce una mayor energía potencial en el momento de la extensión de la cadera y, también, durante la flexión de la rodilla. Esto conlleva un incremento en la propulsión de la pierna, y, por tanto, la carga excéntrica de los músculos isquiotibiales aumenta⁷⁷.

Por último, existen múltiples factores de riesgo tales como: anatómico, hormonal, biomecánico, o neuromuscular que influyen en el mecanismo de lesiones. En cuanto al factor hormonal, pueden influir desajustes en la menstruación y en el ciclo ovulatorio.

Entre los factores de riesgo anatómicos, y por tanto claves en la biomecánica, destacan el aumento del ángulo Q. Definimos el ángulo Q como la línea que tiene su origen en la espina iliaca anterosuperior y llega hasta el centro de la rótula.⁷⁸

4.3.2 Factores extrínsecos

Son los factores ajenos a la propia jugadora. Podemos mencionar: el entrenamiento con la realización de un entrenamiento inadecuado y no personalizado, junto con la alta carga e intensidad de este puede llevar a la aparición de alguna lesión⁷⁷. También puede ser un

factor el material deportivo o equipación usada. Puede ser que no esté en la mejor condición o no sea la adecuada para la jugadora y, por tanto, propiciar la aparición de lesiones⁷⁷. Por último, debemos mencionar la carga y presión psicológica a la que pueden estar expuestas las jugadoras, esta carga emocional puede suponer un impedimento a la hora de recuperarse de las lesiones.

4.4 Mecanismos de lesión

4.4.1 Lesiones indirectas

Las lesiones indirectas se definen como las producidas en un momento de carrera o de estiramiento, encontrando una correlación entre el mecanismo de lesión, la localización y el pronóstico.

Son propensas a localizarse cerca de una unión miotendinosa, tanto de forma distal o proximal, o dentro de un tendón intramuscular. Así mismo, hay evidencias que prueban que la edad del paciente es un factor influyente tanto en la localización como en el pronóstico de estas⁷².

Hay que añadir también que en las lesiones indirectas la fuerza que crea la lesión se transmite a través de la matriz extracelular⁷⁶. Por lo tanto, cuanto más cerca esté la localización de la lesión de la fijación de la unión miotendinosa, mayor será la cantidad de matriz extracelular que se lesionará y, por tanto, más grave será el deterioro clínico¹.

4.4.2 Lesiones directas

En contraposición, las lesiones directas, las involucradas en traumatismos (contusiones, distensiones, esguinces...), se localizan en el lugar en el que se produce el contacto y son clasificadas según la sintomatología que presenten. Si el músculo está contraído en el momento en el que se produce este impacto, la energía será absorbida de una mejor manera y, por lo tanto, histológicamente se producirán menos daños¹.

En cuanto a las características clínicas, en una lesión muscular directa, la fuerza que produce la lesión se aplica de forma externa y el daño muscular se produce como resultado de la compresión entre esta fuerza externa y el hueso¹. También hay que mencionar que,

más rápida y con mejores resultados comparándolas con las producidas por un mecanismo indirecto¹.

5 El género como factor de riesgo de la lesión de rodilla

Una de las variables más estudiadas en la literatura es el género. Las atletas que participan en deportes de pivote y saltos sufren lesiones del LCA en una tasa de 4 a 6 veces mayor que los atletas masculinos²⁶. Además, después de la reconstrucción del LCA, las mujeres deportistas tienen más probabilidades que los hombres de romperse el LCA contralateral⁷⁹. Estas diferencias pueden tener su origen tanto por factores anatómicos, como biomecánicos.

Respecto a la biomecánica, Chappell et al.⁷⁰ recopilaron datos videográficos y electromiográficos de 36 atletas (17 hombres y 19 mujeres) que realizaron tareas verticales de parada y salto. En su análisis obtuvieron diferencias entre ambos sexos respecto a patrones de movimiento de las articulaciones rodilla y cadera, y los patrones de activación del cuádriceps. En este estudio se apreció que las deportistas se prepararon para el aterrizaje con una menor flexión de cadera y rodilla, una mayor activación del cuádriceps y una menor activación de los isquiotibiales. Esto podría dar lugar a un aumento de la carga del LCA durante el aterrizaje en el salto en parado y el riesgo de lesión del LCA sin contacto.

Respecto a la anatomía, Sutton & Bullock⁷⁸ recogieron diferentes factores intrínsecos que podrían provocar que las mujeres tuviesen más riesgo que los hombres a la hora de sufrir una lesión de LCA. Estos factores fueron: el ángulo Q, un menor grosor de la muesca intercondílea y del tamaño del LCA. Reflejó que el ángulo de cuádriceps o ángulo Q es mayor en mujeres, lo cual supone que el LCA se encontrase en una posición más propensa a romperse.⁷⁸

Respecto a la muesca intercondílea, Laprade & Burnett realizaron un estudio de 213 atletas universitarios de fútbol, hockey sobre hielo, baloncesto, gimnasia y voleibol en una universidad de división I, concluyendo que los atletas con estenosis en la muesca intercondílea tuvieron un mayor riesgo de lesión de LCA⁸⁰.

Dienst et al. demostraron que podría existir una correlación lineal entre el tamaño de la muesca intercondílea y el tamaño del LCA, indicando que las mujeres tuvieron una sustancia media del LCA más delgada, lo que pudo predisponer a las mujeres a tener más rupturas del LCA²³.

6 Biomecánica en el deporte

Si prestamos atención a su etimología la palabra biomecánica está compuesta por el prefijo -bio” y la palabra “mecánica”, por lo que entendemos la biomecánica como la ciencia o técnica que traslada las leyes de la mecánica a los organismos vivos³⁸. Abarca el área de la ciencia que se ocupa del análisis de la mecánica del movimiento humano⁸³.

Dentro de la biomecánica está la cinética, la cual sitúa los cuerpos usando coordenadas y ángulos. También es la encargada de explicar los movimientos usando el desplazamiento, la velocidad y la aceleración. Por otro lado, tenemos la dinámica que estudia las fuerzas encargadas de este movimiento y la estática que explica las fuerzas que proporcionan el equilibrio a los cuerpos³⁸.

Respecto a la biomecánica en el deporte, la esencia de todos los deportes es la unión entre las habilidades de movimiento. La biomecánica deportiva es la ciencia de los movimientos deportivos (atléticos). Por eso, es vital para la práctica deportiva. Durante décadas, los movimientos atléticos se han perfeccionado gracias al trabajo y la mejora de entrenadores y atletas⁸².

La biomecánica en el deporte incorpora un análisis detallado de los movimientos realizados por los atletas para minimizar el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento deportivo. Por ello, se centra en la descripción, el análisis detallado y la evaluación del movimiento humano durante diferentes actividades deportivas. En otras palabras, la biomecánica deportiva es la ciencia que explica cómo y por qué el cuerpo humano se mueve de la forma en que lo hace⁸³.

6.1 Relación de la biomecánica del tobillo y pie con las lesiones de rodilla

La mayoría de las lesiones sin contacto se producen como consecuencia del aterrizaje tras un salto. Los predictores de lesiones del LCA basados en la rodilla suelen ser objetivos de los programas de prevención de lesiones.⁸⁴ Estas medidas incluyen, entre otras mayores ángulos de extensión y abducción de la rodilla en la fase de contacto inicial del aterrizaje,⁸⁵ mayores momentos máximos de extensión interna⁸⁴ y mayor momentos máximos de aducción interna.⁸⁵ En consecuencia, los mecanismos de las lesiones del LCA sin contacto en el campo suelen implicar un movimiento excesivo de la rodilla en los planos coronal, transversal y sagital limitado durante la fase inicial del aterrizaje.⁸⁵ Como tales, los ángulos y momentos de la rodilla durante el aterrizaje se documentan regularmente en la literatura sobre prevención de lesiones del LCA.^{84,85}

Esto es crucial dado que se espera que la tensión máxima del LCA se produzca en los 50-60 milisegundos posteriores al CI.⁸⁶ Para apoyar aún más el papel del tobillo en el riesgo de lesión del LCA, un metaanálisis halló que la implementación de ejercicios de elevación del talón de la pantorrilla en los programas de prevención reducía el riesgo de lesiones del LCA en comparación con los programas sin estos componentes⁸⁷.

Las tareas de aterrizaje se utilizan habitualmente para evaluar el riesgo de lesión del LCA. Las lesiones que se producen pueden abarcar una serie de mecanismos de aterrizaje generales y específicos de cada deporte, por lo que en la bibliografía existen diversos protocolos y condiciones para las tareas de aterrizaje. Las tareas de aterrizaje generales y multideportivas suelen consistir en saltos o caídas autoiniciados desde alturas de plataforma estandarizadas, realizados con uno (unilateral) o ambos pies (bilateral), con la exigencia de estabilizarse o de realizar un salto de contramovimiento inmediato al aterrizar.⁸⁸ A pesar de sus similitudes relativas, cada variación de la tarea de aterrizaje vertical puede afectar a la técnica y plantear diferentes exigencias al cuerpo.^{88,89,90} En cualquier caso, metaanálisis anteriores han comparado la biomecánica del aterrizaje en diferentes protocolos de tareas de aterrizaje vertical.⁸⁹ Además de los factores modificables que influyen en los resultados de las tareas, las características no modificables de los sujetos, como la edad, el sexo, los perfiles hormonales y una variedad de antropometría diferentes, se han relacionado con la dinámica del aterrizaje asociada al riesgo de lesión del LCA.⁸⁴ De estos factores de riesgo no modificables, la edad, el sexo,

la estatura (altura corporal) y la masa se mencionan sistemáticamente en toda la bibliografía.^{385,86}

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis

Las lesiones en la práctica del fútbol tienen un origen multifactorial incluyendo tanto factores extrínsecos (comunes en deportes de contacto) como factores intrínsecos, como los biomecánicos individuales de cada jugador. Nuestra hipótesis es que al analizar y comprender los factores biomecánicos específicos de las jugadoras de fútbol, podemos identificar patrones predictivos de lesiones individuales. Este conocimiento nos permitirá desarrollar estrategias efectivas para minimizar el riesgo de lesiones en el futuro.

2. Objetivos

2.1 Objetivo primario

Identificar y analizar los tipos y características de lesiones, así como las diferencias biomecánicas entre las futbolistas lesionadas y no lesionadas.

2.2 Objetivos secundarios

- Describir la frecuencia, tipo, localización y momento de las lesiones en jugadoras profesionales de fútbol de la Comunidad de Madrid.
- Analizar las características de las lesiones en jugadoras profesionales de fútbol de la Comunidad de Madrid por posición en el campo y su distribución a lo largo de la temporada.
- Evaluar el momento en el que se producen las lesiones y comparar esta variable entre las diferentes temporadas de fútbol, desde el 2019 hasta 2021.
- Investigar la relación entre los factores biomecánicos y las lesiones articulares.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODO

CAPÍTULO III: MATERIAL Y MÉTODOS

1. Búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica nos permite establecer un marco teórico que nos facilite posteriormente, hacer un adecuado diseño del estudio y, de este modo, poder discutir los resultados que se obtengan del estudio.

Para ello, se realizó la búsqueda en los principales buscadores (Pubmed, Medline y Scielo) con las palabras clave de: “biomechanic”, “lower limb muscle injury”, “Depth jump”

Se usó el operador booleano AND y se utilizó en la combinación “biomechanic AND lower limb muscle injury” y “biomechanic AND Depth jump”.

Establecimos como criterios de inclusión documentos y artículos de acceso libre “Free full text”, que estuvieran publicados en los últimos 10 años y que estuvieran en castellano e inglés.

Los resultados de las búsquedas en las bases de datos se importaron. Se eliminaron las referencias duplicadas. A continuación, se examinaron los títulos, resúmenes y palabras clave de los artículos y se acordó un proceso de toma de decisiones consensuado para el análisis y la extracción de datos. Ambos revisores clasificaron los artículos en función del perfil de la población, el diseño del estudio, el tipo de intervención, la duración y las medidas de resultado, así como los resultados y las conclusiones de los autores.

La pantalla y la justificación del proceso de selección de estudios se muestran en un diagrama de flujo PRISMA (Figura 1).

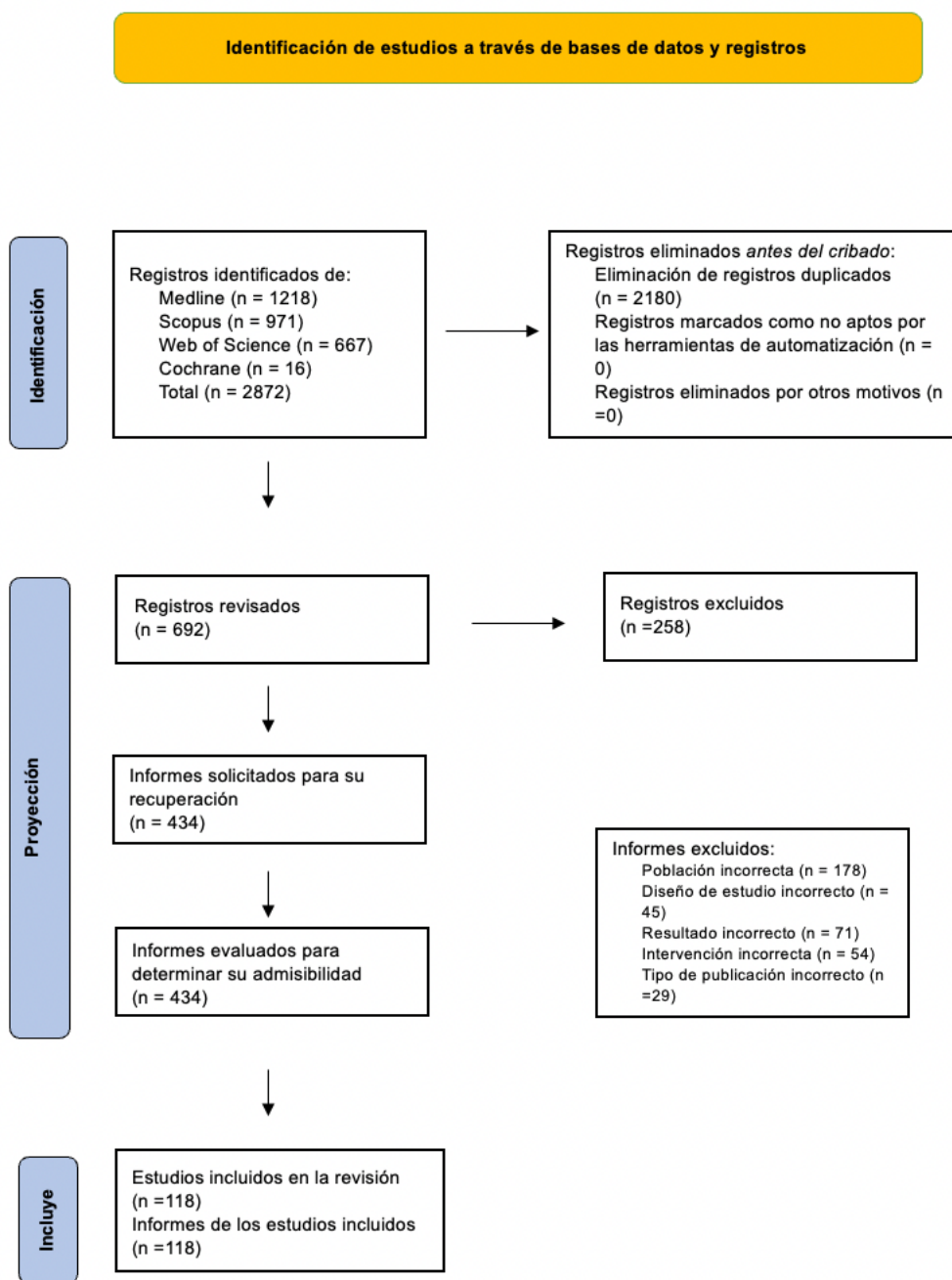


Figura 6. Justificación del proceso de selección de estudios en un diagrama de flujo PRISMA.

2. Diseño y ámbito del estudio

2.1 Diseño

Se ha realizado un estudio epidemiológico observacional, prospectivo y descriptivo basado en la revisión de historias clínicas.

2.2 Ámbito

Realizado en Centros de Excelencia FIFA.

6.2 Participantes

3.1 Población de estudio

La población del estudio son futbolistas profesionales, mujeres, entre 18 y 40 seleccionados por intencionalidad que pertenezcan a clubs de la Comunidad de Madrid de la Primera División Femenina: “Atlético de Madrid”, “Real Madrid”, “Madrid CFF” y “Rayo Vallecano”.

3.2 Criterios de inclusión y exclusión

Fueron incluidas en el estudio futbolistas profesionales entre los 18 y 40 años de edad, con práctica deportiva activa.

Fueron excluidas futbolistas menores de edad y con edades superiores a los 40 años, que hayan sido jugadoras ocasionales, y que presentaran lesiones asociadas de la rodilla, o musculares del miembro inferior.

3.3 Tamaño muestral

El tamaño de la muestra consistió en un grupo de 47 participantes.

3.4 Contexto del estudio

El estudio se realizó en la Clínica Ripoll y de Prado Centro de Excelencia FIFA (Madrid).

3.5 Diseño del estudio

Será un estudio epidemiológico observacional, prospectivo y descriptivo.

6.3 Toma de datos y fuentes de información

La recogida de datos biomecánicos se realizó en el Laboratorio Biomecánico las Clínicas Ripoll y de Prado en la ciudad de Madrid.

4.1 Laboratorio biomecánico

Se trata de un entorno tecnológico que estudia la estructura del aparato locomotor de forma objetiva, detallada y no invasiva. El estudio se realiza en tres dimensiones, con la obtención de un Avatar, llegando así a una definición exacta de la estructura anatómica y biomecánica del paciente a estudiar.

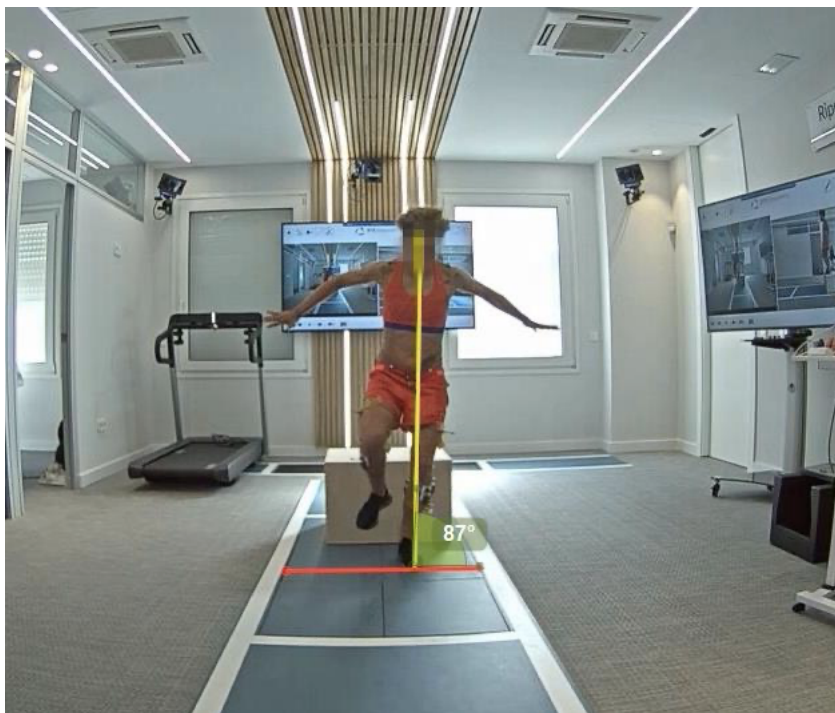


Figura 7. Equipo Go5D de la clínica Ripoll y de Prado.

4.2 Marcadores reflectantes

Se trata de unos objetos con forma de esfera que se adhieren a la piel y se colocan de forma simétrica en los diferentes segmentos corporales que intervienen en el movimiento, de manera que estos marcadores rebotan la luz infrarroja emitida por las cámaras BTS.



Figura 8. Imagen de marcadores reflectantes.

4.3 SMART DX

Estas cámaras están dispuestas en cada vértice y en cada lado del laboratorio, consiguiendo así examinar paso por paso los diferentes movimientos de los miembros inferiores con la creación de un avatar.

Se tratan de 8 sistemas optoelectrónicos de alta precisión para el análisis del movimiento. SMART DX integra, sincroniza y gestiona toda la información de los dispositivos de electromiografía, plataformas sensorizadas y cámaras BTS en tiempo real.



Figura 9. Cámaras BTS SMART DX.

4.4 Plataformas dinamométricas de fuerza

Constan de nueve plataformas presentadas en línea y agrupadas en pares para conseguir analizar individualmente las fuerzas aplicadas con ambos miembros inferiores, tanto con el pie derecho como con el izquierdo. Su función consiste en analizar la cinética movimiento. De este modo, permitiendo medir la fuerza que el pie realiza sobre el plano de apoyo durante el salto, la carrera o la marcha.

Las variables expuestas a estudio en este protocolo y que pueden tener vinculación con sufrir lesiones musculares en el miembro inferior son:

- En cada plano, sagital y frontal, estudiamos tanto el ángulo (ANG), el momento (MOM) y la fuerza (POW) de cada articulación seleccionada: cadera, rodilla y tobillo. En cada articulación estudiamos tanto la cinética en el lado izquierdo como en el derecho.
- En el plano sagital analizamos el ángulo de cada articulación, refiriéndonos así a la flexo-extensión de cada una de ellas. El momento, que nos indica la cantidad de movimiento de rotación y “power”, fuerza o potencia con la que se realiza el movimiento en el momento del salto.
- En el plano frontal estudiamos también el momento y la fuerza que se producen en cada articulación a la vez que el ángulo. En este plano, este último (ángulo) indica diferentes variables a estudiar: en el caso de la cadera estudiaremos su abducción-aducción, en la rodilla su varo-valgo y en el tobillo su inversión-eversión.

También recopilamos y analizamos variables tales como: la edad de nuestras jugadoras, su demarcación (posición en el campo) y su lateralidad (pierna dominante).

6.4 Procedimiento

Se recogieron datos de minutos de entrenamiento y minutos de competición disputados en la Liga Femenina nacional, partidos internacionales amistosos, competiciones europeas, y partidos internacionales de selecciones nacionales **Anexo 2**.

Las evaluaciones de los saltos se realizaron gracias a la tecnología Go5D, marcadores reflectantes, cámaras BTS SMART DX, plataformas dinamométricas de fuerza y un cajón

de 30 cm. Médico y jugadoras realizaron las pruebas rutinarias que se suelen realizar en el club durante la pretemporada. Se describen los pasos durante el protocolo de esta investigación.

5.1 Medidas antropométricas

Se tomaron como medidas la distancia entre la espina iliaca anterosuperior (EIAS) derecha e izquierda (ancho de la pelvis), la profundidad de la pelvis (distancia entre la EIAS y la línea imaginaria que pasa por el trocánter mayor y paralelo a la mesa), longitud de la pierna (distancia entre la EIAS y el maléolo medial), diámetro de la rodilla y diámetro del tobillo. Todas las medidas, exceptuando la distancia entre EIAS, se debían registrar para ambas extremidades. Además, se incluyó el peso y la altura de las participantes.

5.2 Colocación de los marcadores en los diferentes segmentos corporales

La colocación de los biomarcadores fue en la vértebra cervical 7, clavícula derecha e izquierda, sacro, espina ilíaca superior posterior derecha e izquierda, cara externa del fémur derecho e izquierdo, epicóndilo lateral del fémur derecho e izquierdo, epicóndilo interno derecho e izquierdo, cabeza del peroné derecho e izquierdo, peroné derecho e izquierdo, calcáneo, maléolo y quinta falange derecha e izquierda.

5.3 Análisis en estático de la estructura del aparato locomotor para la toma de referencias

La medición y alineación de miembros inferiores, posicionamiento de la cadera y la pelvis, de la columna vertebral para que el software pueda hacer correctamente el análisis del salto. De esta manera, el software localiza el lugar de colocación de los marcadores en los diferentes segmentos y registrar los movimientos que se producen en esos segmentos, así como la aplicación de las fuerzas sobre las plataformas.

5.4 Análisis cinemático y cinético en dinámico para las evaluaciones de los saltos

Se siguieron dos protocolos: “*Depth jump bipodal*” y “*Depth jump monopodal*”.

5.4.1 Evaluación del salto mediante “Depth jump bipodal”

Este protocolo comienza con el participante subido a un cajón de 30 cm y los brazos a la cintura, después adelantará un pie y dejará caerse aterrizando con los dos pies en la plataforma de fuerzas. En ese momento, el sujeto intentará amortiguar la caída flexionando las rodillas. Dicha flexión será el comienzo de la fase concéntrica del posterior salto en el que el participante deberá saltar lo más alto posible con las dos piernas. Este último salto acabará con un aterrizaje sobre las dos piernas.

5.4.2 Evaluación del salto mediante “Depth jump monopodal”

El protocolo es similar al anterior, ya que el participante partirá desde el cajón de 30 cm y con los brazos a la cintura. En ese momento, adelantará un pie y se dejará caer sobre la plataforma, y deberá ser el mismo pie que ha adelantado el que impacte con la plataforma de fuerzas. En el momento que contacte con la plataforma deberá realizar una flexión de rodilla para amortiguar la caída. Esta flexión determinará el comienzo de la fase concéntrica del siguiente salto en donde el participante deberá saltar lo más alto posible con el mismo pie de antes. El aterrizaje de este último salto se realizará con la pierna seleccionada. Este protocolo se repetirá con ambas piernas, pero se comenzará con la dominante. Además, este salto es el utilizado por el médico del club en su práctica rutinaria con el equipo del cual se ha obtenido la muestra.

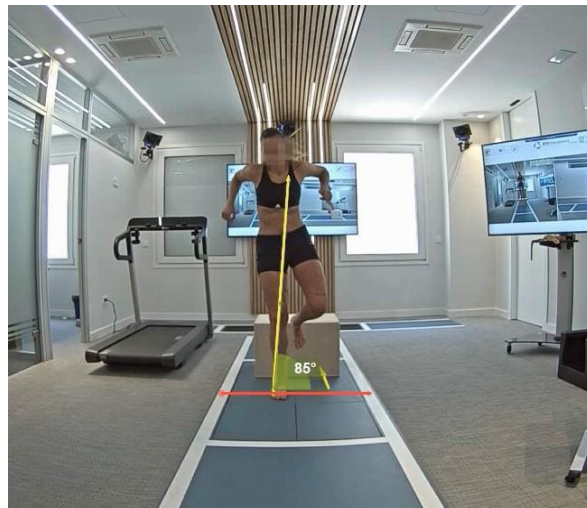


Figura 10. Depth Jump Monopodal. Ejemplificación de las fases del salto.

En nuestro caso, realizaremos la evaluación de la biomecánica utilizando las mediciones logradas tras la realización del salto, depth jump.

Para este estudio, basado en un análisis tridimensional de los marcadores logrados tras el aterrizaje de un salto y su caída, se han elegido jugadoras de fútbol profesional. Se trata de una prueba en la que te dejas caer desde un cajón o escalón de cierta altura, amortiguando la caída con la flexión de pies, rodillas y cadera, e inmediatamente (sin pausa y sacando provecho del reflejo miotático) saltar hacia arriba con ambas piernas a la vez.

Gracias a este ejercicio, valoramos una serie de valores útiles para nuestro estudio de la cinética del salto. Divididos en los tres planos anatómicos: frontal, sagital y transversal valoramos: el movimiento de la pelvis, la abducción, extensión y rotación de la cadera, el varo-valgo, extensión y rotación de la rodilla y la inversión-eversión y dorso-flexión del tobillo. En este estudio nos centraremos en los planos sagital y frontal.

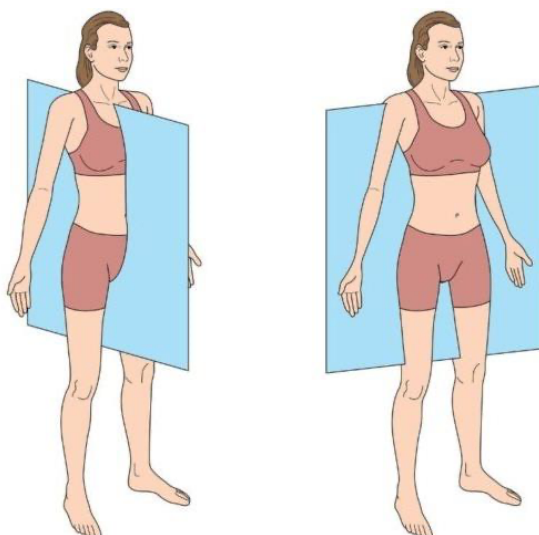


Figura 11. Vista del plano sagital y el plano frontal.

6.5 Análisis estadístico

Los datos se han analizado con la ayuda del programa estadístico SPSS en su versión 21.0 para Windows.

Para este análisis, se han aplicado las siguientes herramientas estadísticas:

Análisis de datos uni y bidimensionales con el objeto de clasificar, representar gráficamente y calcular parámetros de interés de las variables tanto personales de la muestra de estudiantes, como de las variables resultados. Para la descripción de las variables cualitativas se realizó ponderación por el efecto del diseño y se dan la frecuencia absoluta “N” y porcentual “%” ponderadas.

En el caso de las variables cuantitativas se da una medida de tendencia central, media o mediana y su medida de dispersión asociada, desviación estándar (DS) o rango intercuartílico según si sigue una distribución normal o no. Previamente se comprobó la distribución normal de las variables mediante el test de Kolmogorov-Smirnov.

Se empleó la inferencia estadística en su rama contraste de hipótesis tanto de independencia como de comparación de medias de interés. Para la comparación o relación de variables cualitativas utilizamos el test Chi-cuadrado de Pearson con la corrección de Yates o el test exacto de Fisher en aquellos casos que correspondía. Para la comparación de las variables cuantitativas se utiliza el test de la T de Student si las distribuciones a comparar son normales, la U de Mann-Whitney correspondiente a la estadística no paramétrica si la distribución se aproximaba a una normal de muestras independientes o el test de contraste no paramétrico de Wilcoxon para la comparación de dos medias de muestras apareadas o relacionadas.

Cálculo e interpretación de coeficientes de correlación de Pearson entre las variables cuantitativas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

1. Características de la población

En el estudio participaron 47 jugadores pertenecientes a equipos de 1 y 2 división de la Comunidad de Madrid. De los cuales 22 pertenecían a 1 división, 25 a 2 división para representar así de forma fidedigna al fútbol profesional femenino de dicha Comunidad.

La edad media de las 47 jugadoras del estudio fue de 26,05 años, con un rango de 18 a 38 años. Con una desviación estándar de 4,91.

El peso medio de la totalidad de la población del estudio fue 61 kilos, con un rango de 46 a 65 kilos con una desviación estándar de 5,32.

La talla media de las jugadoras de los cuatro clubes del estudio fue de 167,92 centímetros, con un rango de 156 a 178 centímetros.

Las medidas antropométricas de las jugadoras demostraron que la profundidad de la pelvis derecha tiene una media de 8,44 con una desviación estándar 0,86. La profundidad de la pelvis izquierda tiene una media de 8,44 con una desviación estándar de 0,86. La longitud de la pierna derecha tiene una media de 72,39 con una desviación estándar de 9,36. La longitud de la pierna izquierda tiene una media de 72,56 con una desviación estándar de 9,65. El diámetro de la rodilla derecha presenta una media de 8,11 con una desviación estándar 0,96. El diámetro de la rodilla izquierda presenta una media de 8,11 con una desviación estándar de 0,94. La anchura del maléolo derecho presenta una media de 6,28, con una desviación estándar de 0,75. La anchura del maléolo izquierda presenta una media de 6,28 con una desviación estándar de 0,75.

En la **tabla 1** se presentan la media y desviación estándar de los datos antropométricos de las 47 jugadoras.

	Media	Desviación estandar
Edad (años)	26,05	4,91
Peso (Kg)	61	5,32
Altura (cm)	167,92	7,07
Amplitud del axis (cm)	23,5	4,12
Profundidad de la pelvis derecha (cm)	8,44	0,86
Profundidad de la pelvis izquierda (cm)	8,44	0,86
Longitud pierna derecha (cm)	72,39	9,36
Longitud pierna izquierda (cm)	72,56	9,65
Diámetro rodilla derecha (cm)	8,11	0,96
Diámetro rodilla izquierda (cm)	8,11	0,94
Anchura maleolo derecho (cm)	6,28	0,75
Anchura maleolo izquierdo (cm)	6,28	0,75

Tabla 1. Resultados antropométricos de la muestra del estudio.

2. Frecuencia de lesiones por demarcación en tres temporadas

En la tabla 2 podemos ver la frecuencia de lesiones por demarcación en el campo de juego a lo largo de la temporada 2019-2020-2021.

Durante la temporada 2019 las defensas se registraron 20 lesiones que supusieron en 57%, las delanteras registraron 5 lesiones que supusieron el 14%, y las medios registraron 10 lesiones, que supusieron el 29%.

Durante la temporada 2020 podemos ver la frecuencia de lesiones por demarcación en el campo de juego, en las defensas se registraron 23 lesiones que supusieron en 51%, las delanteras registraron 7 lesiones que supusieron el 16%, y las medios registraron 15 lesiones, que supusieron el 33%.

Durante la temporada 2021 podemos ver la frecuencia de lesiones por demarcación en el campo de juego, en las defensas se registraron 26 lesiones que supusieron en 63%, las delanteras registraron 4 lesiones que supusieron el 10%, y las medios registraron 11 lesiones, que supusieron el 27%.

		Total	Porcentaje
2019	Defensas	20	57%
	Medias	5	14%
	Delanteras	10	29%
2020	Defensas	23	51%
	Medias	7	16%
	Delanteras	15	33%
2021	Defensas	26	63%
	Medias	4	10%
	Delanteras	11	27%

Tabla 2. Frecuencia de lesiones por demarcación y por temporada.

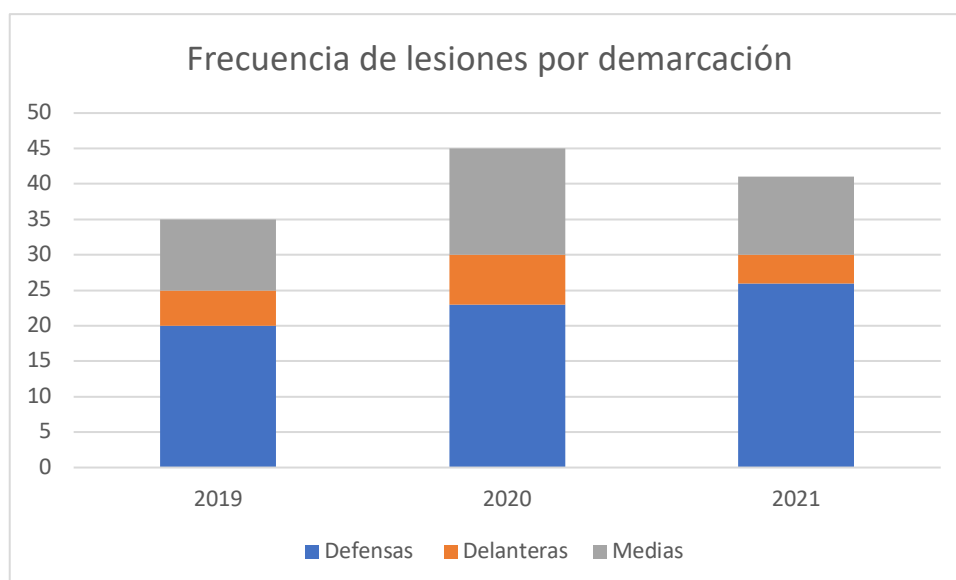


Gráfico 1. Frecuencia de lesiones por demarcación.

3. Tipos de lesiones

La tabla 3 se observa cómo las lesiones más frecuentes fueron las articulares, después las musculares y las menos frecuentes las óseas. Durante la temporada 2019 las lesiones articulares fueron 13 lo que supuso un 34,2%. Las contusiones registradas fueron 3, ello representó un 7,9%. Se informaron 20 lesiones musculares siendo estas un 52,6% del total. En último lugar las lesiones óseas recogidas fueron 2, siendo estas un 5,3%.

Durante la temporada 2020, las lesiones articulares fueron 15 lo que supuso un 34,9% del total de lesiones. Las contusiones registradas fueron 2, ello representó un 4,7%. Se

informaron 24 lesiones musculares siendo estas un 55,8% del total. En último lugar, las lesiones óseas recogidas fueron 2, siendo estas un 4,7%.

Durante la temporada 2021, las lesiones articulares fueron 14 lo que supuso un 35% de las lesiones. Las contusiones registradas fueron 2, ello representó un 5%. Se informaron 21 lesiones musculares siendo estas un 52,5% del total. En último lugar, las lesiones óseas recogidas fueron 3, siendo estas un 7,5%.

Temporada	Tipo de lesión	Número	Porcentaje
2019	Articulares	13	34,2%
	Contusiones	3	7,9%
	Musculares	20	52,6%
	Óseas	2	5,3%
2020	Articulares	15	34,9%
	Contusiones	2	4,7%
	Musculares	24	55,8%
	Óseas	2	4,7%
2021	Articulares	14	35,0%
	Contusiones	2	5,0%
	Musculares	21	52,5%
	Óseas	3	7,5%

Tabla 3. Número y porcentaje de lesiones por tipo de lesión entre las temporadas 2019,2020 y 2021.

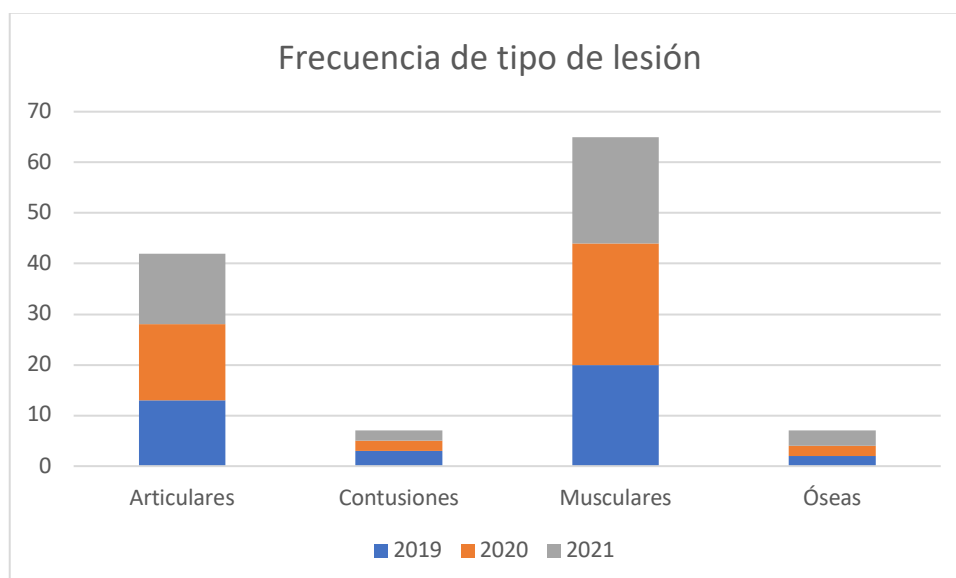


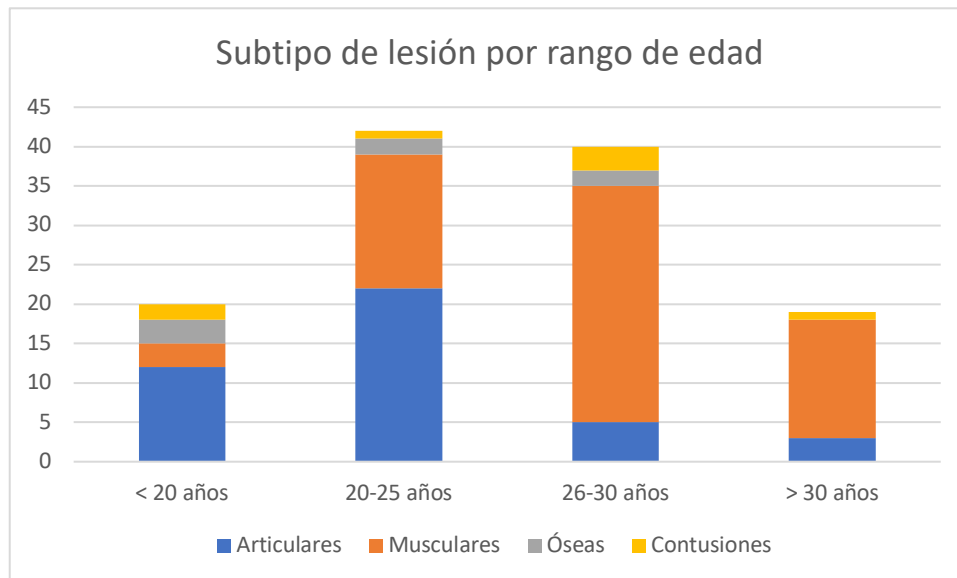
Gráfico 2. Frecuencia de tipo de lesión

4. Número de lesiones por rango de edad

En cuanto a la edad de las jugadoras, tal y como se ha descrito en otros estudios se dividieron en cuatro grupos ⁽²⁴⁾: menores 20 años, de 20 a 25 años, de 26 a 30 años y mayores de 30 años. Como se puede observar en la tabla 4 el grupo que sufrió más lesiones fue el que comprendía a jugadoras de 21 a 25 años, sufriendo 42 lesiones lo que significa un 35 % de las 121 lesiones registradas. El segundo lugar lo ocupó el grupo de edad de 26 a 30 años, en el que se registraron 40 lesiones, siendo estas un 32% del total de las lesiones informadas. Inmediatamente detrás se situó el grupo de menos de 20 años, en el que se informó de 20 lesiones, esto supuso un 17% y en último lugar los mayores de 30 años padecieron 19 lesiones lo que en el porcentaje total representó un 16%.

TIPO DE LESIÓN	< 20 años	20-25 años	26-30 años	> 30 años
Articulares	12 (60%)	22 (52%)	5 (13%)	3 (20%)
Musculares	3 (15%)	17 (42%)	30 (75%)	15 (75%)
Óseas	3 (15%)	2 (5%)	2 (5%)	0
Contusiones	2 (10%)	1 (2%)	3 (7%)	1 (5%)
TOTAL	20	42	40	19

Tabla 4. Porcentaje de subtipo de lesión por rango de edad.



Gráfica 3. Subtipo de lesión por rango de edad.

4.1 Lesiones en jugadoras menores de 20 años:

En el grupo de menores de 20 años se registraron 20 lesiones en total. De ese número total de lesiones, las lesiones articulares fueron las más frecuentes, totalizando un número de 12 lesiones, lo que significó que ese tipo de lesiones en el porcentaje total supusiera un 60%. En segundo lugar, encontramos las lesiones musculares y óseas. De ambos tipos se recogieron 3 lesiones lo que representó un 15% de las lesiones registradas en este grupo de edad. En último lugar encontramos a las contusiones, de estas se recogieron 2 lesiones lo que representó un 10% de las lesiones recogidas en este grupo de edad.

4.2 Lesiones en jugadoras de 20 a 25 años:

En el grupo de jugadoras de entre 21 y 25 años la distribución de lesiones en cuanto a tipología lesional, como puede observarse en la tabla, fue la siguiente: las lesiones articulares fueron las más frecuentes en estas jugadoras. De este tipo se registraron 22 lesiones de un total de 42 lesiones sufridas por el grupo, eso significó en el porcentaje total un 52%. Las lesiones musculares fueron las segundas en número. De este tipo se registraron 17 lesiones representando en términos porcentuales un 42%. Las lesiones de tipo óseo y las contusiones fueron significativamente menos. Contusiones se registraron 2 porcentualmente significaron un 5% y lesiones óseas 1, lo que representó un 2% del total de las lesiones.

4.3 Lesiones en jugadoras de 26 a 30 años

En el grupo de jugadoras cuya edad estaba comprendida entre los 26 y los 30 años, como puede observarse en la tabla, las lesiones musculares fueron significativamente más numerosas. Se informó de 30 lesiones de este tipo en este grupo de edad, de un total de 40, lo que representó un 75% del total de las lesiones registrada. En segundo lugar, pero a gran distancia de las lesiones musculares en cuanto a número, encontramos las lesiones articulares de las que se registraron 5, significando en el porcentaje total un 13%. Las contusiones ocuparon el tercer lugar con 3 casos y un porcentaje sobre el total de 7%. El menor número de lesiones lo presentaron las de tipo óseo, de las que se registraron 2 casos, significando un 5% de la totalidad de las lesiones.

4.4 Lesiones en mayores de 30 años

Como se registra en la tabla 4, llama la atención que en este grupo de edad no se registró ninguna lesión de tipo óseo durante la temporada objeto de estudio. Las lesiones de tipo muscular fueron con diferencia las más numerosas, se registraron un total de 15 lesiones, de un total de 19 lesiones, de este tipo lo que significó un porcentaje de 75%. A continuación, se situaron las lesiones articulares en cuanto a número de lesiones. De estas se recogieron 3 casos, eso supuso un 20% del total de lesiones y por último este grupo de edad registró una sola contusión que en el computo porcentual fue tan solo un 5%.

5. Número de lesiones por tiempo de exposición en partidos y entrenamientos:

- Durante las tres temporadas de estudio de nuestro trabajo se recogieron un total de 121 lesiones. En las tablas del Anexo 1, 2 y 3 se presentan el número total de lesiones durante las tres temporadas de estudio (2019,2020,2021). En la temporada 2019 se produjeron un 28,9% del total de las lesiones, en la temporada 2020 fueron un 37,2% y en la temporada 2021, 33,8%.

El registro de exposición total, durante las tres temporadas, tanto en entrenamiento como en competición, fue de 192.000 horas. En este periodo se registraron un total de 121 lesiones entre todas las jugadoras participantes, lo que supone una incidencia lesional de 5,5 lesiones/1.000 horas de exposición. Si atendemos a las lesiones que se producen en entrenamiento y partido, el tiempo de exposición total en entrenamiento fue de 150.000 horas durante ese tiempo se produjeron un total de 101 lesiones ello supuso una incidencia lesional de 4,56 lesiones/1.000 horas de exposición. el tiempo de exposición en competición fue de 42.000 horas registrándose en ese periodo 20 lesiones eso supuso una incidencia lesional de 3,6 lesiones/1.000 horas de exposición.

	COMPETICIÓN			ENTRENAMIENTOS			EXPOSICIÓN TOTAL		
	Horas	Lesiones	IL	Horas	Lesiones	IL	Horas	Lesiones	IL
2019	8000	16	3,25	52000	19	2,27	60000	35	4,77
2020	6000	15	5	50000	30	3,7	56000	45	5,82
2021	13000	8	3	63000	33	2,15	76000	41	3,1

Tabla 5. Índice lesional durante las temporadas 2019, 2020 y 2021. IL: índice lesional (nº lesiones/10.000 horas).

Si estudiamos estos datos de forma pormenorizada por temporada observamos que en 2019 el tiempo total de exposición fue de 60.000 horas. Durante ese periodo temporal se

produjeron 35 lesiones lo que supuso una incidencia lesional de 4,77 lesiones/1.000 horas de exposición. El tiempo que se dedicó a la competición fue de 8.000 horas durante las que se recogieron 16 lesiones. Esto supuso una incidencia lesional de 3,25 lesiones/1.000 horas de exposición. En los entrenamientos se invirtieron 52.000 horas en ese periodo de exposición se produjeron 19 lesiones de forma que el índice lesional fue de 2,27 lesiones/1.000 horas de exposición.

En la temporada 2020 el tiempo de exposición fue de 56.000 horas entre entrenamiento y competición. Durante ese tiempo de exposición al riesgo lesional se produjeron 45 lesiones de manera que la incidencia lesional fue de 5,82 lesiones/1.000 horas de exposición. El tiempo que en esta temporada se dedicó a la competición fue de 6.000 horas, durante las cuáles se registraron 15 lesiones lo que supuso una incidencia lesional de 5 lesiones/1.000 horas de exposición. En los entrenamientos se invirtieron 50.000 horas durante las cuáles los jugadores sufrieron 30 lesiones con una incidencia lesional de 3,70 lesiones/1.000 horas de exposición.

En la temporada 2021 el tiempo que se dedicó a entrenamiento y partido fue de 76.000 horas en total. Durante ese tiempo de exposición se registraron un total de 41 lesiones, por tanto, la incidencia lesional en esta categoría fue de 3,10 lesiones/1.000 horas de exposición. En esta temporada se dedicaron 63.000 horas a los entrenamientos y durante ese tiempo se produjeron 33 lesiones, lo que supuso una incidencia lesional de 2,15 lesiones/1.000 horas de exposición. Las jugadoras de esta temporada dedicaron 13.000 horas a la competición, durante las cuales se produjeron 8 lesiones en total, esto supuso que la incidencia lesional en competición fue de 3 lesiones/1.000 horas de exposición.

Una vez obtenidas las variables que en cada una de las temporadas reportaban diferencias significativas entre las jugadoras que se lesionaron y las que no, se realizó una clasificación de las jugadoras en función de las horas de exposición. Para ello, también utilizando SPSS, se realizó un cluster de k-medias incluyendo el promedio de las horas de exposición (horas de entrenamiento y de partidos), como medida de corte para la creación de dos grupos diferentes en cada temporada. Posteriormente, se empleó la prueba para medidas independientes de Mann-Whitney seleccionando las variables que dieron significativas entre las jugadoras que se lesionaron y las que no para analizar las diferencias entre las jugadoras que tenían más y menos exposición.

Exposición 2019	LESIONADAS	NO LESIONADAS
Promedio horas	22011,42	10876,82
Nº jugadoras	32	17
	Media y SD	Media y SD
ANG S CND	84,51 ± 30,57	114,26 ± 13,16
ANG S TND	28,38 ± 21,29	13,88 ± 42,75
ANG F RND	26,36 ± 19,01	37,05 ± 12,54
RND F POW	-3,33 ± 4,5	-2,69 ± 2,2
ANG F TD	-11,89 ± 18,97	-10,84 ± 21,06

Tabla 6. Descripción del cluster en función de las horas de exposición en la temporada 2019.

	ANG S CND	ANG S TND	ANG F RND	RND F POW	ANG F TD
U de Mann-Whitney	111,5	233,5	182,5	227	255,5
W de Wilcoxon	607,5	386,5	710,5	380	408,5
Z	-3,278	-0,647	-1,88	-0,787	-0,347
Sig. asin (bilateral)	0,001	0,518	0,05	0,431	0,729

Tabla 7. Descriptivo de las variables significativas en las jugadoras lesionas vs no lesionadas en la temporada 2019.

Exposición 2020	LESIONADAS	NO LESIONADAS
Promedio de horas	17662,05	1535,83
Nº jugadoras	19	10
	Media y SD	Media y SD
RD S POW	-4,58 ± 2,53	-6,68 ± 4,48
CD F POW	-0,78 ± 1,32	-0,25 ± 0,41
RND F MOM	0,60 ± 0,39	0,35 ± 0,19
RND F POW	-3,49 ± 2,81	-1,86 ± 1,2
RD F MOM	0,56 ± 0,31	0,28 ± 0,32
RD F POW	-2,67 ± 1,45	1 ± 1,43
ANG F TND	-7,75 ± 29,16	-10,36 ± 7,84
TND F MOM	0,35 ± 0,29	0,18 ± 0,2
TND F POW	-1,8 ± 3,06	-0,07 ± 0,46

Tabla 8. Descripción del cluster en función de las horas de exposición en la temporada 2020.

	RD S POW	CD F POW	RND F MOM	RND F POW	RD F MOM	RD F POW	ANG F TND	TND F MOM	TNF F POW
U de Mann-Whitney	39	39,5	30	33	24	20	49	31	21,5
W de Wilcoxon	54	249,5	45	243	39	230	259	46	231
Z	-0,748	-0,715	-1,246	-1,156	-1,77	-2,042	-0,068	-1,295	-1,941
Sig. asin (bilateral)	0,455	0,475	0,213	0,248	0,077	0,041	0,0946	0,195	0,049

Tabla 9. Descriptivo de las variables significativas en las jugadoras lesionadas vs no lesionadas en la temporada 2020.

Exposición 2021	LESIONADAS	NO LESIONADAS
Promedio horas	21010,54	8187,8
Nº jugadoras	36	9
	Media y SD	Media y SD
RND S MOM	1,14 ± 0,74	0,85 ± 0,44
RD S POW	-5,01 ± 3,34	-4,03 ± 5,56
ANG S TND	26,36 ± 19,01	15,94 ± 33,09
CD F POW	-0,67 ± 1,33	-0,39 ± 0,39
ANG F TND	-7,86 ± 22,7	-6,55 ± 15,18
ANG F TD	-15,85 ± 22,01	-10,20 ± 12,57

Tabla 10. Descripción del cluster en función de las horas de exposición en la temporada 2021.

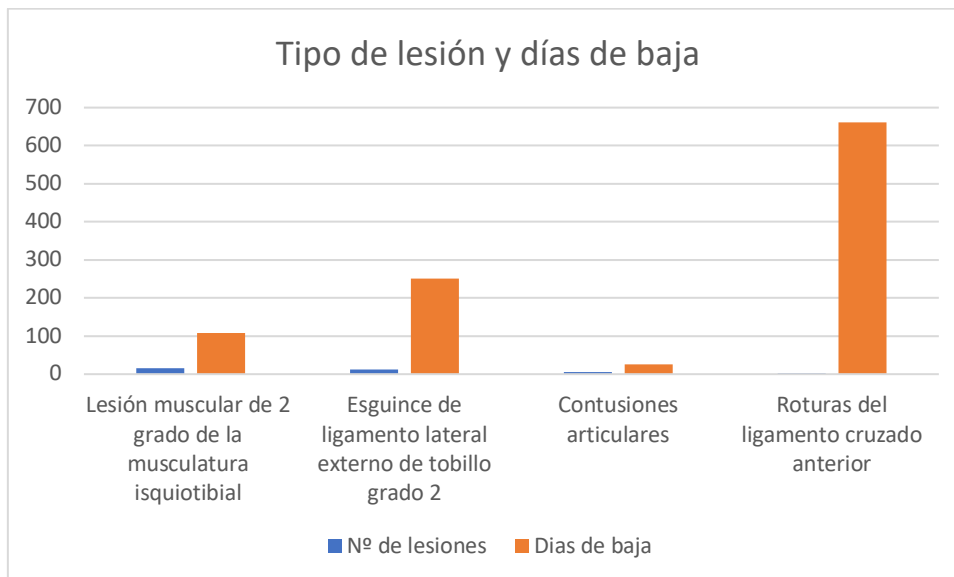
	RND S MOM	RD S POW	ANG S TND	CD F POW	ANG F TND	ANF F TD
U de Mann-Whitney	130,5	137	126	159	152	141,5
W de Wilcoxon	175,5	803	171	825	818	807,5
Z	-0,894	-0,71	-1,022	-0,085	-0,284	-0,582
Sig. asin (bilateral)	0,371	0,478	0,307	0,932	0,777	0,561

Tabla 11. Descriptivo de las variables significativas en las jugadoras lesionadas vs no lesionadas en la temporada 2021.

6. Número de lesiones y días de baja total:

Se analizó el número de lesiones y los días de baja que estas totalizaron. La lesión más frecuente fue la lesión muscular de grado 2 de la musculatura isquiotibial de la que se registraron 16 lesiones, significando en el porcentaje total de las lesiones un 13%. Esta lesión provocó un total de 108 días de baja representando un 7,53% del total. En segundo lugar, en número de lesiones encontramos el esguince de ligamento lateral externo de tobillo de grado 2 del que se produjeron 12 lesiones, siendo un 10% del porcentaje total de lesiones. En cuanto a días de baja esta lesión provocó fueron 251 días de baja, lo que significó un 8,88% del total. Las contusiones articulares fueron 5 lesiones, con una media de 25 días de baja, significando un 1,24% del total y de esta lesión se registraron en total 5 casos, significando un 4% del total de las lesiones.

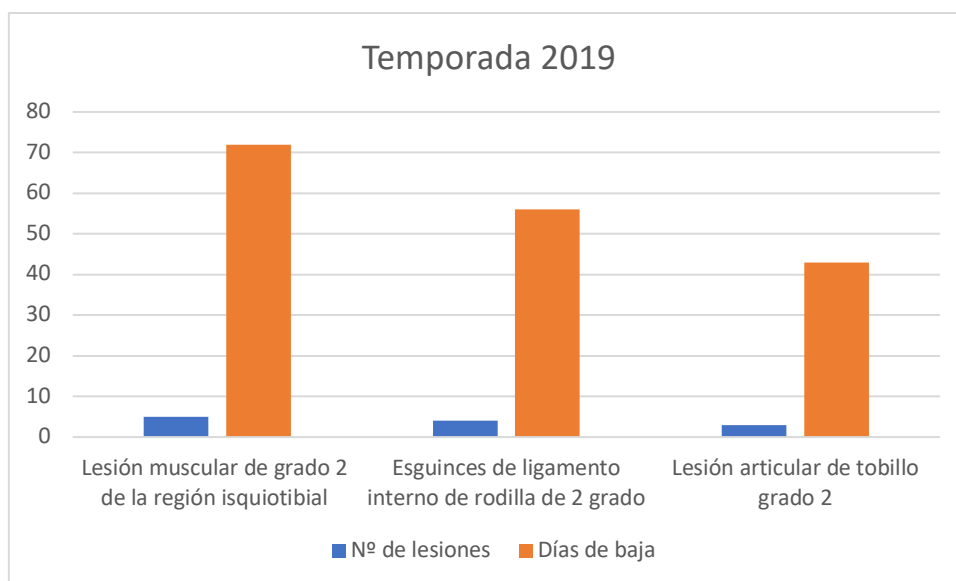
Destacar que las roturas totales del ligamento cruzado anterior, de las que se registraron 2 lesiones, 2% del total, motivaron el mayor número de días de baja, 661 días de baja totales, significando un 27,27% del porcentaje total.



Gráfica 4. Tipo de lesión y días de baja generados a los largos de las temporadas 2019, 2020 y 2021.

6.1 Número de lesiones y días de baja total durante la temporada 2019

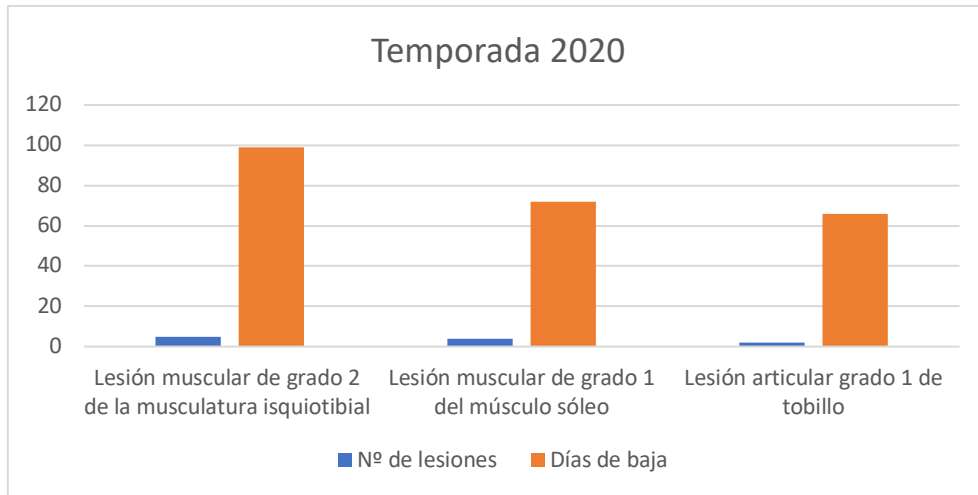
En esta temporada la lesión más frecuente fue la lesión muscular de grado 2 de la región isquiotibial. De dicha lesión se registraron 5 casos, siendo un 14% del total de las lesiones. Los días de baja totales que motivaron esta lesión fueron 72, significando un 9,5% del total de los días de baja. En segundo lugar, encontramos los esguinces de ligamento lateral interno de rodilla de segundo grado del que se registraron 4 lesiones. Esto representa un 3%. En días de baja este tipo de baja produjo 56 días, significando un 7,4% de la totalidad de los días de baja. En tercer lugar, encontramos la lesión articular de tobillo grado 2. De esta lesión se recogieron 3 casos que en términos porcentuales significaron un % y motivaron 43 días de baja lo que significó un 5,7%.



Gráfica 5. Tipo de lesión y días de baja generados en la temporada 2019.

6.2 Número de lesiones y días de baja total durante la temporada 2020

Durante la temporada 2020 el comportamiento de las lesiones fue el siguiente: la lesión más frecuente, fue la lesión muscular de grado 2 del que se registraron 5 casos, haciendo un total en términos porcentuales del 18,52%, en días de baja supuso 99 días, que en términos porcentuales fue un 12,44%. En 2o lugar la lesión muscular de grado 1 del músculo soleo, de la que se informaron 4 casos, supuso en términos porcentuales un 14,81%, 72 días de baja totales representando un 9,05% del total. También la lesión articular grado 1 en este caso, fue la tercera lesión en frecuencia, se registraron 2 casos, significando un 7,41% el total, en días de baja provocaron 66 días lo que representó un 8,29%.



Gráfica 6. Tipo de lesión y días de baja generados en la temporada 2020.

6.3 Número de lesiones y días de baja total durante la temporada 2021

Durante la temporada 2021 la descripción de lesiones fue la siguiente. La lesión más frecuente fue la que afectó a la musculatura isquiotibial de grado 2 de esta lesión se produjeron 10 casos, significando un 12,20% del total. Motivó 155 días de baja representando en términos porcentuales un 12,20%. En segundo lugar, las contracturas también de la musculatura, 9 casos, 10,98% de la totalidad de las lesiones registradas, motivaron 6 días de baja siendo un 3,62%. Las contusiones fueron 9, lo que representó un 10,98% del total de las lesiones y 53 días de baja que en términos porcentuales significaron un 4,17%.

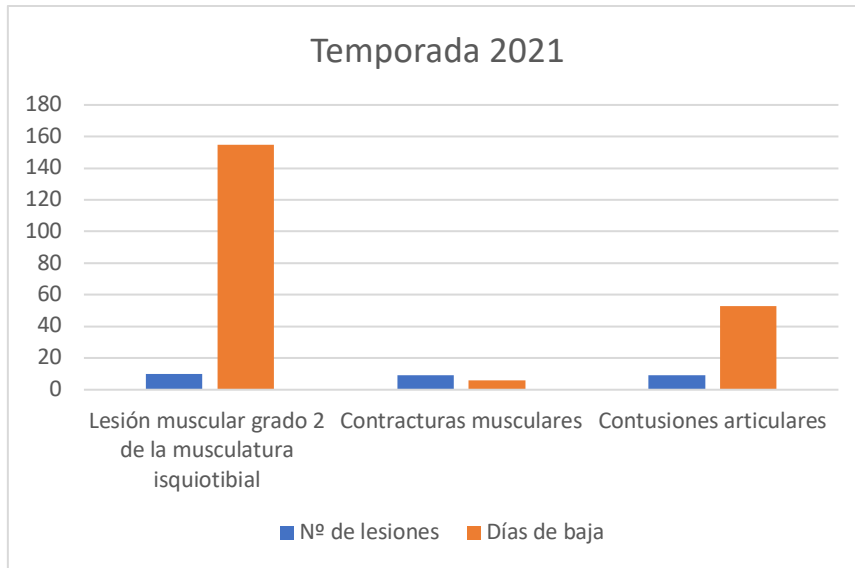


Gráfico 7. Tipo de lesión y días de baja generados en la temporada 2021.

7. Clasificación de la lesión:

Si atendemos a la clasificación de las lesiones basada en la bibliografía ⁽⁷⁾ en cuanto a gravedad vemos que, de las 121 lesiones recogidas, las lesiones más frecuentes fueron las moderadas con un total de 61 (50,4%). Las lesiones leves registradas fueron 56 (46,3%) y únicamente se registraron 4 lesiones graves (3,3%).

7.1 Frecuencia de lesiones en pretemporada:

- No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,192$) en las lesiones en pretemporada entre categoría.
- No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,278$) en las lesiones en pretemporada entre posiciones.
- No existe interacción estadísticamente significativa al 95% ($p=0,851$) en las lesiones en pretemporada entre categoría y posición.

7.2 Frecuencia de lesiones en temporada:

- No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,059$) en las lesiones en temporada entre temporadas.

- Sí existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,001$) en las lesiones en temporada entre posiciones.
- No existe interacción estadísticamente significativa al 95% ($p=0,845$) en las lesiones en temporada entre categoría y posición.

7.3 Total de lesiones en temporada/pretemporada

En la tabla 12 se refleja en qué momento se produjeron las lesiones registradas en las tres temporadas. La temporada donde más lesiones se recogieron fue en el 2020 con un total de 45 lesiones lo que supuso un 37,2%.

		Lesiones	Porcentaje
2019	Pretemporada	9	25,70%
	Temporada	26	74,30%
2020	Pretemporada	13	28,90%
	Temporada	32	71,10%
2021	Pretemporada	8	19,50%
	Temporada	33	80,50%

Tabla 12. Total de lesiones en temporada/ pretemporada 2019, 2020 y 2021

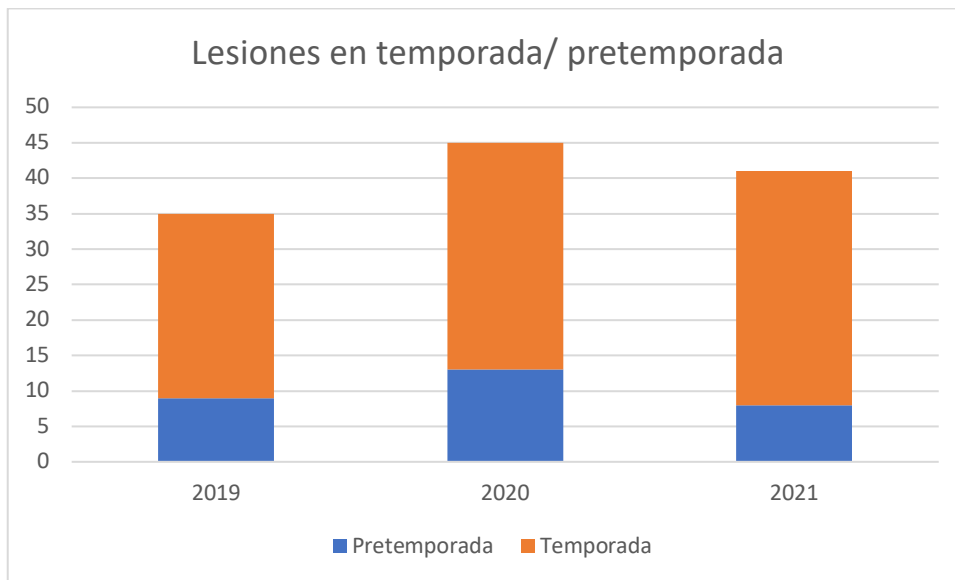


Gráfico 8. Total de lesiones en temporada/ pretemporada 2019, 2020 y 2021.

7.3.1 Lesiones temporada/pretemporada durante 2019

Si atendemos a en qué momento del calendario se produjeron las lesiones en temporada 2019, observamos que durante la temporada se produjeron 26 lesiones representando un 74,3% de las lesiones. En la pretemporada se registraron 9 lesiones lo que supuso 25,7% del total de las lesiones.

7.3.2 Lesiones temporada/pretemporada durante 2020

En esta temporada, las lesiones fueron más frecuentes durante el periodo de competición oficial (temporada) registrándose 32 lesiones lo que representó un 71,1% del total de las lesiones. Durante el periodo de pretemporada se produjeron 13 lesiones suponiendo un 28,9% del total de las lesiones que las futbolistas.

7.3.3 Lesiones temporada/pretemporada durante 2021

Durante la temporada 2021, como en el resto de las temporadas evaluadas, la temporada de competición oficial fue más lesiva, registrándose 33 lesiones. Esto supuso un porcentaje de 80,5% del total de las lesiones. En la fase precompetitiva se recogieron 8 lesiones suponiendo esto un 19,5% de las lesiones registradas.

7.4 Lesiones por mes durante las tres temporadas

Se recogieron las lesiones totales que se produjeron en las tres temporadas estudiadas. Se observa que durante los dos meses de pretemporada y los dos últimos meses del periodo competitivo se produjeron más lesiones, siendo el mes julio con 21 lesiones el mes en el que más futbolistas se lesionaron. Esto representó un 17,4% del total de las lesiones anuales. El mes de agosto, también en periodo de pretemporada, fue el segundo mes en el que más lesiones se produjeron con 19 suponiendo estas un 15,7% del porcentaje total. En el mes de mayo se registraron 18 lesiones lo que supuso que el porcentaje correspondiente a ese mes fuese del 14,9%. En el último mes de temporada, junio, se recogieron 13 lesiones lo que supuso un 10,7% de las lesiones anuales. Cabe señalar que en el mes de enero, justo después del parón liguero de navidad, se registraron 11 lesiones ello supuso un 9,1% siendo este porcentaje significativamente más alto que en el resto de los meses de temporada excluyendo a los meses de mayo y junio. El mes en el que se

produjeron menos lesiones fue octubre con 5 lesiones que en el porcentaje anual supuso tan solo un 4,1%.

7.4.1 Lesiones por mes durante la temporada 2019

La distribución de las 35 lesiones de forma mensual se expone a continuación. El mes en el que se recogieron más lesiones en esta temporada fue el primer mes de pretemporada, julio, en donde fueron 5 lesiones las que se produjeron ello representó un 14,3% del total. En segundo lugar, se encuentra el mes de agosto, también en la pretemporada, en donde se recogieron 4 lesiones lo que supuso un 11,4% de las lesiones producidas en el año.

7.4.2 Lesiones por mes durante la temporada 2020

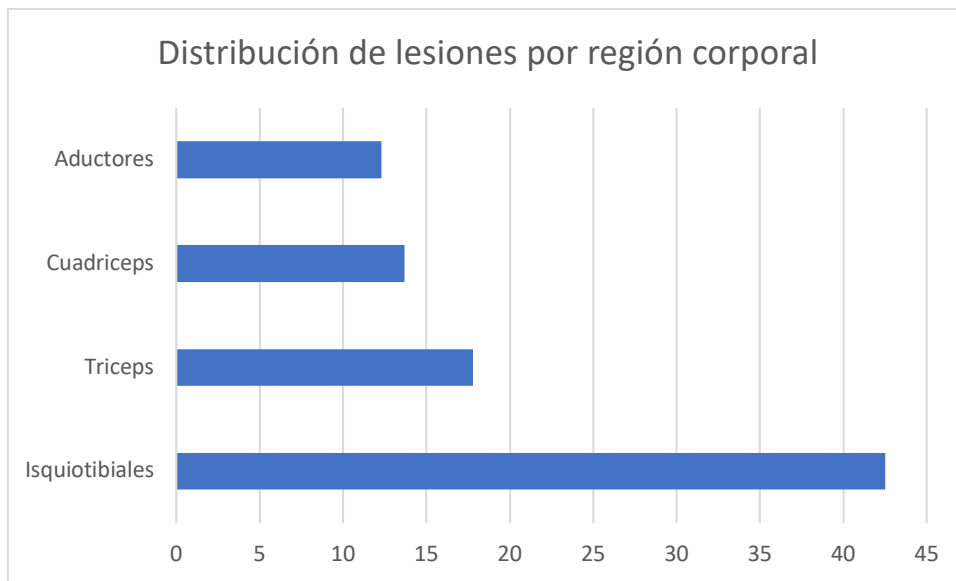
La distribución de las 45 lesiones que se produjeron a lo largo del año 2020 se exponen a continuación. El mes con más lesiones fue el mes de junio con 5 lesiones. Ello supuso un 11,1% del total. En segundo lugar, encontramos el mes de mayo con 4 lesiones lo que en términos porcentuales supuso 8,9%. El mes de julio fue el tercero en número de lesiones con un total de 3, lo que supuso un 6,7%. En el resto de los meses se produjeron 2 lesiones (4,4%), a excepción del mes de enero en donde se produjo 1 lesión, (2,2%), y el mes de octubre en donde no se registró ninguna lesión.

7.4.3 Lesiones por mes durante la temporada 2021

Los meses en donde más lesiones se registraron fueron los dos de pretemporada, julio y agosto, con 10 lesiones en cada uno lo que representa un 15,85% del total de las lesiones registradas. A continuación los dos últimos meses del periodo competitivo, mayo y junio, se mostraron como los segundos en número de lesiones con 8 lesiones cada uno lo que significó un 12,19% de la totalidad de las lesiones, en el mes de enero se produjeron 6 lesiones, lo que representa un 7,31%; en septiembre, diciembre y abril se recogieron un total de 5 lesiones lo que supuso un 6,09%, en los meses de octubre, noviembre y marzo se registraron 4 lesiones lo que en términos porcentuales supuso 4,87% del total, el mes de febrero las futbolistas de esta categoría sufrieron 3 lesiones lo que representó un 3,65%.

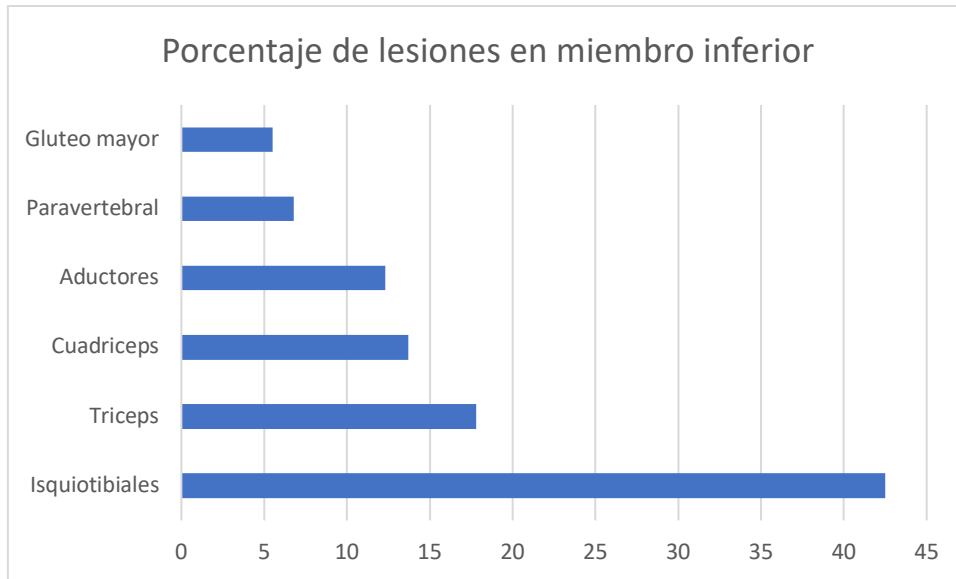
7.5 Distribución de lesiones por zona corporal

La distribución por zonas corporales se explica a continuación. El área corporal más frecuentemente lesionada fue el miembro inferior con 104 lesiones lo que significó en términos porcentuales un 85,9% de la totalidad de las lesiones. A continuación, se situó el miembro superior con 10 lesiones. Ello supuso un 8,3% de las lesiones totales. En la cabeza se registraron 4 lesiones, lo que significó un 3,3% de las lesiones y por último el tronco sufrió un total de 3 lesiones, lo representó un 2,5% de la totalidad de las lesiones.



Gráfica 9. Distribución de lesiones por región corporal.

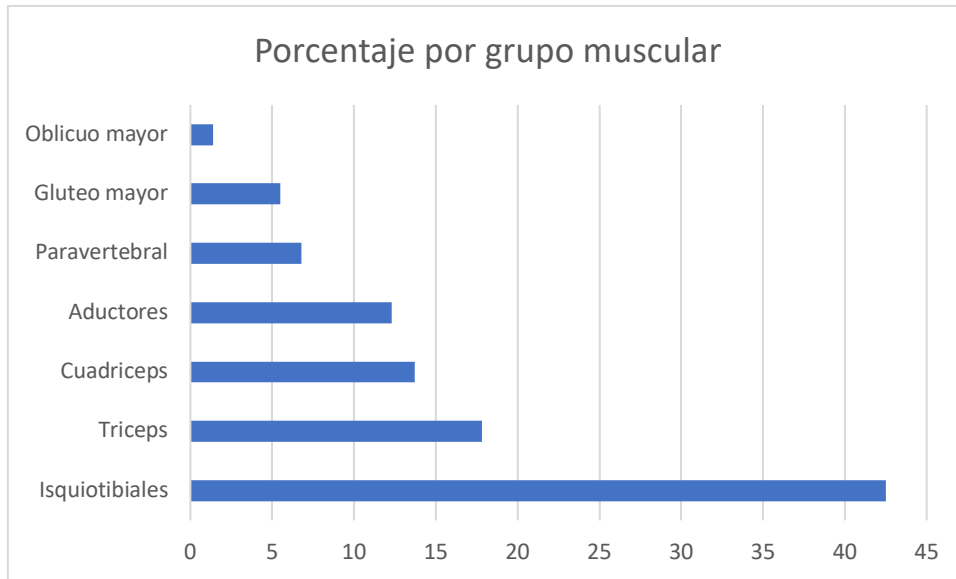
El área anatómica más frecuentemente lesionada en el miembro inferior fue el muslo. En el que se localizaron un total de 45 lesiones, lo que supuso un 43,2% de la totalidad de las lesiones registradas en el miembro inferior. A continuación se encuentra la rodilla que sufrió 21 lesiones lo que significó un 20,2% de las lesiones. Inmediatamente después de la rodilla como zona de asiento lesional se situó el tobillo, en el que se registraron 20 lesiones, lo que representó un 19,2% de las lesiones. La pierna sufrió en nuestro estudio 12 lesiones y eso supuso en la totalidad de las lesiones un porcentaje de 11,5%. En la cadera el número de lesiones registradas fue de 5 contribuyendo al total del porcentaje con un 4,8%. En último lugar encontramos el pie en donde tan solo se registró 1 lesión lo que significó un 0,96% del total de las lesiones.



Gráfica 10. Porcentaje de lesiones en miembros inferiores.

7.5.1 Lesión musculares

Las lesiones musculares fueron las más frecuentes en nuestro estudio durante las tres temporadas con un total de 73 lesiones recogidas. En primer lugar, en cuanto a número de lesiones encontramos a los isquiotibiales. Estos sufrieron un total de 31 lesiones, porcentualmente eso significó un 42,5% del total. En segundo lugar, en cuanto a número de lesiones se situó el tríceps sural. En este grupo muscular se registraron 13 lesiones, esto representó un 17,8% de la totalidad de las lesiones recogidas. Inmediatamente a continuación el cuádriceps, que fue asiento de 10 lesiones eso representó un 13,7%. Muy de cerca le siguen las lesiones de los aductores. Este grupo muscular sufrió 9 lesiones y eso significó un porcentaje del 12,3%. Los paravertebrales registraron 5 lesiones siendo zona de lesión en un porcentaje de 6,8%. Con una lesión menos, encontramos al glúteo mayor, esto representó un 5,5%. En último lugar con 1 lesión recogida el oblicuo mayor, aportando al porcentaje total de las lesiones musculares un 1,4%.



Gráfica 11. Porcentaje por grupo muscular.

7.5.2 Lesión articulares

Las lesiones articulares que se registraron durante las temporadas objeto del estudio fueron 39. Este tipo de lesión afectó significativamente en mayor medida al miembro inferior. La lesión que con más frecuencia se produjo fue el esguince del complejo ligamentoso externo del tobillo.

De este tipo de lesiones se registraron un total de 18 casos lo que supone la casi la mitad de las lesiones de este tipo (46,2%). En segundo lugar, encontramos al ligamento lateral externo de la articulación de la rodilla. Esta estructura sufrió un total de 8 esguinces de diverso grado, dicha cantidad significó un 20,5% del total de las lesiones. En tercer lugar, en cuanto a número de lesiones se situó la rotura del ligamento cruzado anterior de la rodilla, de esta estructura se recogieron 4 lesiones de este tipo, lo que representó un 10,3% del total de las lesiones. A continuación, encontramos a dos estructuras de miembro superior ambas afectadas por 3 lesiones. Estas fueron el esguince de la articulación acromioclavicular y la luxación glenohumeral, ello significó un porcentaje sobre el total de 7,7%, cada una de ellas. De las siguientes tipologías lesionales se registraron 1 lesión de cada una de ellas, esguince cervical, rotura de menisco y sinovitis de cadera. Cada una de ellas representó un 2,6% de las lesiones informadas.

7.6 Mecanismo lesional

El mecanismo lesional más frecuente, durante las tres temporadas estudiadas fue la lesión que se produjo sin contacto, de este tipo de lesión se registraron 90 casos de las 121 lesiones registradas, lo que significó un porcentaje sobre el total de 70%, el número de lesiones en las que medio contacto fue significativamente más bajo, se informó de 31 casos en las que medio contacto en el mecanismo de producción, representando un 30% del total de las lesiones recogidas.

Mecanismo lesional		
	Contacto	No contacto
2019	9 (27,3%)	24 (72,7%)
2020	7 (33,3%)	38 (66,7%)
2021	8 (35,4%)	33 (64,6%)

Tabla 13. Mecanismo lesional durante las distintas temporadas.

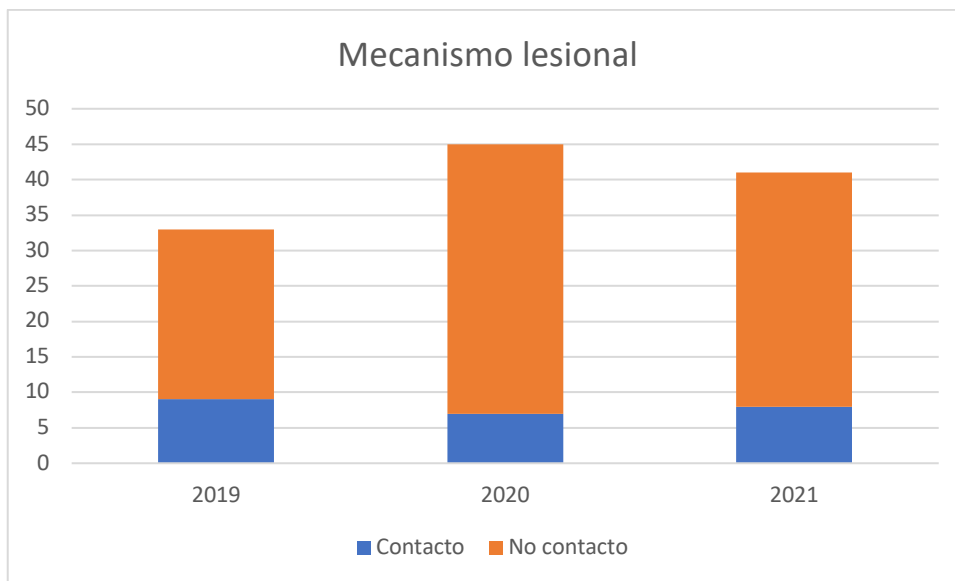


Gráfico 12. Mecanismo lesional durante las distintas temporales.

7.6.1 Mecanismo lesional durante la temporada 2019

Durante la temporada 2019 el mecanismo lesional más frecuente fue la lesión que se produjo sin contacto. Así de las 35 lesiones registradas en 24 de ellas no medió contacto, esto significó un 72,72% del total de las lesiones de la categoría. Las lesiones con contacto fueron significativamente menos, concretamente 9, representando en el porcentaje total un 27,27%.

7.6.2 Mecanismo lesional durante la temporada 2020

La lesión 2020, se comportó como la forma de producirse las lesiones en otras temporadas, siendo las lesiones sin contacto las más frecuentes. Se registraron 38 lesiones de este tipo de las 45 totales, lo que supuso un 66,66%. En lo que respecta a las lesiones en las que medio contacto, se informó que 7 fueron de este tipo, lo que representó un 33,33% del porcentaje total de las lesiones.

7.6.3 Mecanismo lesional durante la temporada 2021

El mecanismo lesional durante la temporada 2021 fue la misma manera que las de temporadas anteriores en cuanto a la forma de producirse las lesiones. Las lesiones que se produjeron sin contacto fueron 33 de las 41 lesiones que se registraron en total en la categoría, aportando un 64,63% de la totalidad de las lesiones. Las lesiones en las que medió contacto como mecanismo de producción fueron 8, siendo estas un 35,36% del total de las lesiones registradas.

8. Relación de lesiones y análisis biomecánico

El estudio biomecánico realizado a las 47 jugadoras consistió en un análisis cinético y cinemático. Para ello se llevó a cabo la prueba funcional deph jump, y los datos obtenidos se correlacionaron con la estabilidad de rodilla (varo, valgo, flexoextensión), y con las lesiones sufridas por temporada. Un ejemplo de la evaluación obtenida del *Depth Jump* puede apreciarse en el Anexo 4, 5, 6.

Estudiamos también la inestabilidad de rodilla y tobillo, y su relación con los datos de fuerza sobre las plataformas, ángulos de cadera, y tobillo en el plano sagital y frontal.

8.1 Relación de lesiones de tobillo con análisis biomecánico (deph jump) durante la temporada 2019.

Los datos obtenidos durante la temporada 2019 de saltos de deph jump, arrojaron el análisis aportado en la tabla 6, en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Se analizaron los resultados de las jugadoras no lesionadas y lesionadas durante la temporada 2019, y los obtenidos de la pierna dominante y no dominante. En las pruebas

de muestras independientes (U de Mann-Whitney) se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos (lesionadas y no lesionadas) en los saltos ($p < 0,05$).

VARIABLE	JUGADORAS NO LESIONADAS			JUGADORAS LESIONADAS			DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS	
	N	Media	DE	N	Media	DE	U M-W	Valor de P
ANG S CND	19	107,06	21,44	28	85,68	30,97	155	0,016
ANG S TND	19	30,84	33,99	28	17,171	28,73	160	0,022
ANG F RND	20	35,81	14,91	28	25,47	18,71	179	0,035
RND F POWER	19	-4,51	4,36	28	-2,11	3,22	157	0,018
ANG F TD	20	-18,53	24,43	28	-5,34	12,76	162	0,014

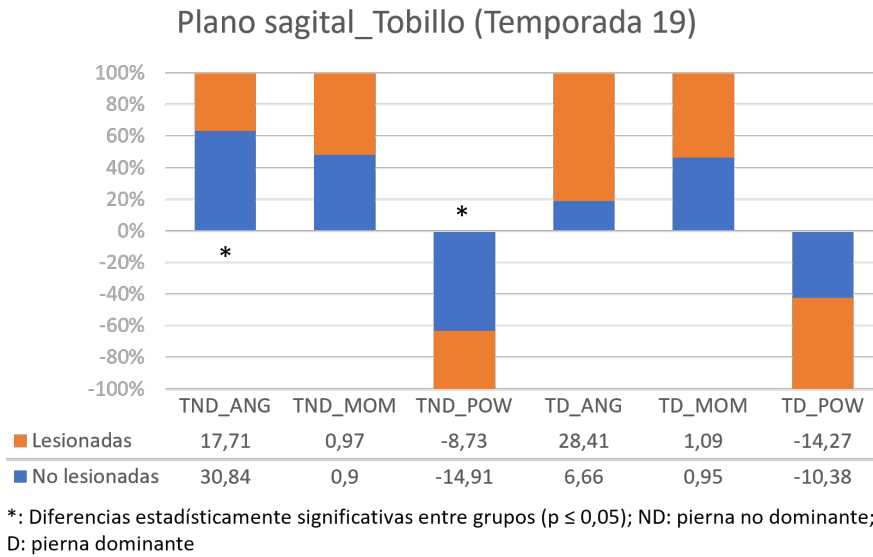
Tabla 14. Tobillo 2019 en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales. Ángulo sagital cadera no dominante (ANG S CND), Ángulo sagital tobillo no dominante (ANG S TND), Ángulo frontal rodilla no dominante (ANG F RND), Rodilla no dominante power en plano frontal (RND F POWER), Ángulo frontal tobillo dominante.

Existen diferencias entre las jugadoras analizadas. Aquellas que después de analizarse se han lesionado, y las que no se lesionan en:

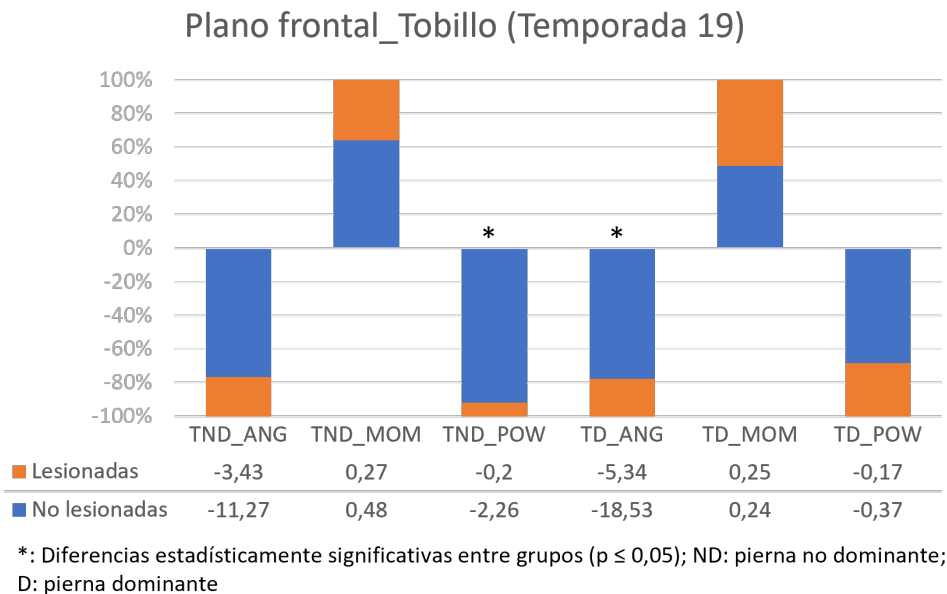
- En el plano sagital: ángulo de tobillo de la pierna no dominante, menor en las que se lesionan.
- En el plano frontal: potencia de tobillo de la pierna dominante, mayor en las que se lesionan.

En las figuras 12, y 13 se muestran las jugadoras que no se lesionan No dominante vs. Dominante:

- Plano sagital ángulo de tobillo, más ángulo en la pierna no dominante.
- Plano frontal potencia de tobillo, es mayor en la pierna no dominante.



Gráfica 13. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano sagital de tobillo de Ángulo de Tobillo No Dominante (TND_ANG), Tobillo no dominante momento de fuerza (TND_MOM), Tobillo no dominante power (TND_POW), Tobillo Dominante (TD_ANG), Tobillo dominante momento de fuerza (TD_MOM), Tobillo dominante power (TD_POW).



Gráfica 14. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano frontal de tobillo de Ángulo de Tobillo No Dominante (TND_ANG), Tobillo no dominante momento de fuerza (TND_MOM), Tobillo no dominante power (TND_POW), Ángulo de Tobillo Dominante (TD_ANG), Tobillo dominante momento de fuerza (TD_MOM), Tobillo dominante power (TD_POW).

8.2 Relación de lesiones de tobillo con análisis biomecánico (deph jump) durante la temporada 2020

Los datos obtenidos durante la temporada 2020 de saltos de deph jump, arrojaron el análisis aportado en la tabla 7, en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Se analizaron los resultados de las jugadoras no lesionadas y lesionadas durante la temporada 2020, y los obtenidos de la pierna dominante y no dominante. En las pruebas de muestras independientes (T de Student y U de Mann-Whitney) se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos (lesionadas y no lesionadas) en los saltos ($p < 0,05$).

VARIABLE	JUGADORAS NO LESIONADAS			JUGADORAS LESIONADAS			DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS	
	N	Media	DE	N	Media	DE	U M-W	Valor de P
RD S POWER	17	-4,46	2,92	28	-5,17	3,86	184	0,004
CD F POWER	17	-0,35	0,56	28	-0,83	1,43	207	0,007
RNF F MOM	16	0,85	0,89	27	0,58	0,88	1414,5	0,002
RND F POWER	17	-5	4,34	27	-1,92	3,2	100	0,049
RD F MOM	17	0,5	0,36	28	0,42	0,38	191,5	0,015
RD F MOM	17	-2,42	1,62	28	-1,36	1,22	134	0,013
RD F POWER	17	-14,52	12,28	28	0,8	21,69	132	0,004
RD F POWER	17	0,56	0,47	27	0,25	0,29	109,5	0,015
ANG F TND	17	-2,47	3,61	27	-0,21	0,43	128,5	0,004

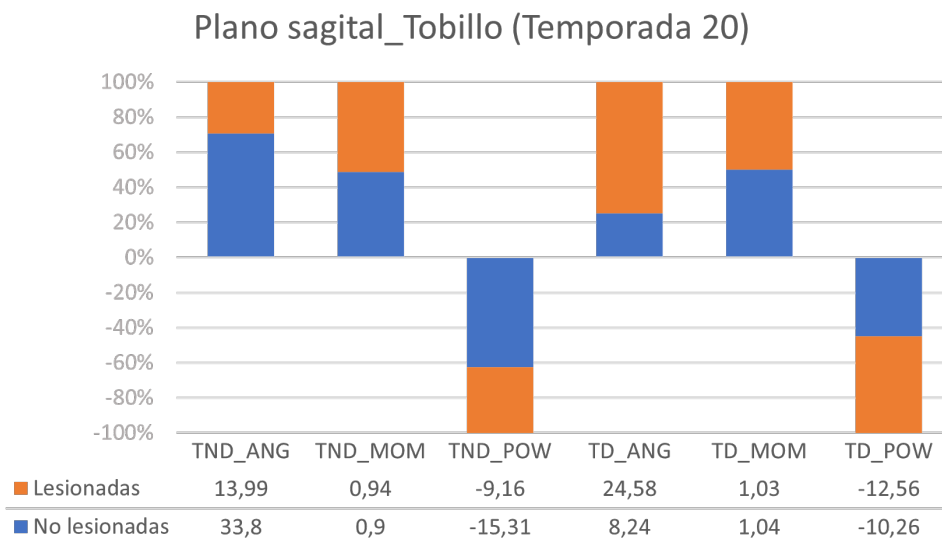
Tabla 15. Tobillo 2020 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales. Rodilla dominante plano sagital power (RD S POWER), Cadera dominante plano frontal power (CD F POWER), Rodilla no dominante plano frontal momento de fuerza (RNF F MOM), Rodilla no dominante plano frontal power (RND F POWER), Rodilla dominante plano frontal momento (RD F MOM), rodilla dominante plano frontal power (RD F POWER), tobillo no dominante ángulo frontal (ANG F TND).

Existen diferencias entre las jugadoras analizadas. Aquellas que después de analizarse se han lesionado, y las que no se lesionan en:

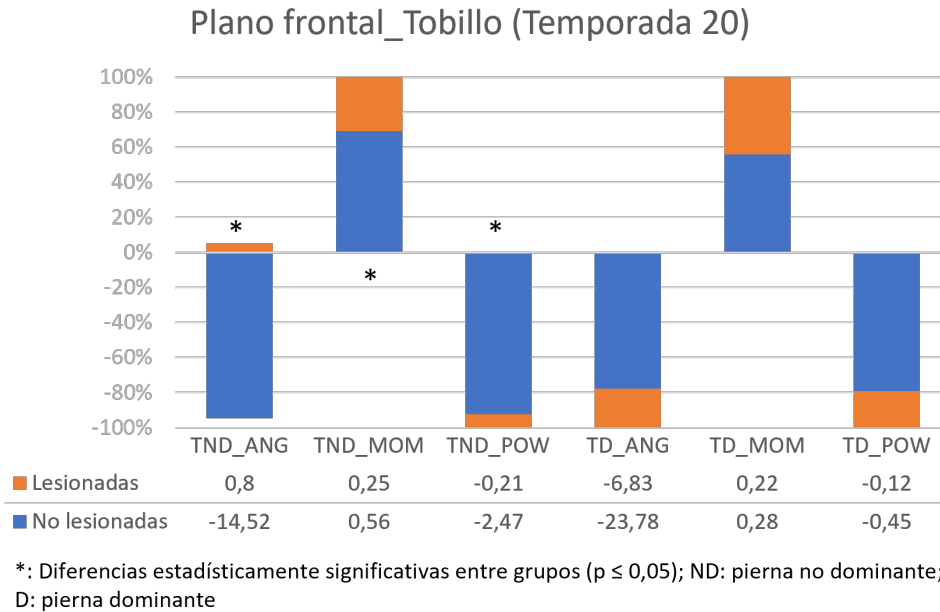
- En el plano frontal: el ángulo del tobillo en la pierna no dominante es mayor en las que se lesionan, momento de fuerza en el tobillo no dominante es menor en las que se lesionan, y la potencia del tobillo no dominante es mayor en las que se lesionan.

En las figuras 14 y 15 se muestran las jugadoras que se lesionan de pierna dominante No dominante vs. Dominante:

- Plano frontal ángulo de tobillo, es mayor en la pierna no dominante del tobillo, en las no lesionadas.
- Plano frontal el momento de fuerza de tobillo, es mayor en la pierna no dominante del tobillo, en las no lesionadas.



Gráfica 15. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano sagital de tobillo de Ángulo de Tobillo No Dominante (TND_ANG) , Tobillo no dominante momento de fuerza (TND_MOM), Tobillo no dominante power (TND_POW), Tobillo Dominante (TD_ANG), Tobillo dominante momento de fuerza (TD_MOM), Tobillo dominante power (TD_POW).



Gráfica 16. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano sagital de tobillo de Ángulo de Tobillo No Dominante (TND_ANG), Tobillo no dominante momento de fuerza (TND_MOM), Tobillo no dominante power (TND_POW), Tobillo Dominante (TD_ANG), Tobillo dominante momento de fuerza (TD_MOM), Tobillo dominante power (TD_POW).

8.3 Relación de lesiones de tobillo con análisis biomecánico (deph jump) durante la temporada 2021

Los datos obtenidos durante la temporada 2021 de saltos de deph jump, arrojaron el análisis aportado en la tabla 8, en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Se analizaron los resultados de las jugadoras no lesionadas y lesionadas durante la temporada 2021, y los obtenidos de la pierna dominante y no dominante. En las pruebas de muestras independientes (T de Student y U de Mann-Whitney) se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos (lesionadas y no lesionadas) en los saltos ($p < 0,05$).

VARIABLE	JUGADORAS NO LESIONADAS			JUGADORAS LESIONADAS			DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS	
	N	Media	DE	N	Media	DE	U M-W	Valor de P
RND S MOM	28	0,99	0,62	19	1,34	0,9	172	0,041
RD S POWER	28	-4,29	3,8	19	-5,43	3,82	156	0,018
ANG S TND	28	30,88	24,04	19	12,21	32,93	147	0,01
CD F POWER	28	-0,26	0,54	19	-1,13	1,63	146	0,009
ANG F TND	28	-11,93	14,24	19	2,76	21,67	155	0,016
ANG F TD	28	-20,04	18,95	19	-4,12	13,24	143	0,008

Tabla 16. Tobillo 2021 en plano frontal y sagital sobre los distintos segmentos corporales. Rodilla no dominante plano sagital momento de fuerza (RND S MOM), rodilla dominante plano sagital power (RD S POWER), ángulo sagital tobillo no dominante (ANG S TND), cadera dominante plano frontal power (CD F POWER), ángulo frontal tobillo no dominante (ANG F TND), ángulo frontal tobillo dominante (ANG F TD).

Tabla 16 análisis aportado en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales durante 2021.

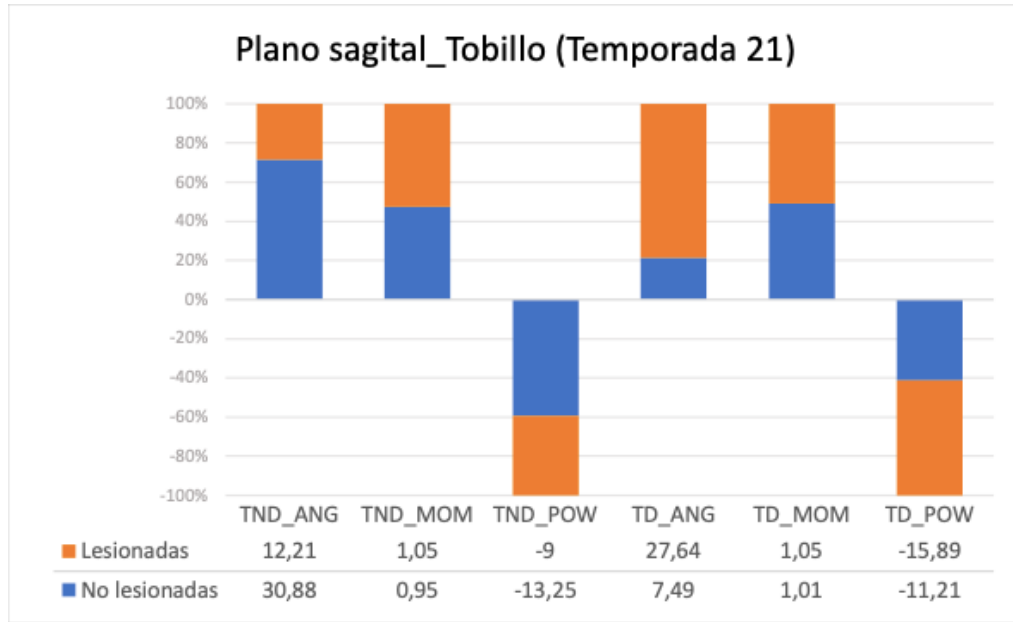
Existen diferencias entre las jugadoras analizadas. Aquellas que después de analizarse se han lesionado, y las que no se lesionan en:

En el plano sagital: ángulo de tobillo de la pierna no dominante, mayor ángulo en las que se lesionan.

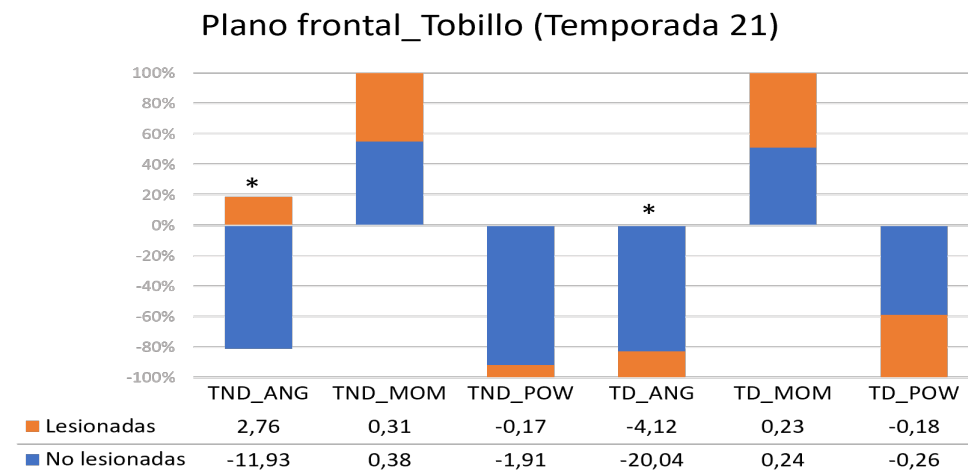
En el plano frontal: ángulo de tobillo de la pierna no dominante, mayor en las que no se lesionan, ángulo de tobillo de la pierna dominante mayor en las que no se lesionan.

En las figuras 16 y 17 se muestran las jugadoras que se lesionan de pierna dominante No dominante vs. Dominante:

- Plano sagital ángulo de tobillo, de la pierna no dominante, mayor ángulo en las que se lesionan.
- Plano frontal ángulo de tobillo, es mayor en la pierna no dominante del tobillo, en las no lesionadas.
- Plano frontal ángulo de tobillo, es mayor en la pierna dominante del tobillo, en las no lesionadas.



Gráfica 17. Resultados durante la temporada 2021 en el plano sagital de tobillo. representación gráfica de los resultados durante la temporada 2021 en el plano sagital de tobillo de Ángulo de Tobillo No Dominante (TND_ANG) , Tobillo no dominante momento de fuerza (TND_MOM), Tobillo no dominante power (TND_POW), Tobillo Dominante (TD_ANG), Tobillo dominante momento de fuerza (TD_MOM), Tobillo dominante power (TD_POW).



*: Diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p \leq 0,05$); ND: pierna no dominante; D: pierna dominante

Gráfica 18. Resultados durante la temporada 2021 en el plano sagital de tobillo. representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano sagital de tobillo de Ángulo de Tobillo No Dominante (TND_ANG) , Tobillo no dominante momento de fuerza (TND_MOM), Tobillo no dominante power (TND_POW), Tobillo Dominante (TD_ANG), Tobillo dominante momento de fuerza (TD_MOM), Tobillo dominante power (TD_POW).

8.4 Relación de lesiones de rodilla con análisis biomecánico (deph jump) durante la temporada 2019

Los datos obtenidos durante la temporada 2019 de saltos de deph jump, arrojaron el análisis aportado en la tabla 9, en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Se analizaron los resultados de las jugadoras no lesionadas y lesionadas durante la temporada 2019, y los obtenidos de la pierna dominante y no dominante. En las pruebas de muestras independientes (U de Mann-Whitney) se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos (lesionadas y no lesionadas) en los saltos ($p < 0,05$).

VARIABLE	JUGADORAS NO LESIONADAS			JUGADORAS LESIONADAS			DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS	
	N	Media	DE	N	Media	DE	U M-W	Valor de P
ANG S CND	19	107,06	21,44	28	85,68	30,97	155	0,016
ANG S TND	19	30,84	33,99	28	17,71	28,73	160	0,022
ANG F RDN	20	35,81	14,91	28	25,47	18,71	179	0,035
RND F POWER	19	-4,51	4,36	28	-2,11	3,22	157	0,018
ANG F TD	20	-18,53	24,43	28	-5,34	12,76	162	0,014

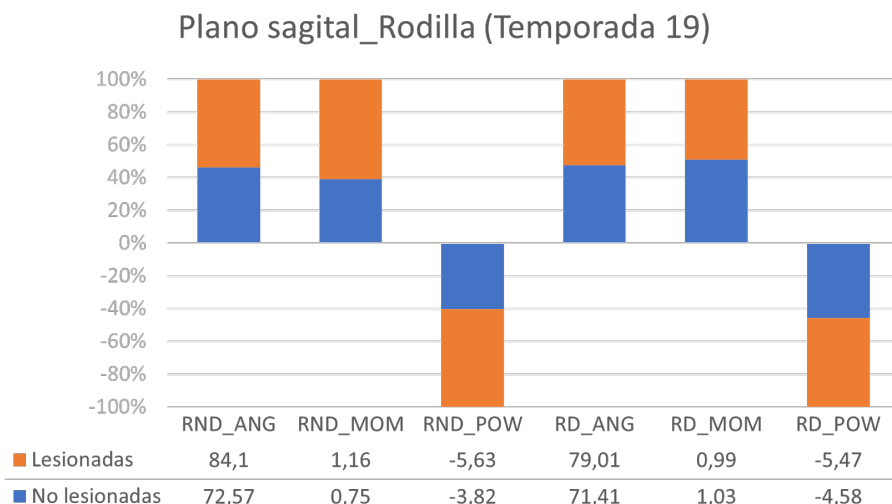
Tabla 17. Rodilla 2019 en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales. Ángulo sagital cadera no dominante (ANG S CND). Ángulo sagital tobillo no dominante (ANG S TND). Ángulo frontal rodilla no dominante (ANG F RND). Rodilla no dominante ángulo frontal potencia (RND F POWER). Ángulo frontal tobillo dominante.

Existen diferencias entre las jugadoras analizadas. Aquellas que después de analizarse se han lesionado, y las que no se lesionan en:

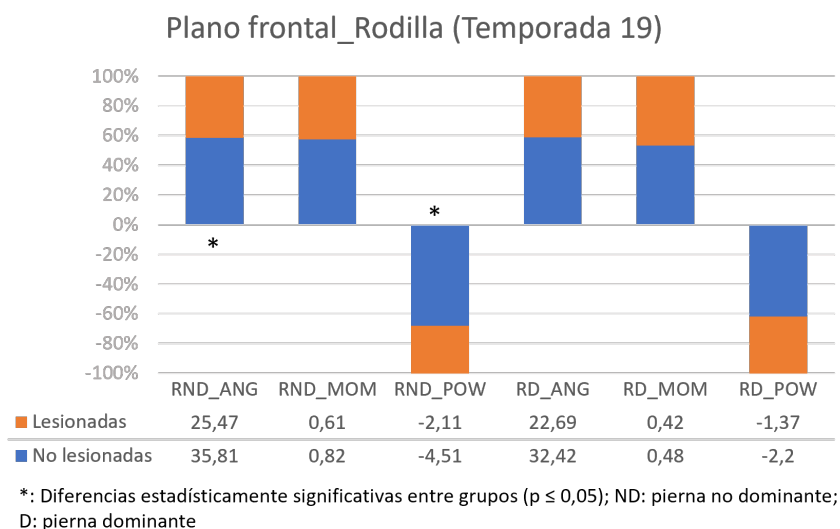
- En el plano frontal: ángulo de rodilla de la pierna no dominante, mayor en las que no se lesionan. La potencia de rodilla es mayor en la pierna no dominante de las no lesionadas.

En las figuras 18 y 19 se muestran las jugadoras que no se lesionan No dominante vs. Dominante:

- Plano frontal: ángulo de rodilla, mayor en la pierna no dominante en las no lesionadas. La potencia de rodilla es mayor en la pierna no dominante de las no lesionadas.



Gráfica 19. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano sagital de rodilla de Ángulo de rodilla No Dominante (TND_ANG) , rodilla no dominante momento de fuerza (TND_MOM), rodilla no dominante power (TND_POW), rodilla Dominante (TD_ANG), rodilla dominante momento de fuerza (TD_MOM), rodilla dominante power (TD_POW).



Gráfica 20. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2019 en el plano sagital de rodilla de ángulo de rodilla No Dominante (TND_ANG) , rodilla no dominante momento de fuerza (TND_MOM), rodilla no dominante power (TND_POW), rodilla Dominante (TD_ANG), rodilla dominante momento de fuerza (TD_MOM), rodilla dominante power (TD_POW).

8.5 Relación de lesiones de rodilla con análisis biomecánico (deph jump) durante la temporada 2020

Los datos obtenidos durante la temporada 2020 de saltos de deph jump, arrojaron el análisis aportado en la tabla 10, en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Se analizaron los resultados de las jugadoras no lesionadas y lesionadas durante la temporada 2020, y los obtenidos de la pierna dominante y no dominante. En las pruebas de muestras independientes (U de Mann-Whitney) se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos (lesionadas y no lesionadas) en los saltos ($p < 0,05$).

VARIABLE	JUGADORAS NO LESIONADAS			JUGADORAS LESIONADAS			DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS	
	N	Media	DE	N	Media	DE	U M-W	Valor de P
RD S POWER	17	-4,46	2,92	28	-5,17	3,86	184	0,004
CD F POWER	17	-0,35	0,56	28	-0,83	1,43	207	0,007
RND F MOM	16	0,85	0,89	27	0,58	0,88	141,5	0,002
RND F POWER	17	-5	4,34	27	-1,92	3,2	100	0,049
RD F MOM	17	0,5	0,36	28	0,42	0,38	191,5	0,015
RD F POWER	17	-2,42	1,62	28	-1,36	1,22	134	0,013
ANG F TNG	17	-14,52	12,28	28	0,8	21,69	132	0,004
TND F MOM	17	0,56	0,47	27	0,25	0,29	109,5	0,015
TND F POWER	17	-2,47	3,61	27	-0,21	0,43	128,5	0,004

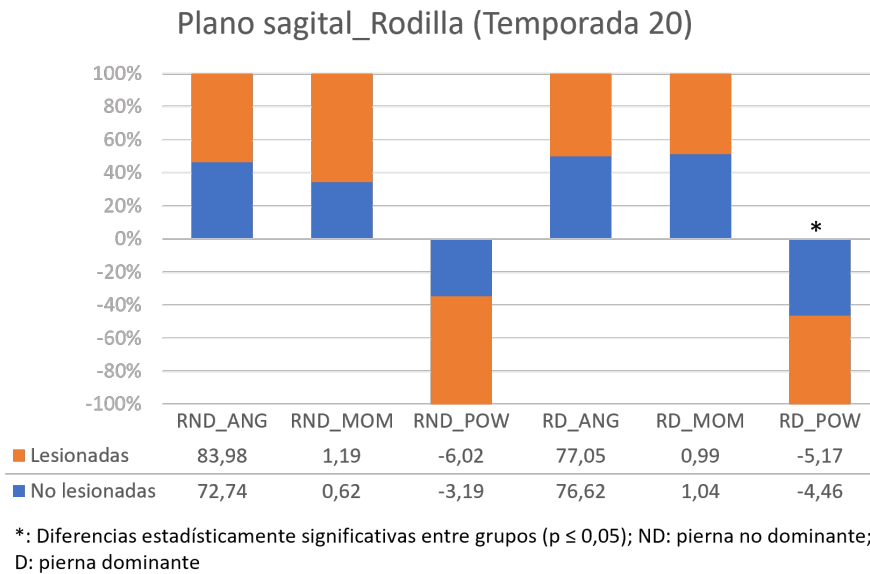
Tabla 18. Rodilla 2020. en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales. Rodilla dominante plano sagital power (RD S POWER), Cadera dominante frontal power (CD F POWER), Rodilla no dominante plano frontal momento de fuerza (RND F MOM), Rodilla no dominante plano frontal power (RND F POWER), Rodilla dominante plano frontal momento de fuerza (RD F MOM), Rodilla dominante plano frontal power (RD F POWER), Ángulo plano frontal tobillo no dominante (ANG F TND), Tobillo no dominante plano frontal momento de fuerza (TND F MOM), Tobillo no dominante plano frontal power (TND F POWER).

Existen diferencias entre las jugadoras analizadas. Aquellas que después de analizarse se han lesionado, y las que no se lesionan en:

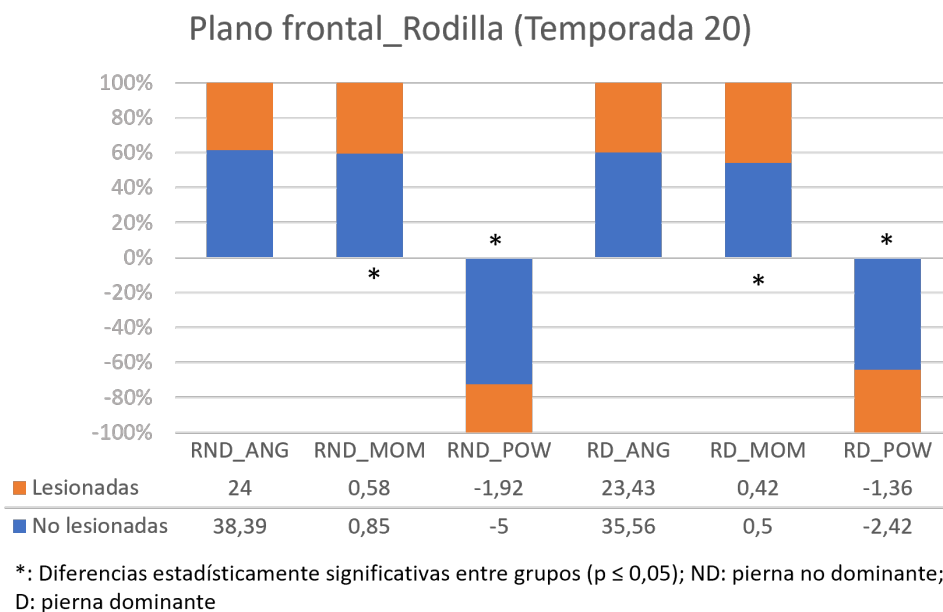
- En el plano sagital: potencia de la rodilla dominante, es menor en las que se lesionan
- Plano frontal: potencia de la rodilla no dominante, mayor en las que se lesionan; momento de fuerza de la rodilla dominante, menor en las que se lesionan; potencia de la rodilla dominante, mayor en las que se lesionan.

En las gráficas 21 y 22, se muestran las Jugadoras que no se lesionan No dominante vs. Dominante:

- Plano sagital: potencia de la rodilla dominante, es menor en las que se lesionan.
- Plano frontal: potencia de la rodilla no dominante, mayor en las que se lesionan; momento de fuerza de la rodilla dominante, menor en las que se lesionan; potencia de la rodilla dominante, mayor en las que se lesionan.



Gráfica 21. Resultados durante la temporada 2020 en el plano sagital de rodilla. representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano sagital de rodilla de Ángulo de rodilla No Dominante (TND_ANG) , rodilla no dominante momento de fuerza (TND_MOM), rodilla no dominante power (TND_POW), rodilla Dominante (TD_ANG), rodilla dominante momento de fuerza (TD_MOM), rodilla dominante power (TD_POW).



Gráfica 22. Resultados durante la temporada 2020 en el plano frontal de rodilla. representación gráfica de los resultados durante la temporada 2020 en el plano frontal de rodilla de ángulo de rodilla No Dominante (TND_ANG), rodilla no dominante momento de fuerza (TND_MOM), rodilla no dominante power (TND_POW), rodilla Dominante (TD_ANG), rodilla dominante momento de fuerza (TD_MOM), rodilla dominante power (TD_POW).

8.6 Relación de lesiones de rodilla con análisis biomecánico (deph jump) durante la temporada 2021

Los datos obtenidos durante la temporada 2021 de saltos de deph jump, arrojaron el análisis aportado en la tabla 19, en el plano frontal y en el sagital sobre los distintos segmentos corporales.

Se analizaron los resultados de las jugadoras no lesionadas y lesionadas durante la temporada 2021, y los obtenidos de la pierna dominante y no dominante. En las pruebas de muestras independientes (U de Mann-Whitney) se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos (lesionadas y no lesionadas) en los saltos ($p < 0,05$).

VARIABLE	JUGADORAS NO LESIONADAS			JUGADORAS LESIONADAS			DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS	
	N	Media	DE	N	Media	DE	U M-W	Valor de P
RND S MOM	28	0,99	0,62	19	1,34	0,9	172	0,041
RD S POWER	28	4,29	3,8	19	-5,43	3,82	156,5	0,018
ANG S TND	28	30,88	24,04	19	12,21	32,93	147	0,01
CD F POWER	28	-0,26	0,54	19	-1,13	1,63	146	0,009
ANG F TND	28	-11,93	14,24	19	2,76	21,67	155	0,016
ANG F TD	28	-20,04	18,95	19	-4,12	13,24	143,5	0,008

Tabla 19. Rodilla no dominante plano sagital momento de fuerza (RND S MOM), Rodilla dominante plano sagital power (RD S POWER). Ángulo plano sagital tobillo no dominante (ANG S TND). Cadera dominante plano frontal power (CD F POWER), Ángulo frontal tobillo no dominante (ANG F TND), Ángulo frontal tobillo dominante (ANG F TD).

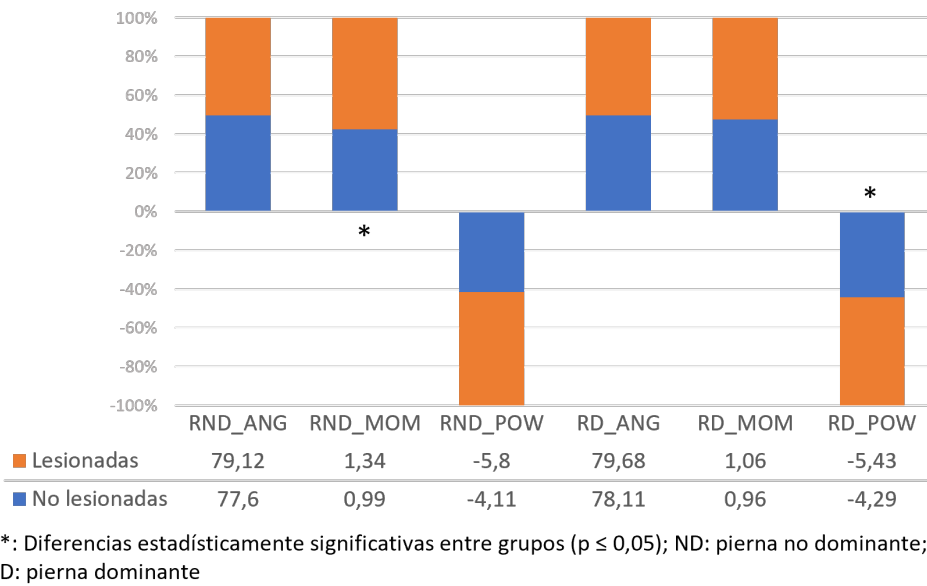
Existen diferencias entre las jugadoras analizadas. Aquellas que después de analizarse se han lesionado, y las que no se lesionan en:

- En el plano sagital: Momento de fuerza de la rodilla no dominante, mayor en las que se lesionan, Y potencia de la rodilla dominante, menor en las que se lesionan.

En las gráficas 23 y 24, se muestran las Jugadoras que no se lesionan No dominante vs. Dominante:

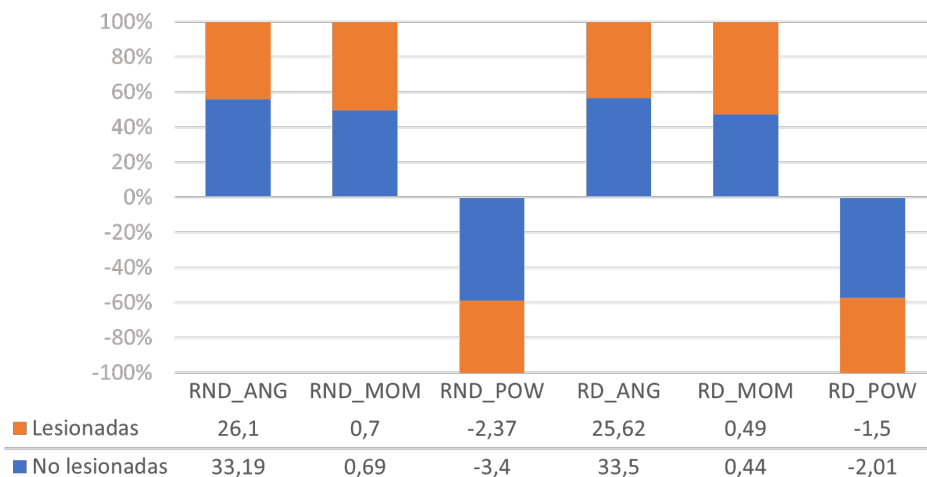
- Plano sagital: momento de fuerza de rodilla, es mayor en la pierna no dominante de las jugadoras que se lesionan.

Plano sagital_Rodilla (Temporada 21)



Gráfica 23. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2021 en el plano sagital de rodilla de Ángulo de rodilla No Dominante (TND_ANG), rodilla no dominante momento de fuerza (TND_MOM), rodilla no dominante power (TND_POW), rodilla Dominante (TD_ANG), rodilla dominante momento de fuerza (TD_MOM), rodilla dominante power (TD_POW).

Plano frontal_Rodilla (Temporada 21)



Gráfica 24. Representación gráfica de los resultados durante la temporada 2021 en el plano frontal de rodilla de ángulo de rodilla No Dominante (TND_ANG), rodilla no dominante momento de fuerza (TND_MOM), rodilla no dominante power (TND_POW), rodilla Dominante (TD_ANG), rodilla dominante momento de fuerza (TD_MOM), rodilla dominante power (TD_POW).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En el presente estudio se identifican y describen un conjunto de casos que aparecen en un intervalo de tiempo. Por tanto, se trata de un estudio epidemiológico observacional, prospectivo y descriptivo.

La edad media de las 47 jugadoras del estudio fue 26,05 años, con un rango de 18 a 38 años y una desviación de 4,91. Al analizar por temporadas se observa que durante la temporada 2019 la edad media fue de 24,4 años, con un rango de 18 a 33 años y una desviación típica de 4,29. En la temporada 2020 la edad media fue de 26 años con un rango de 20 a 36 años y una desviación típica de 4,18, y durante la temporada 2021 la edad media fue de 24,8 años, con un rango de 18 a 38 años y una desviación típica de 5,45. No se encontraron diferencias significativas al 95% ($p=0,091$) en las edades de la jugadoras en las temporadas analizadas ni tampoco entre la edad y las posiciones ocupadas en el campo.

La edad media de nuestras jugadoras en este estudio es coherente con la de otros estudios que analizan la relación entre la edad y el riesgo de lesión. ^(17,18,19)

En cuanto al peso, la media de las jugadoras de nuestro estudio fue de 5,32 kilogramos, con un rango de 50 a 65 kilogramos y una desviación típica de 5,32. Por temporadas, en la 2019 el peso medio fue de 56 kilogramos, con un rango de 48 a 65 kilogramos y una desviación típica de 5,29. En la 2020, el peso medio de las jugadoras fue de 55,04 kilogramos y una desviación típica de 4,36. En la 2021, el peso medio fue de 54,76 kilogramos, el rango fue de 67 a 85 kilogramos y una desviación típica de 4,20. No encontramos diferencias significativas al 95% ($p=0,408$) en cuanto al peso entre las temporadas. Sin embargo, sí encontramos diferencias significativas al 95% ($p=0,034$) en cuanto a peso y demarcación de las jugadoras en el campo. Las porteras mostraron un peso promedio 2,68 kilogramos superior al de las delanteras, sugiriendo que la labor desempeñada por la jugadora está condicionada por sus características antropométricas. Es común que las porteras, al ser más altas y corpulentas, pesen más que las delanteras, que se caracterizan por ser más rápidas y ligeras. Aunque el peso no parece influir en la pertenencia a una temporada en particular, sí juega un papel determinante en la posición del jugador en el campo.

En lo que respecta a la talla media de las jugadoras de nuestro estudio fue de 167,92 centímetros. Por temporadas, en la 2019 la altura media fue de 162,3 centímetros. En 2020 la talla media obtenida entre las jugadoras fue de 163,44 centímetros. En la 2021 las jugadoras midieron de media 162,34 centímetros. No encontramos diferencias significativas en la talla al comparar temporadas. Se encontraron diferencias significativas al 95% ($p=0,005$) al comparar la talla de las jugadoras y su posición en el campo, resultando que las delanteras tuvieron de media una talla 5,37 centímetros menor que los porteros. Esto creemos que es debido a las necesidades y características de los diferentes puestos ocupados por las jugadoras, las porterías necesitan ser más altas y las delanteras por el contrario precisan de más movilidad y velocidad con lo que suelen ser más bajas.

1. Incidencia y características de las lesiones.

Al analizar el número total de lesiones, que ascendió a 121, se han observado diferencias significativas al 95% ($p=0,037$) en el número de lesiones entre temporadas. En las jugadoras estudiadas, durante la temporada 2020-21 se evidenció un aumento en la incidencia de lesiones (en la temporada 2019 se registraron 35 lesiones, en la temporada 2020 se contabilizaron 45 lesiones y en la temporada 2021 41 lesiones respectivamente) Este incremento en las lesiones puede atribuirse a diversos factores. En primer lugar, durante las temporadas 2020-2021, se produjo un periodo de pandemia que generó cambios significativos en la dinámica de entrenamientos, competiciones y periodos de descansos. Por otro lado, el hecho de padecer periodos de confinamiento y enfermedad han influido directamente en la incidencia de lesiones. Estos factores, como han señalado autores como Daniel et al y Watson AM et al ^(91,92) pueden ser determinantes en la vulnerabilidad física de las jugadoras, afectando negativamente su rendimiento y predisponiéndolas a sufrir lesiones.

Encontramos diferencias estadísticas entre el número de lesiones y las posiciones ocupadas por los jugadores en el campo. Las delanteras son proporcionalmente las jugadoras más lesionadas, sufren 0,79 más lesiones que las mediocampistas y 1,37 lesiones más que las porterías. En segundo lugar, se encuentran las defensas, que sufren 1,06 lesiones más que las porterías. Estas disparidades por posición pueden atribuirse a las particularidades de cada puesto: las delanteras sufren muchas entradas por parte de las

defensas, realizan sprints explosivos y sus acciones son, en ocasiones, extremas ante la posibilidad de marcar un gol. En cambio, las porteras se lesionan menos porque no sufren entradas de forma habitual, no pueden ser tocados en el área pequeña y no hacen carreras ni sprints de forma habitual. Por ello, podemos afirmar que la posición ocupada por la jugadora en el campo es un factor que influye en el número de lesiones que sufren las futbolistas, como ya se ha descrito en los estudios de Castello, en su libro Fútbol: estructura y dinámica de juego⁽⁶⁹⁾.

En términos de incidencia lesional total en nuestro estudio, obtuvimos un valor de 5,5 lesiones cada 1.000 horas de exposición. La incidencia lesional durante el entrenamiento fue de 4,56 lesiones por cada 1.000 horas de entrenamiento, mientras que en competición, la incidencia lesional registrada fue de 3,6 lesiones por cada 1.000 horas de exposición al riesgo. Al comparar estos resultados con estudios de otras ligas de fútbol, como la estadounidense^{3,56,57} se observan variaciones significativas en las tasas de incidencia. En el estudio de Fuller et se reportó una incidencia lesional de 4,6 lesiones por cada 1.000 horas de exposición. En los entrenamientos, registraron 2,7 lesiones por cada 1.000 horas de exposición mientras que en competición informaron 13,9 lesiones por cada 1.000 horas de partido⁵⁶. En registros de liga de Campeones llevados a cabo por el reporte anual de UEFA⁵⁴ se informa de 4,9 lesiones por cada 1.000 horas de entrenamiento y en competición la incidencia lesional fue de 24 lesiones por cada 1.000 horas de exposición⁵⁷. En el registro realizado por Krossey et al durante la Copa del Mundo de 2012 registrando una incidencia lesional de 9.5 lesiones por cada 1.000 horas de exposición, correspondiendo a los entrenamientos una incidencia lesional de 5,5 lesiones por cada 1.000 horas de competición y en los partidos la incidencia lesional fue de 30,3 lesiones por cada 1.000 horas de competición.⁹³

La tendencia sugiere que estudios más antiguos y llevados a cabo en el ámbito del fútbol masculino tienden a presentar tasas de incidencia más altas, mientras que estudios más recientes describen datos más similares a los de nuestro estudio. Esta observación podría estar en relación con la menor permisividad en el juego duro y la más estricta aplicación de las reglas del juego a raíz de la recomendación que hizo en 2004 la International Football Association Board. El hecho de respetar las reglas del juego y el “fair play” también puede ser un factor de prevención de las lesiones en el fútbol.^{27,56}

Por otro lado, la mejora de las condiciones en los terrenos de juego y una mayor atención en la preparación física de las jugadoras también puede reducir el número de lesiones. Sin embargo, la mayor exigencia en cuanto a un aumento de minutos tanto en partidos como en entrenamiento puede haber contribuido a la falta de una reducción clara en las lesiones en el fútbol femenino. En la temporada 2020, marcada por la pandemia, se redujeron los minutos de competición, y la dinámica de los entrenamientos, fue completamente atípica. Durante la temporada 2021, se generó además un exceso de minutos de entrenamientos y de competición compensatorios del tiempo que se tuvo que recuperar durante el confinamiento. Estas descompensaciones en la carga de trabajo y los tiempos de recuperación pueden haber contribuido a la falta de una reducción clara en las lesiones en el fútbol femenino, como describen en los estudios de Daniel et al⁹². Es esencial considerar estos factores al analizar patrones de lesiones en el contexto específico de la temporada, reconociendo las particularidades que influyen en la salud y rendimiento de las jugadoras.

Al analizar la incidencia lesional entre las temporadas encontramos diferencias en la incidencia total de lesiones. La incidencia lesional más baja se registró en la temporada 2021 (3,10 lesiones/1.000 horas) frente a las temporadas 2019 (4,77 lesiones/1.000 horas) y 2020, donde encontramos el índice lesional más alto de (5,82 lesiones/1.000 horas de exposición). La incidencia lesional referenciada en otros estudios como los de Noya et al, o Fuller et al es mucho más baja que en el nuestro. Como ya hemos comentado anteriormente, puede ser debido a la diferencia de criterios a la hora de registrar las lesiones previamente, generó una descompensación de los minutos entrenados y competidos, y un desajuste en la compensación de cargas.^{56,57,91,93}

Al desglosar las lesiones por el periodo en que se producen, hemos observado que durante los entrenamientos hay una incidencia lesional en la temporada 2019 de 4,77 lesiones/1.000 horas de exposición, en la 2020 la incidencia fue de 5 lesiones/1.000 horas de entrenamiento y en la 2021 registramos 3,10 lesiones/1.000 horas de exposición al riesgo. La incidencia lesional durante los entrenamientos mantiene una tendencia en aumento durante la temporada 2020, que se ocasionó, por el parón forzado y la vuelta a los entrenamientos de forma repentina, aunque el número de lesiones fue mayor en la temporada 21, que en la 19. El número de horas fue excesivamente mayor durante la

temporada 21, lo que explica la recuperación de esas horas de entrenamiento y competición que no se pudieron generar durante el confinamiento y la temporada previa.

Las diferencias significativas encontradas entre las temporadas son debidas a la incidencia lesional compensatoria del tiempo de confinamiento, que se generó en la temporada 20, y que provocó volver a los entrenamientos y competición, sin forma controlada, y sin compensación de cargas.

En relación con la clasificación de lesiones en función de su severidad, en nuestro estudio registramos 56 lesiones leves representando el 50,4% del total. Las lesiones moderadas ocuparon el segundo lugar un total de 61 lesiones, constituyendo un 46,3% sobre el total de las lesiones. Por último, las lesiones graves fueron las menos frecuentes con un total de 4 lesiones lo que representó un 3,3% del total. Este patrón se encuentra respaldado por diversos estudios en la literatura consultada. Un estudio realizado sobre 27 equipos de la liga Española que abarcaban la primera y segunda división, corroboró que las lesiones leves son las más frecuentes fueron las lesiones leves, seguidas de las lesiones moderadas siendo las lesiones graves las menos numerosas. Resultados similares se observaron en un estudio en la Liga Finlandesa^{26,27}, reafirmando que, en el fútbol profesional, las lesiones más frecuentes son las leves y las graves son las menos frecuentes.

Al examinar el momento de la temporada en el que se producen la lesiones, nuestro estudio reveló que el 71,83% de las lesiones ocurrieron durante el periodo competitivo, mientras que el 28,16% se registraron durante la pretemporada. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,192$) en las lesiones en pretemporada entre las temporadas. Tampoco durante este periodo se produjeron diferencias significativas al 95% ($p=0,278$) en las lesiones registradas por demarcaciones en el campo. No encontramos interacción significativa al 95% (0,851) en las lesiones registradas durante la pretemporada en relación a la temporada y la posición. Esto sugiere que en pretemporada la temporada y la posición no influyen en el número de las lesiones que sufre la jugadora.

En contraste, durante el periodo competitivo, no se encontraron diferencias significativas entre las temporadas estudiadas ($p=0,559$), pero sí se identificaron diferencias significativas entre las posiciones en el campo ($p=0,001$). Las delanteras experimentaron 0.81 lesiones más que los mediocampistas y 1.23 lesiones más que las porteras. Este

hallazgo indica que, durante el periodo competitivo, la posición en el campo puede influir en el número de lesiones, posiblemente relacionado con las demandas específicas de cada posición y el riesgo inherente al tipo de juego desempeñado.

En todas las temporadas analizadas, se observó una consistencia en el momento en que se produjeron las lesiones, siendo durante la temporada competitiva donde se registró la mayoría. En 2019 el 74,3 % de las lesiones se produjeron durante la temporada representando las lesiones que se produjeron durante la pretemporada un 25,7% del total de lesiones registradas. En 2020 el comportamiento fue el mismo, durante la temporada se registraron mayor número de lesiones, un 71,1% de las lesiones informadas, siendo las lesiones ocurridas durante la pretemporada un 28,9% de las lesiones totales en la categoría. En la 2021 el porcentaje de lesiones durante la temporada de competición oficial fue de 80,5% y durante la pretemporada se registraron un 19,5% del total de las lesiones registradas en la categoría durante la temporada. No encontramos en la literatura consultada ningún estudio que compare las lesiones producidas entre categorías y si esas lesiones se produjeron en temporada o pretemporada.

En cuanto a la incidencia de lesión en función del mes en que se produjeron, en nuestro estudio observamos que los dos meses de pretemporada (julio y agosto) fueron los meses que concentraron más lesiones. En julio se registraron 21 lesiones (17,4% del total) y en agosto 19 lesiones (15,7%). Durante los meses de temporada, en mayo y junio hubo un aumento significativo, con 18 lesiones (14,9%) en mayo y 13 lesiones (10,7%) en junio. También se destacó enero, postvacacional de navidad, con 11 lesiones (9,1% del total). Aunque no se iguala a los meses al principio y final de la temporada, enero muestra un mayor porcentaje de lesiones en comparación con los meses adyacentes

Esta distribución de lesiones puede atribuirse al retorno de las jugadoras a la actividad deportiva durante la pretemporada, con posibles descuidos en la preparación física, cambios en el estilo de vida y aumento de horas de viaje, factores que predisponen a las lesiones. El aumento de lesiones en los últimos meses de la temporada competitiva podría asociarse al acumulo de partidos, generando estrés y fatiga tanto física como psíquica. Además, en este tramo final de la temporada, se disputan los partidos más cruciales, como finales de torneos nacionales e internacionales, lo que implica un mayor nivel de juego y

exigencia competitiva, señalado como un factor extrínseco de riesgo lesional por diversos estudios^(17,18,19,20)

Al analizar las lesiones según la actividad realizada por las jugadoras cuando se lesionaron, nuestro estudio confirma la tendencia general: se produce un mayor número de lesiones durante los partidos en comparación con los entrenamientos respaldando hallazgos recopilados de diversos estudios^(55,56,57,58)

Al estudiar las lesiones producidas en los entrenamientos durante las tres temporadas por separado, observamos que hay diferencias significativas al 97% ($p=0,027$) entre las temporadas. Siendo las lesiones musculares las más frecuentes. No encontramos diferencias significativas al 95% ($p=0,077$) entre las lesiones en función de la posición de juego. No hubo interacción significativa al 95% ($p=0,281$) entre temporadas y posición durante el entrenamiento. Con estos resultados, no podría hacer pensar que las temporadas 2020-21, fueron más lesivas durante los entrenamientos, sin encontrar discrepancia entre las distintas demarcaciones, como defienden los autores Noya et al y Fuller et al.

Del mismo modo, si analizamos las lesiones sufridas durante los partidos no encontramos diferencias significativas al 97% ($p=0,26$) entre las distintas temporadas.

Respecto al mecanismo lesional objetivamos en nuestro estudio que el mecanismo más habitual fue la lesión intrínseca o sin contactos. Si lo fragmentamos por temporadas, en el año 2019 las lesiones sin contactos representaron un 72,72% del total y las lesiones por contacto un 27,27%. En la temporada 2020, las lesiones sin contacto representaron un 66,66% mientras que las lesiones por contacto un 23,33%. En la temporada 2021, el 64,63% de las lesiones fueron sin contacto y un 35,36% de lesiones en donde su produjo contacto.

Estudios realizados como el realizado por Yu B et al en el fútbol femenino de categoría élite registraron también las lesiones sin contacto como las más frecuentes. Representan entre el 56% y el 75% de los artículos consultados³⁷. La abundancia de trabajos encontrados y la falta de consenso en cuanto a los resultados de estos hace que, pese a que en nuestro estudio la lesión sin contacto fue claramente más frecuente, no podamos afirmar con rotundidad que esto sea así de forma general.

Creemos que la disparidad de resultados se debe, en parte, a la falta de consenso en la definición de lesiones por contacto y sin contacto, así como a las diferencias en la metodología de recopilación de datos. La ausencia de una terminología estandarizada para clasificar las lesiones y la diversidad en los enfoques utilizados para registrar la información pueden influir en la interpretación de los resultados y dificultar la comparación entre estudios.

Esta falta de uniformidad en la terminología y la metodología destaca la necesidad de establecer criterios claros y consensuados para la identificación y documentación de lesiones en el ámbito del fútbol femenino. Estos esfuerzos pueden contribuir a mejorar la coherencia en la investigación, facilitando así la comparación y la comprensión más precisa de las tendencias lesionales en este contexto específico.

Si nos centramos en el tiempo de baja que generaron las lesiones producidas en cada temporada, no hemos encontrado diferencias significativas al 95% ($p=0,470$) entre temporadas de competición y días de baja. Tampoco hubo diferencias significativas al 95% ($p=0,616$) entre motivo de la lesión ni la posición de la jugadora. No encontramos interacción significativa al 95% ($p=0,544$) entre días de baja, categoría y motivo lesional. No hubo interacción significativa al 95% ($p=0,989$) entre días de baja, temporada y posición. No hayamos interacción significativa al 95% ($p=0,295$) entre días de baja, motivo y posición del jugador. No hubo interacción significativa al 95% ($p=0,987$) entre categoría, motivo lesional y posición del jugador en cuanto a días de baja.

Por tanto, podemos afirmar que, en nuestro estudio, el mecanismo lesional y la posición de la jugadora en el campo no influyen en los días de baja generados por la lesión.

En la distribución de las lesiones por región corporal, hemos observado que el miembro inferior fue la zona más afectada, registrándose 104 lesiones (85,9% del total). En comparación, el miembro superior presentó un número significativamente menor de lesiones con un total de 10 lesiones (8,3%). Las lesiones en la cabeza fueron menos frecuentes contabilizando 4 lesiones (3,3%) y en el tronco 3 lesiones (2,5%). Estos resultados coinciden con los datos otros estudios ^(27,28,29,30), confirmando que el miembro inferior es la región corporal más propensa a sufrir lesiones.

Focalizándonos en el miembro inferior, la porción anatómica con mayor frecuencia de lesiones fue el muslo (45 lesiones, representando el 43,2% del total). En segundo lugar, se encuentra la rodilla con 21 lesiones (20,2%), y en tercer lugar, el tobillo en el que se objetivaron 20 lesiones (19,2%). En la bibliografía consultada confirma estos hallazgos, ya que numerosos estudios ^(44,45,46) informan de resultados similares en cuanto a la distribución de las lesiones. Por tanto, sostenemos que en el fútbol profesional femenino las zonas más frecuentemente lesionadas son, por este orden, el muslo, la rodilla y el tobillo.

Las lesiones musculares se destacaron como el tipo de lesión más frecuente en nuestro estudio, con un total de 65 lesiones, representando el 53,7% del total, es decir, las lesiones musculares constituyeron más de la mitad del total del conjunto de las lesiones observadas. A continuación, se encuentran las lesiones articulares con un registro de 42 lesiones (34,7%). Significativamente menos frecuentes fueron las lesiones óseas y las contusiones, de las cuales se contabilizaron 7 de cada tipo.

Estos hallazgos están en consonancia con la literatura revisada, que destaca la lesión muscular, en sus diferentes tipos, como la más común en el fútbol femenino ^(17,18,19,20). Por tanto, en base a los datos obtenidos en nuestro estudio y al gran número de autores que informan de resultados similares creemos que la lesión muscular es la más habitual en el fútbol profesional femenino.

Dentro de las lesiones musculares, los isquiotibiales fueron los músculos donde más frecuentemente se localizaron las lesiones con un total de 31 lesiones (42,5%). En el tríceps sural se registraron 13 lesiones (17,8%) y en el cuádriceps 10 (13,7%).

Encontramos diversos estudios en la literatura que avalan nuestros resultados ^(13,14). Creemos que la mayor incidencia de lesiones en la musculatura posterior del muslo puede ser debida a factores extrínsecos, como las características del terreno de juego, dado que el fútbol se practica en superficies cambiantes por la climatología, la longitud de la hierba, el riego previo al partido, la longitud y la forma de los tacos o factores intrínsecos como un desequilibrio muscular con la musculatura extensora de rodilla. Por tanto, como afirman otros autores Fullet et al en sus estudios la musculatura más frecuentemente afectada en el fútbol es la musculatura isquiotibial.

Las lesiones articulares fueron las siguientes lesiones más prevalentes en nuestro estudio, con un total de 42 lesiones (34,7%). Hemos contrastado esta observación con números estudios de la literatura que identifican a las lesiones articulares como las segundas en número por detrás de las musculares^(16,17).

El ligamento lateral externo de tobillo y el ligamento lateral interno de la rodilla son las estructuras articulares que con mayor asiduidad se lesionan en el fútbol. Posiblemente esto se vea favorecido por factores intrínsecos como la biomecánica articular o extrínsecos como la superficie de juego, material deportivo utilizado o estilo de juego.

Al analizar las lesiones por rango de edad, observamos que el grupo que más lesiones sufrió fue el de 21 a 25 años. Estas jugadoras sufrieron 42 lesiones (34,7%). Las jugadoras con menos lesiones fueron los que pertenecían al grupo de mayores de 30 años, que padecieron 19 lesiones (15,7%). En la bibliografía consultada encontramos estudios que informan que el número de lesiones que sufre un jugador aumenta con la edad⁽⁸⁵⁾.

En relación con el tipo de lesión según la edad, se observó en nuestro estudio que las lesiones articulares son más frecuentes en jugadores menores de 25 años, mientras que a partir de los 26 años hay un aumento significativo de las lesiones musculares. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas que señalan que la lesión más común entre los 14 y los 25 años es la de tipo articular y que los jugadores de más de 25 años tienden a sufrir significativamente menos esguinces y más distensiones y roturas musculares^(83,83).

2. Comportamiento biomecánico en relación con las lesiones en tobillo y rodilla

Al estudiar el tipo de lesión en función de las características biomecánicas de las jugadoras durante la temporada 2019 se encuentran diferencias entre las jugadoras que sufrieron lesiones y aquellas que no. Al analizar el salto en el plano sagital, mediante las pruebas del protocolo de BTS en el salto funcional del deph jump, se observó un ángulo de tobillo en la pierna no dominante de las jugadoras lesionadas, indicando que en los movimientos de flexo-extensión hay una menor capacidad de absorción del impacto, aumentando el riesgo de lesiones. ¿Estos hallazgos coinciden con los resultados de los estudios de Daniel B Tail et al “What did ankle says to the Knee?”⁶³ quienes sugieren una relación entre la biomecánica del tobillo y el riesgo de lesiones.

En el plano frontal, se obtuvo un mayor ángulo de rodilla de la pierna no dominante de las jugadoras lesionadas, indicando un mayor rango articular y menor potencia de rodilla de la pierna no dominante, lo cual coincide con estudios como los de Hewett et al ⁽⁴⁾. Además, se observó un mayor ángulo de tobillo de la pierna dominante, para aquellas jugadoras que no se lesionaron, correlacionándose con una mayor capacidad para absorber el golpe de caída, según estudios como los de Kripston et al ⁽²⁸⁾.

Se han encontrado diferencias significativas en la asimetría del salto, que demuestran los datos entre las jugadoras que se lesionan en pierna no dominante vs las que se lesionan de pierna dominante. Así, en el plano sagital, el ángulo de rodilla es mayor en la pierna no dominante. Esto puede explicar la producción de una mayor flexión de la pierna de apoyo durante el golpe presentando dicha extremidad poca estabilidad y consecuentemente mayor riesgo de lesión. En el plano sagital el ángulo de tobillo es mayor en la pierna dominante, anatómicamente normal del golpeo con este pie. En plano frontal la potencia de tobillo es mayor en la pierna dominante en relación también con las características propias del golpeo de las piernas dominantes. Así refieren también como Niu et al, en la comparación del salto entre pierna dominante y no dominante, y su relación con el riesgo de lesiones ⁶⁴, o los estudios de Ang J et al en el estudio biomecánico de pruebas funcionales con salto monopodal de deportistas en pierna dominante y no dominante⁶⁶.

Durante la temporada 2020 se observaron también diferencias entre las jugadoras lesionadas y las no lesionadas. Tras realizar las pruebas del protocolo de BTS en el salto funcional del deph jump, y analizar el salto en el plano sagital, se encontró que la potencia de la rodilla dominante es menor en las jugadoras que se lesionan. Esto se correlaciona con resultados de otros autores que asocia menor potencia con menor movilidad y fuerza.
25, 26, 27.

En el plano frontal, se observó un menor momento de fuerza de la rodilla no dominante en las jugadoras que se lesionan, así como un menor momento de fuerza de la rodilla dominante y momentos de fuerza el ángulo del tobillo no dominante también. Como consecuencia de la poca movilidad y estabilidad, la potencia del tobillo no dominante fue menor en las futbolistas con lesión. Todo ello indica que un menor momento de fuerza está relacionada con una menor estabilidad, y la potencia de tobillo tiene que contrarrestar

la baja estabilidad articular. Además, esto apunta a un aumento de las lesiones durante esta temporada relacionada con el periodo de pandemia, y confinamiento al que se vieron sometidas las jugadoras, que provocó un desajuste de cargas de entrenamientos y competición durante esta temporada.

Entre las jugadoras no lesionadas, se encontraron diferencias significativas en la asimetría del salto entre la pierna no dominante y la pierna dominante, siendo el momento de fuerza de la rodilla mayor en la pierna dominante en el plano sagital.

Así mismo, se encontraron diferencias en la asimetría de jugadoras que se lesionan comparando la pierna no dominante con la dominante. En el plano sagital el ángulo de rodilla mayor en la pierna no dominante indicando una mayor inestabilidad en la pierna de apoyo no dominante¹⁷. En el ángulo de tobillo que es mayor en la pierna dominante, en el caso de la pierna dominante de golpeo, no generaría mayor inestabilidad durante las acciones propias del fútbol. Y en el plano frontal, en la potencia de tobillo, que es mayor en la pierna dominante, que no tendría que estar correlacionado con el aumento de lesiones, y sí con el consecuente aumento del ángulo de tobillo.

Durante la temporada 2021, se detectaron diferencias entre las jugadoras que se lesionaban a lo largo de la temporada y las que no. En el plano sagital, se observaron diferencias en el momento de fuerza de la rodilla no dominante, menor en las que se lesionan, como ocurría en la temporada 2019. Esto es consecuencia de una elasticidad de movimiento y mayor carga en el gesto de caída. La potencia de la rodilla dominante, en mayor en las que se lesionan, consecuencia de menor capacidad para la recepción de los saltos y necesidad de contrarrestar la estabilidad. En el ángulo de tobillo no dominante, que es menor en las jugadoras que se lesionan, un menor ángulo de tobillo está demostrado que genera mayor riesgo de lesión, tal y como se apreció en temporadas anteriores^{26,27}.

En el plano frontal, el ángulo del tobillo en la pierna no dominante es mayor en las futbolistas que se lesionan. El ángulo tobillo en pierna dominante, también mayor en las que se lesionan consecuencia de la inestabilidad del tobillo en este plano.^{25,26,27}

Existen también diferencias significativas en la asimetría de jugadoras que se lesionan comparando la pierna no dominante con la dominante en el plano sagital ángulo de tobillo.

Este es mayor ángulo en la pierna dominante, consecuencia del apoyo excesivo en estas futbolistas cuya pierna dominante no es aquella que apoyan durante el golpe.

CAPÍTULO VI:

CONCLUSIONES

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y analizados y, tras la discusión creemos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Respecto a la incidencia y características de las lesiones. Nuestros hallazgos revelaron que la incidencia lesional en el fútbol femenino de la Comunidad de Madrid en categoría profesional es de 5,5 lesiones cada 1000 horas de exposición, con variaciones significativas entre las temporadas analizadas. Las lesiones más comunes fueron de gravedad leve (50,4%) y afectaron principalmente a la musculatura isquiotibial y a las articulaciones del miembro inferior, con el muslo y la rodilla como las áreas más afectadas.
- Respecto a la distribución temporal de las lesiones. La mayor incidencia de lesiones se produjo durante los partidos, y no se encontraron diferencias estacionales significativas en las lesiones entre temporadas o pretemporadas.
- Respecto a la distribución según la posición en el campo. Las características de las lesiones variaban según la posición en el campo de las jugadoras. Encontramos que las delanteras experimentaban una mayor incidencia de lesiones en comparación con otras demarcaciones, lo que destaca la importancia de considerar la posición en el campo al abordar la prevención de lesiones en el fútbol femenino.
- Respecto al tiempo de recuperación. El tiempo de recuperación de las lesiones fue similar entre los años de competición, independientemente del mecanismo de lesión.

- Finalmente, respecto a las diferencias biomecánicas, se han encontrado diferencias significativas entre las jugadoras lesionadas y no lesionadas, especialmente en relación con los factores predictivos de lesiones de tobillo y rodilla:
 - En relación con el factor predictivo para las lesiones de tobillo se ha encontrado una disminución de la angulación en el plano sagital del tobillo de la pierna no dominante, y un aumento de la angulación en el plano frontal del tobillo, tanto en pierna no dominante como dominante, así como el aumento del pico de fuerza en el plano frontal del tobillo.
 - En relación con el factor predictivo para las lesiones de rodilla se ha encontrado un aumento del ángulo sagital en la pierna no dominante de rodilla y una disminución de la angulación en el plano frontal en la pierna no dominante, así como un aumento de la potencia en el plano frontal de la rodilla.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, Hamilton B, Garrett WE Jr, Pruna R, et al. Muscle injuries in sports: A new evidence-informed and expert consensus-based classification with clinical application. *Sports Med.* 2017;47(7):1241–53.
2. Senter, C., & Hame, S. L. (2006). Biomechanical analysis of tibial torque and knee flexion angle: Implications for understanding knee injury. *Sports Medicine*, 36(8), 635–641.
3. Morgan KD, Donnelly CJ, Reinbolt JA. Elevated gastrocnemius forces compensate for decreased hamstrings forces during the weight-acceptance phase of single-leg jump landing: implications for anterior cruciate ligament injury risk. *J Biomech.* 2014 Oct 17;47(13):3295-302.
4. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., Van Den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501.
5. Shalaj I, Gjaka M, Bachl N, Wessner B, Tschan H, Tishukaj F. Potential prognostic factors for hamstring muscle injury in elite male soccer players: A prospective study. *PLoS One* 2020;15(11): e0241127.
6. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):278–85.
7. Bates NA, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Kinetic and kinematic differences between first and second landings of a drop vertical jump task: implications for injury risk assessments. *Clin Biomech.* 2013;28(4):459–66.
8. Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., & Steadman, J. R. (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics*, 18(7), 662–669.
9. Panesso, María Claudia, María Constanza Trillos, and Ingrid Tolosa Guzmán. "Biomecánica clínica de la rodilla." *Editorial Universidad del Rosario* (2009).
10. Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodriguez, D., Montalvo, A. M., Kiefer, A. W., Lloyd, R. S., & Myer, G. D. (2016). Integrative Neuromuscular Training and Injury.

Prevention in Youth Athletes. Part I: Identifying Risk Factors. *Strength and Conditioning Journal*, 38(3), 36–48.

11. Pereira, M. T., Nanni, G., & Roi, G. S. (2003). Epidemiologia de las lesiones del ligamento cruzado anterior en el futbolista profesional. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 20(96), 299–303.

12. López M. Anatomía y función del pie [Internet]. Tufisio.net Blog de Fisioterapia. 2013 [citado el 25 de abril de 2022]

13. Lorente R. Plan de intervención fisioterápico propioceptivo en futbolistas profesionales con inestabilidad de rodilla tras rotura de ligamento cruzado posterior no quirúrgico: serie de 2 casos. Zaragoza: 2020.

14. Zatsiorsky V. *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention*. Vol. 9. Blackwell Science Ltd; 2008.

15. Brukner P, Clarsen B, Cook J, Cools A, Crossley K, Hutchinson M, et al. Ebook Brukner & Khan's clinical sports medicine: injuries, Volumen 1, 5e. Maidenhead, Inglaterra: McGraw-Hill Education; 2017.

16. Chaouachi A, Manzi V, Chaalali A, Wong DP, Chamari K, Castagna C. Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012;26(10):2667–76.

17. Morin J-B, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, Jiménez-Reyes P, Samozino P, et al. Sprint acceleration mechanics: The major role of hamstrings in horizontal force production. *Front Physiol* [Internet]. 2015; 6:404.

18. Wilczyński B, Zorena K, Ślęzak D. Dynamic knee Valgus in single-leg movement tasks. Potentially modifiable factors and exercise training options. A literature review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020;17(21):8208.

19. Cochrane JL, Lloyd DG, Butfield A, Seward H, McGivern J. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2007;10(2):96–104.

20. Niu W, Wang Y, He Y, Fan Y, Zhao Q. Kinematics, kinetics, and electromyogram of ankle during drop landing: a comparison between dominant and non-dominant limb. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2011;30(3):614–23.

21. Pappas E, Carpes FP. Lower extremity kinematic asymmetry in male and female athletes performing jump-landing tasks. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2012;15(1):87–92.

22. Wang J, Fu W. Asymmetry between the dominant and non-dominant legs in the lower limb biomechanics during single-leg landings in females. *Adv Mech Eng* [Internet]. 2019;11(5):168781401984979.
23. Bram JT, Magee LC, Mehta NN, Patel NM, Ganley TJ. Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2021 Jun;49(7):1962-1972.
24. Márquez Arabia, J. J., & Márquez Arabia, W. H. (2009). Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia*, 22(3), Pág. 256–271.
25. Renstrom, P., Ljungqvist, A., et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: An International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394–412.
26. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., Van Den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
27. Forriol, F., Maestro, A., & Martín, V. J. (2008). El Ligamento cruzado anterior: Morfología y función. *Trauma*, 19(SUPPL. 1), 7–18.
28. Boden, Barry & Dean, G & Feagin, Jr & Garrett, William. (2000). Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury. *Orthopedics*. 23. 573-8. 10.3928/0147-7447-20000601-15.
29. Beynnon, B. D., & Fleming, B. C. (1998). Anterior cruciate ligament strain in-vivo: A review of previous work. 31, 519–525.
30. Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: A systematic video analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 32(4), 1002–1012.
31. Zazulak, B. T., Ponce, P. L., Straub, S. J., Medvecky, M. J., Avedisian, L., & Hewett, T. E. (2005). Gender comparison of hip muscle activity during single-leg landing. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 35(5), 292–299.
32. Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., & Steadman, J. R. (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics*, 18(7), 662–669.
33. Weiss, K., & Whatman, C. (2015). Biomechanics Associated with Patellofemoral Pain and ACL Injuries in Sports. *Sports Medicine*, 45(9), 1325–1337.

34. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, W E Garrett Jr (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*.2000;23(6):573–8.
35. Dill, K. E., Begalle, R. L., Frank, B. S., Zinder, S. M., & Padua, D. A. (2014). Altered Knee and Ankle Kinematics During Squatting in Those With Limited Weight-Bearing–Lunge Ankle- Dorsiflexion Range of Motion. *49(6)*, 723–732.
36. Tait DB, Newman P, Ball NB, Spratford W. What did the ankle say to the knee? Estimating knee dynamics during landing - A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2022 Feb;25(2):183-191.
37. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med*. 2007 Aug;41 Suppl 1(Suppl 1):i47-51.
38. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, W E Garrett Jr. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*.2000;23(6):573–8.
39. Leppänen, M., Pasanen, K., Krosshaug, T., Kannus, P., Vasankari, T., Kujala, U. M., Bahr, R., Perttunen, J., & Parkkari, J. (2017). Sagittal Plane Hip, Knee, and Ankle Biomechanics and the Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury: A Prospective Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(12), 1–6.
40. Leppänen, M., Pasanen, K., Kujala, U. M., Vasankari, T., Kannus, P., Äyrämö, S., Krosshaug, T., Bahr, R., Avela, J., Perttunen, J., & Parkkari, J. (2017). Stiff Landings Are Associated with Increased ACL Injury Risk in Young Female Basketball and Floorball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 45(2), 386–393.
41. Krosshaug, T., Steffen, K., Kristianslund, E., Nilstad, A., Mok, K. M., Myklebust, G., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2016). The Vertical Drop Jump Is a Poor Screening Test for ACL Injuries in Female Elite Soccer and Handball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 44(4), 874–883.
42. Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 73–79.
43. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med*. 2007 Aug;41 Suppl 1(Suppl 1): i47-51.
44. Velázquez-Rueda ML, Martínez-Ávila JP, Pérez-Serna AG, Gómez-García F. Factores de riesgo y frecuencia de rerrupturas del ligamento cruzado anterior en adultos. *Acta ortop. mex [revista en la Internet]*. 2016 Abr [citado 2024 Ene 08] ; 30(2): 61-66.
45. Faude, O., Junge, A., Kindermann, W., & Dvorak, J. (2006). Risk factors for injuries in elite female soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), 785–790.

46. María Teresa. Gianni Nanni SG. Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in professional football players. *Archivos de medicina del deporte*. 20(96): 299-303.
47. Blanca Romero et al. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino. RICYDE. Revista Interacional de Ciencias del deporte. Volumen XIII. AÑO XIII 2017
48. Zahínos GS. Epidemiological study of the injuries, the processes of readaptation and prevention of the injury of anterior cruciate ligament in the professional football. *J Sport Health Res*. 2010; 2(2).
49. Manonelles P, Arguisuelas MD, Santiago R, Santomé F, Alvarez J, Larma A. Incidencia lesional en competición de atletismo de alto nivel de deportistas paralímpicos. XXII. 2005;(109):371-9.
50. Beynnon, B. D., & Fleming, B. C. (1998). Anterior cruciate ligament strain in-vivo: A review of previous work. 31, 519-525.
51. Granan, L. P., Bahr, R., Steindal, K., Furnes, O., & Engebretsen, L. (2008). Development of a national cruciate ligament surgery registry: The Norwegian National Knee Ligament Registry. *American Journal of Sports Medicine*, 36(2), 308-315.
52. Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: An International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394-412.
53. Brukner P, Clarsen B, Cook J, Cools A, Crossley K, Hutchinson M, et al. Ebook Brukner & Khan's clinical sports medicine: injuries, vol. 1. 5a ed. Maidenhead, Inglaterra: McGraw-Hill Education; 2017.
54. UEFA anual report champions league 2019-2020.
55. Lesiones deportivas frecuentes. *Acta pediatri costarric* [Internet]. 2003 [citado el 25 de abril de 2022];17(2):65-80.
56. Noya J, Sillero M. Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts Med l Esport* [Internet]. 2012;47(176):115-23.
57. Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., et al. (2006a). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scand J Med Sci Sports*, 16(2), 83-92.

58. Chaouachi A, Manzi V, Chaalali A, Wong DP, Chamari K, Castagna C. Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012;26(10):2667–76.
59. Shalaj I, Gjaka M, Bachl N, Wessner B, Tschann H, Tishukaj F. Potential prognostic factors for hamstring muscle injury in elite male soccer players: A prospective study. *PLoS One* [Internet]. 2020;15(11):e0241127.
60. Zatsiorsky V. *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention*. Vol. 9. Blackwell Science Ltd; 2008.
61. Brukner P, Clarsen B, Cook J, Cools A, Crossley K, Hutchinson M, et al. Ebook Brukner & Khan's clinical sports medicine: injuries, vol. 1. 5a ed. Maidenhead, Inglaterra: McGraw-Hill Education; 2017.
62. Morin J-B, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, Jiménez-Reyes P, Samozino P, et al. Sprint acceleration mechanics: The major role of hamstrings in horizontal force production. *Front Physiol* [Internet]. 2015;6:404.
63. Cochrane JL, Lloyd DG, Buttfield A, Seward H, McGivern J. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2007;10(2):96–104.
64. Niu W, Wang Y, He Y, Fan Y, Zhao Q. Kinematics, kinetics, and electromyogram of ankle during drop landing: a comparison between dominant and non-dominant limb. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2011;30(3):614–23.
65. Pappas E, Carpes FP. Lower extremity kinematic asymmetry in male and female athletes performing jump-landing tasks. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2012;15(1):87–92.
66. Ang J, Fu W. Asymmetry between the dominant and non-dominant legs in the lower limb biomechanics during single-leg landings in females. *Adv Mech Eng* [Internet]. 2019;11(5):168781401984979.
67. Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Franco-Márquez F, Yáñez-García JM, González-Badillo JJ. Traditional vs. Sport-specific vertical jump tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2017;31(1):196–206.
68. Comfort P, Stewart A, Bloom L, Clarkson B. Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2014;28(1):173–7.

69. Castelo J. (1999). Fútbol: estructura y dinámica de juego. Inde.
70. Chappell JD, Creighton RA, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. Kinematics and electromyography of landing preparation in vertical stop-jump: risks for noncontact anterior cruciate ligament injury: Risks for noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* [Internet]. 2007;35(2):235–41.
71. Beato M, Young D, Stiff A, Coratella G. Lower-limb muscle strength, anterior-posterior and inter-limb asymmetry in professional, elite academy and amateur soccer players. *J Hum Kinet* [Internet]. 2021;77(1):135–46.
72. Bahr R, Reeser JC, Fédération Internationale de Volleyball. Injuries among world-class professional beach volleyball players. The Fédération Internationale de Volleyball beach volleyball injury study: The Fédération Internationale de volleyball beach volleyball injury study. *Am J Sports Med* [Internet]. 2003;31(1):119–25.
73. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med* [Internet]. 2002;36(6):436–41; discussion 441.
74. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. *Br J Sports Med* [Internet]. 2003;37(3):233–8.
75. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med* [Internet]. 2004;38(1):36–41.
76. De Hoyo M, Naranjo-Orellana J, Carrasco L, Sañudo B, Jiménez-Barroca JJ, Domínguez-Cobo S. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. *Rev Andal Med Deport* [Internet]. 2013;6(1):30–7.
77. Gabbe BJ, Bennell KL, Finch CF, Wajswelner H, Orchard JW. Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2006;16(1):7–13.
78. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2013;21(1):41–50.
79. Shelbourne, K. D., Gray, T., & Haro, M. (2009). Incidence of Subsequent Injury to Either Knee Within 5 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autograft. 37(2), 246–251.

80. Laprade, R. F., & Burnett, Q. M. (1994). Femoral Intercondylar notch stenosis and correlation to ACL injury: a prpspective study. *American Journal of Sports Medicine*, 22, 198–203.
81. Dienst, M., Schneider, G., Altmeyer, K., Voelkering, K., Georg, T., Kramann, B., & Kohn, D. (2007). Correlation of intercondylar notch cross sections to the ACL size: A high resolution MR tomographic in vivo analysis. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 127(4), 253–260. <https://doi.org/10.1007/s00402-006-0177-7>
82. Gillies AR, Lieber RL. Structure and function of the skeletal muscle extracellular matrix: Skeletal Muscle ECM. *Muscle Nerve* [Internet]. 2011;44(3):318– 31.
83. Wilczyński B, Zorena K, Ślęzak D. Dynamic knee Valgus in single-leg movement tasks. Potentially modifiable factors and exercise training options. A literature review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020;17(21):8208.
84. CarlsonVR, Sheehan FT, Boden BP. Video analysis of anterior cruciate ligament (ACL) injuries: a systematic review. *JBJS Rev* 2016;4(11): e5.
85. Boden BP, Torg JS, Knowles SB et al. Video analysis of anterior cruciate ligament in- jury: abnormalities in hip and ankle kinematics. *Am J Sports Med* 2009;37(2):252-259.
86. Peel SA, Weinhandl JT. Task but not arm restriction influences lower extremity joint mechanics during bilateral landings. *Sports Biomech* 2019:1-17.
87. Petushek, E., & Krosshaug, T. (2016). Reliability of knee biomechanics during a vertical drop jump in elite female athletes. *Gait and Posture*, 46, 173–178.
88. Sayer TA, Hinman RS, Paterson KL et al. Effect of high and low-supportive footwear on female tri-planar knee moments during single limb landing. *J Foot Ankle Res* 2018;11
89. Lima YL, de Paula Lima PO, Bezerra MA et al. The association of ankle dorsiflexion range of motion and dynamic knee valgus: a systematic review with meta-analysis. *Phys Ther Sport* 2018;31:e4.
90. Anderson MJ, Browning III WM, Urband CE et al. A systematic summary of systematic reviews on the topic of the anterior cruciate ligament. *Orthop J Sports Med* 2016;4(3). 2325967116634074.
91. Andrew M W, Kristin H, Kevin M B et al. COVID-19 in US Youtn Soccer During Summer 2020 *Journal Athl Train* 2021 Jun 1;56(6).
92. Daniel L, Anzer G, Linston R et al. How the COVID 19 Pandemic has changed the game of Soccer. *Journal Sport Med* 2022 Jan (1):83-93.

93. Crossey KBPCA. Making football safer for women: a systematic review and meta-analysis of injury prevention programmes in 773 female football soccer players. *Journal Sports Medical*. 2020;; p. 1-5.

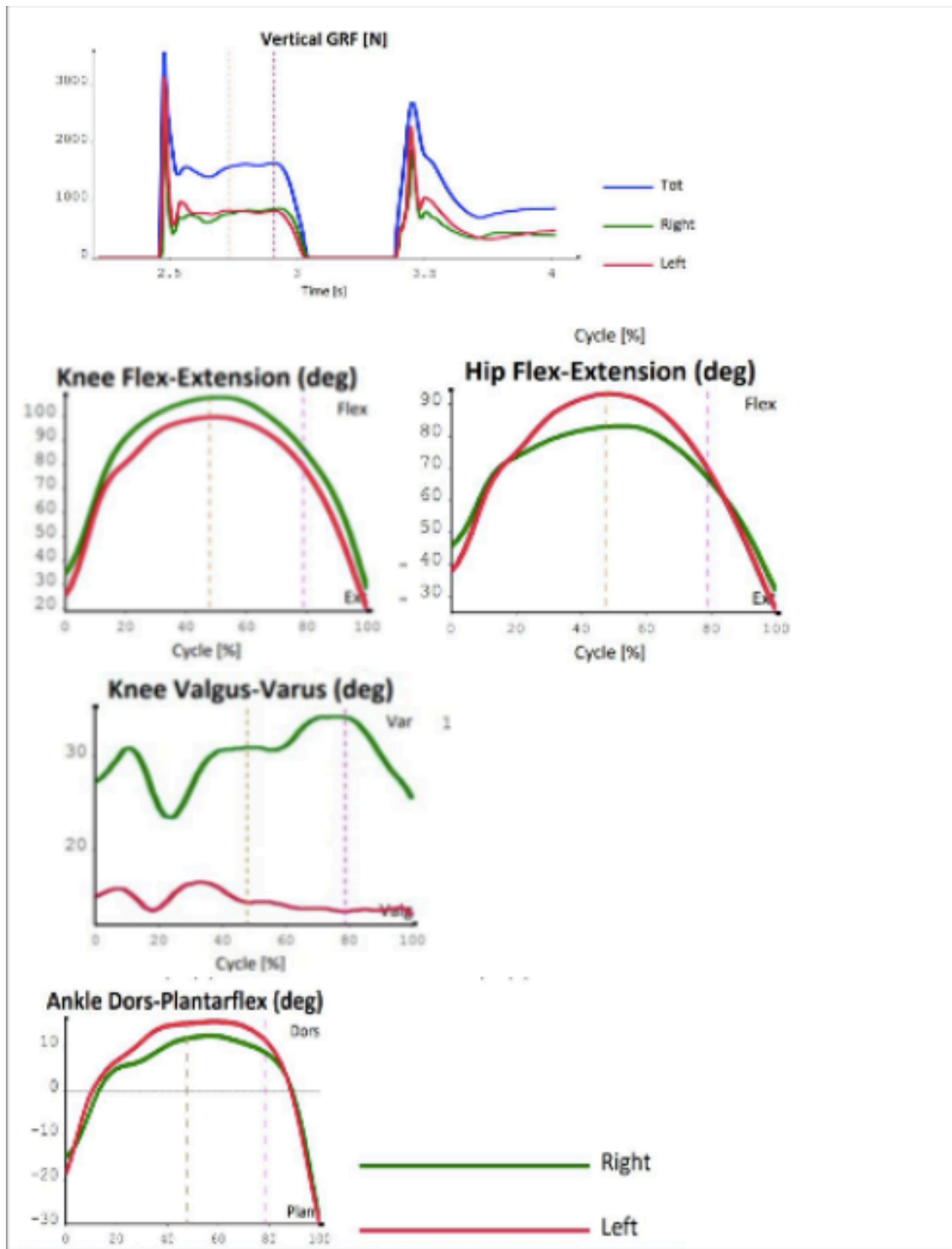
ANEXOS

Edad	Lateralidad	Demarcación	Horas entrenamiento	Horas juego	partidos jugados	media horas juego	nº lesiones	Lesion	Grupo muscular	Lesion	Grupo muscular	Zona afectada
23	1	mediocentro	21300	1283,8	25	51,4	1	1	1			J1 SBC isquiotibial derecho
29	1	mediocentro	22750	1731,9	26	66,6	2	2	2	1	9	J2 ROT isquiotibial izquierdo + SBC cuádriceps derecho
24	1	delantero	21500	30,0	1	30,0	1	1	8			J3 SBC triceps sural bilateral
22	1	delantero	18500	1809,6	24	75,4	1	1	8			J4 SBC triceps sural bilateral
28	2	defensa	8500	290,0	6	48,3	2	2	11	2	11	J5 ROT 1/3 proximal recto femoral
30	1	defensa	17300	349,0	6	58,2	2	1	2	2	11	J6 SBC isquiotibial izquierdo + ROT recto anterior en 2021
22	2	lateral	21500	1856,3	24	77,3	1	1	4			J7 SBC aductor izquierdo
28	2	defensa	21300	2053,2	23	89,3	1	1	4			J8 SBC aductor izquierdo
33	1	mediocentro	21500	1536,7	24	64,0	1	1	7			J9 SBC triceps sural izquierdo
27	1	portero	21500	930,0	10	93,0	2	1	8	1	5	J10 SBC triceps sural bilateral + SBC adductores
28	1	mediocentro	10300	1492,0	21	71,0	1	2	1			J11 ROT isquiotibial
21	1	defensa	18400	891,3	14	63,7	1	1	3			J12 SBC aductor derecho
22	2	lateral	6300	4,0	1	4,0	1	2		lesión articular rodilla		J13 Esguince grado III
28	1	mediocentro	22750	913,7	16	57,1	0	0	0	0	0	0
22	1	mediocentro	22750	1934,0	21	92,1	0	0	0	0	0	0
37	1	portero	22750	230,0	4	57,5	1	1	0	1		J16 lesión meniscal, sutura meniscal
25	2	lateral	21500	1732,0	20	86,6	3	2	2	2	2	J17 Lesión en origen de isquiotibial derecho
28	2	defensa	18400	1891,0	8	47,5	2	1	2	1	1	J18 Lesión meniscal isquiotibial
22	1	defensa	22750,00	2048,0	25	81,9	2	1	3	1	3	J19 aductor derecho
24	1	mediocentro	22750	2030,0	23	88,3	1	1	11	1	11	J20 sobrecarga recto anterior
29	1	delantero	22750	1667,0	22	75,8	2	1	1	1	2	J21 SOBRECARGA ISQUOTIBIAL
31	1	delantero	22750	881,0	15	58,7	2	1	10	1	10	0 Rotura del recto anterior de la pierna izquierda
33	1	lateral	16530	887,0	14	63,4	1	2	0	0	0	J23 Fractura clavícula
28	1	delantero	22750	1075,0	20	53,8						
21	1	delantero	22750	267,0	5	53,4	0	0	0	0	0	0
18	1	defensa	10300	1375,0	19	72,4	0	0	0	0	0	0
19	1	portero	10300	0,0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
18	1	mediocentro	10300	965,0	13	74,2	0	0	0	0	0	0
18	1	mediocentro	10300	676,0	17	39,8	1	1	3	0	0	0
18	2	lateral	10300	1160,0	19	61,1	0	0	0	0	0	0
19	1	lateral	10300	1179,0	19	72,6	2	1	1	1	1	1
18	1	mediocentro	10300	1119,0	20	56,0	0	0	0	0	0	0
18	1	defensa	10300	1469,0	20	73,5	0	0	0	0	0	0
27	1	portero	20150	990,0	19	52,1	0	0	0	0	0	0
20	1	delantero	18350	49,0	6	8,2	0	0	0	0	0	0
28	1	defensa	22750	1125,0	17	66,2	0	0	0	0	0	0
28	1	defensa	10310	1407,0	18	78,2	0	0	0	0	0	0
22	1	lateral	18350	54,0	5	10,8	0	0	0	0	0	0
30	1	mediocentro	10350	1832,0	23	79,7	1	1	1	1	1	1
18	1	defensa	10350	604,0	20	30,2	0	0	0	0	0	0
19	1	defensa	10350	810,0	9	90,0	1	1	1	1	1	1
28	1	mediocentro	18350	1023,0	20	51,2	0	0	0	0	0	0
30	1	delantero	18300	1809,0	22	82,0	0	0	0	0	0	0
31	1	mediocentro	22750	1749,0	22	79,5	0	0	0	0	0	0
31	1	mediocentro	18350	1803,0	23	78,4	2	0	0	0	0	0
31	1	defensa	10300	703,0	8	87,9	0	0	0	0	0	0
31	1	lateral	18350	1860,0	22	84,5	2	1	1	3	3	3
31	1	delantero	22750	2030,0	25	81,2	0	0	0	0	0	0
31	1	mediocentro	10300	1211,0	21	57,7	0	0	0	0	0	0

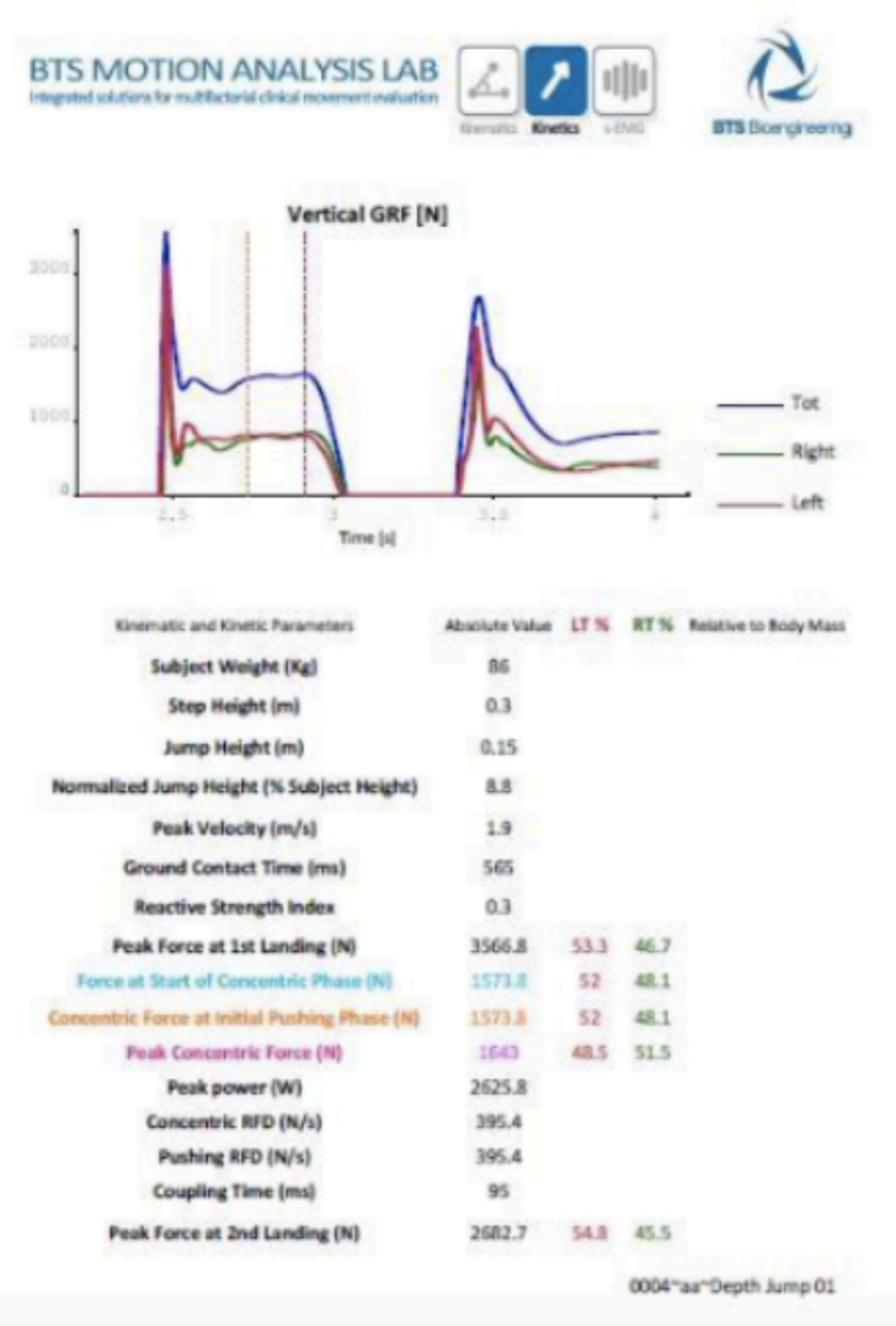
Anexo 1. Disposición de minutos de competición, entrenamientos y lesiones durante la temporada 2019.

Edad	Lateralidad	Demarcación	Horas entrenamiento	Horas juego	partidos jugados	media horas juego	nº lesiones	Lesion	Grupo muscular	Lesion	Grupo muscular	Zona afectada	
J1	23	1	mediocentro	21300	1283,8	25	51,4	1	1			J1 SBC isquiotibial derecho	
J2	29	1	mediocentro	22750	1731,9	26	66,6	2	2	2	1	9	J2 ROT isquiotibial izquierdo + SBC cuádriceps derecho
J3	24	1	delantero	21500	30,0	1	30,0	1	1	8		J3 SBC triceps sural bilateral	
J4	22	1	delantero	18500	1809,6	24	75,4	1	1	8		J4 SBC triceps sural bilateral	
J5	28	2	defensa	8500	290,0	6	48,3	2	2	11	2	11	J5 ROT 1/3 proximal recto femoral
J6	30	1	defensa	17300	349,0	6	58,2	2	1	2	2	11	J6 SBC isquiotibial izquierdo + ROT recto anterior
J7	22	2	lateral	21500	1856,3	24	77,3	1	1	4			J7 SBC aductor izquierdo
J8	28	2	defensa	21300	2053,2	23	89,3	1	1	4			J8 SBC aductor izquierdo
J9	33	1	mediocentro	21500	1536,7	24	64,0	1	1	7			J9 SBC triceps sural izquierdo
J10	27	1	portero	21500	930,0	10	93,0	2	1	8	1	5	J10 SBC triceps sural bilateral + SBC adductores
J11	28	1	mediocentro	10300	1492,0	21	71,0	1	2	1			J11 ROT isquiotibial
J12	21	1	defensa	18400	891,3	14	63,7	1	1	3			J12 SBC aductor derecho
J13	19	2	defensa	6300	4,0	1	4,0	1	2				J13 Esguince grado III
J14	28	1	mediocentro	22750	913,7	16	57,1	0	0	0	0	0	0
J15	22	1	mediocentro	22750	1934,0	21	92,1	0	0	0	0	0	0
J16	37	1	portero	22750	230,0	4	57,5	1	1	0	1		J16 lesión meniscal, sutura meniscal
J17	25	2	lateral	21500	1732,0	20	86,6	3	2	2	2	2	J17 Lesión en origen de isquiotibial derecho
J18	28	2	defensa	18400	1891,0	8	47,5	2	1	2	1	1	J18 Lesión meniscal isquiotibial
J19	22	1	defensa	22750,00	2048,0	25	81,9	2	1	3	1	3	J19 aductor derecho
J20	24	1	mediocentro	22750	2030,0	23	88,3	1	1	11	1	11	J20 sobrecarga recto anterior
J21	29	1	delantero	22750	1667,0	22	75,8	2	1	1	1	2	J21 SOBRECARGA ISQUOTIBIAL
J22	31	1	delantero	22750	881,0	15	58,7	2	1	10	1	10	J22 sobrecarga recto anterior, sobrecarga triceps sural
J23	33	1	lateral	16530	887,0	14	63,4	1	2	0	0	0	J23 Fractura clavícula
J24	29	1	delantero	22750	1075,0	20	53,8						J24 Tumor cerebral
J25	22	1	delantero	1230	330	0	0	0	0	1	1	0	J25 sobrecarga isquiotibial
J26	19	1	defensa	16532	1170	20	0	0	1	1	1	0	J26 sobrecarga isquiotibial izquierdo
J27	20	1	portero	16532	1211	22	1	2	2	0	0	0	J27 lesión de tobillo izquierdo
J28	19	1	mediocentro	16532	630	18	0	0	0	0	0	0	J28 SIN LESIONES
J29	19	1	mediocentro	16532	679	17	0	0	0	0	0	0	J29 lesión de tobillo
J30	19	2	lateral	16532	1116	19	0	0	0	0	0	0	J30 sin lesiones
J31	20	1	lateral	16532	1379	18	0	0	0	0	0	0	J31 esguinces de repetición
J32	19	1	mediocentro	16532	1119	21	0	0	0	0	0	0	J32 sin lesiones
J33	19	1	defensa	16532	1469	22	1	0	0	0	0	0	J33 esguinces de repetición
J34	28	1	portero	18350	1936	24	0	0	0	0	0	0	J34 esguinces de repetición
J35	21	1	delantero	18350	68	4	0	0	0	0	0	0	J35 esguinces de repetición
J36	29	1	defensa	18350	1230	18	0	0	0	0	0	0	J36 SIN LESIONES
J37	29	1	defensa	18350	1836	22	0	0	0	0	0	0	J37 sin lesiones
J38	23	1	defensa	18350	870	12	0	0	0	0	0	0	J38 lesiones isquiotibiales
J39	31	1	mediocentro	20350	1732	21	2	1	2	1	2	1	J39 sin lesiones
J40	18	1	defensa	12350	314	6	0	0	0	0	0	0	J40 pericarditis
J41	20	1	defensa	641	0	0	0	0	0	0	0	0	J41 pericarditis
J42	31	1	mediocentro	18300	1803,0	22	82,0	0	0	0	0	0	J42 lesión articular rodilla
J43	32	1	mediocentro	18150	1230	17	0	0	0	2	2	3	J43 lesión articular de rodilla e isquiotibial
J44	30	1	mediocentro	1120	324	6	0	0	2	2	2	2	J44 lesión articular de rodilla e isquiotibial
J45	30	1	defensa	10300	703,0	8	0	0	0	0	0	0	J45 lesión articular de rodilla e isquiotibial
J46	31	1	lateral	18350	1860,0	22	84,5	2	1	1	3	3	J46 sobrecarga aductor derecho
J47	31	1	delantero	22750	2030,0	25	81,2	0	0	0	0	0	J47 sobrecarga aductor derecho
J48	31	1	mediocentro	10300	1211,0	21	57,7	0	0	0	0	0	J48 sobrecarga aductor derecho

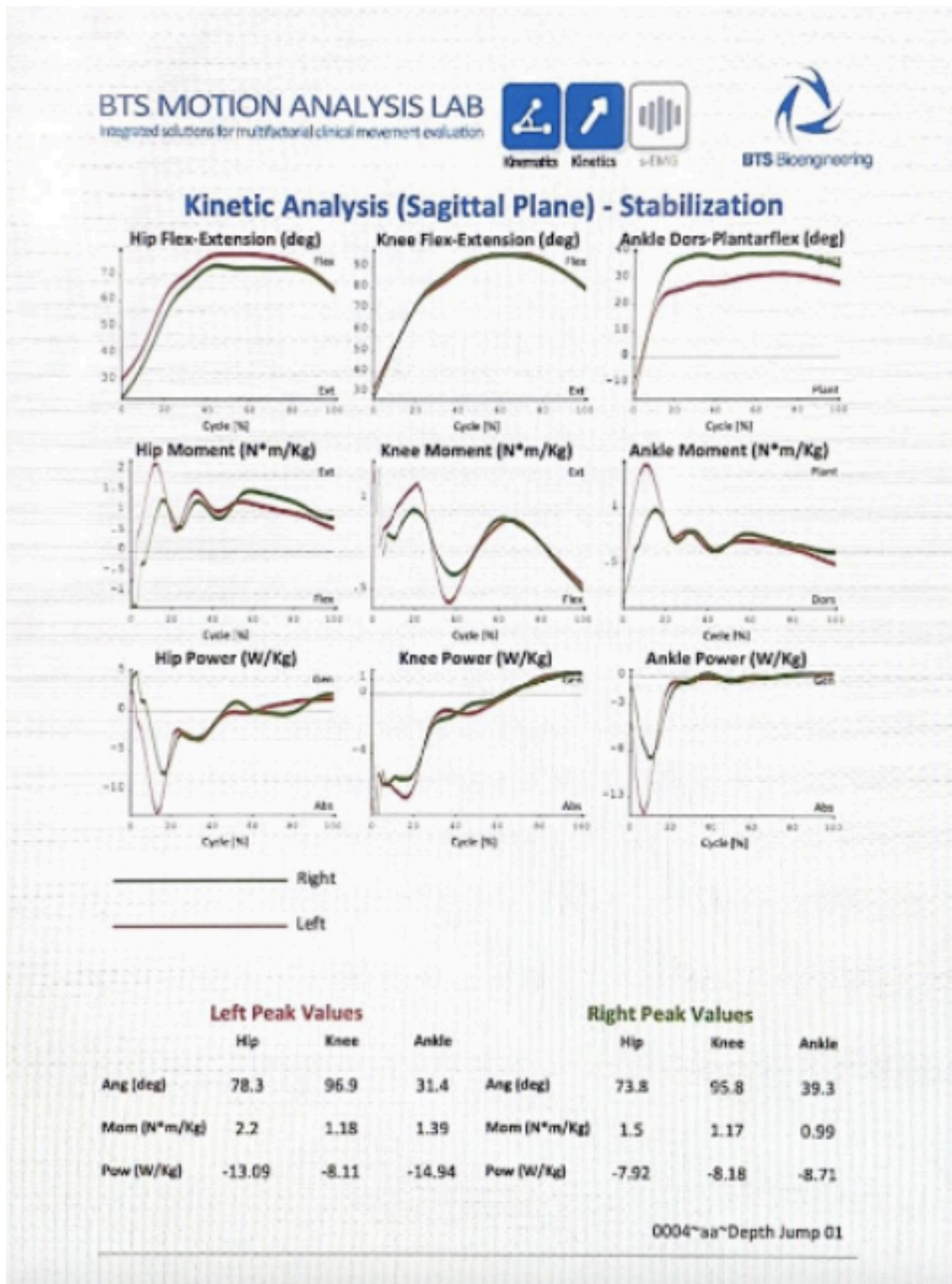
Anexo 2. Disposición de minutos de competición, entrenamientos y lesiones durante la temporada 2020.



Anexo 4. Representación gráfica de los movimientos articulares de rodilla y tobillo durante el ejercicio funcional de depth jump para pierna derecha e izquierda.



Anexo 4. Representación numérica de los valores arrojados por el software de BTS, que sirvieron para el análisis de los saltos deph jump.



Anexo 5, representación gráfica y numérica de los datos analizados en las 47 jugadoras que realizaron el ejercicio funcional de deph jump.



Figura extraída del catálogo BTS Sport LAB. Representación de la sala de salto.

- 1) Cámara BTS SMART DX: cámaras de vídeo infrarrojas, estas siguen los distintos marcadores.
- 2) Cámara de vídeo: visualizan en tiempo real los movimientos del sujeto.
- 3) Plataforma de fuerza, registran la fuerza de reacción al suelo (GRF), calculan también momentos y potencias de articulaciones.
- 4) Aplicación del software: BTS SMART- Performance analiza todos los movimientos del sujeto
- 5) Ordenadores: reciben e integran toda la información recibida por los demás elementos.
- 6) Monitor de plasma: permite visualizar todos los pasos. Información extraída del catálogo BTS Sport LAB.