



# VNiVERSIDAD D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**TESIS DOCTORAL**

**PROGRAMA DE DOCTORADO DE SALUD, DISCAPACIDAD, DEPENDENCIA Y BIENESTAR**

## **EPIDEMIOLOGÍA DE LAS LESIONES EN DEPORTES COLECTIVOS FEMENINOS Y SU RELACIÓN CON EL CICLO MENSTRUAL**

**PRESENTADA POR:**

**PABLO GARCÍA ALONSO**

**DIRIGIDA POR:**

**DR. CARLOS MORENO PASCUAL**

**DR. VICENTE RODRÍGUEZ PÉREZ**

**Salamanca, 2024.**



Me gustaría expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que me han ayudado y han contribuido a la elaboración y finalización de esta tesis doctoral.

En primer lugar, quisiera agradecer a mis directores de tesis, Dr. Carlos Moreno Pascual y Dr. Vicente Rodríguez Pérez, por su guía, orientación y apoyo para que esta tesis haya sido posible. Agradecerles su confianza y disponibilidad para ayudarme, no sólo con esta tesis, sino con todo lo que necesito.

Gracias a Raquel Romo por su desinteresada ayuda en todo el apartado de estadística y análisis de datos, que ha enriquecido enormemente el contenido y que ha facilitado que se hayan obtenido resultados muy interesantes. Siempre con una sonrisa y un trato exquisito. También agradecerle todo lo que haces por el baloncesto femenino de esta ciudad, una de mis grandes pasiones.

Gracias al Dr. Javier Mateos por todo el tiempo dedicado, por su paciencia para explicarme la estadística y por todos los consejos aportados para que este estudio fuera correcto.

En segundo lugar, agradecer a todos los responsables de las parcelas médicas de los diferentes equipos que han participado en este estudio. Os agradezco el haber dedicado tanto tiempo a seguir las instrucciones, a rellenar los datos y a gestionar todo lo necesario para poder ser parte de esta investigación. Gracias. Sin vosotros no se podría haber realizado el estudio.

Gracias a todas las deportistas que han aceptado su participación en el trabajo, con el fin de mejorar y dar a conocer el deporte femenino.

En tercer lugar, agradecer a todas las mujeres deportistas su valor, su entrega y su sacrificio. A las que fueron pioneras, a las que están consiguiendo los primeros éxitos y a todas esas niñas que serán grandes deportistas, gracias. Deseo que, entre todos, con estudios como éste, seamos capaces de aportar más conocimiento a las distintas áreas del deporte femenino.

Me gustaría agradecer también a todos los profesores que me han acompañado en este camino, en el grado de Fisioterapia, en el de CAFYD, y en las distintas formaciones postgrado. Gracias a vosotros he tenido la ilusión de seguir aprendiendo y estudiando, hasta llegar a realizar esta tesis.

Por último, gracias a toda mi familia por ser mi constante apoyo.

Gracias a mis padres, por ser el mejor ejemplo en el que mirarme y por haber hecho todo lo posible por hacerme feliz. Nunca os podré estar lo suficientemente agradecido.

Gracias a mi hermana, por todo lo que me ha cuidado y querido siempre.

Gracias a mis abuelas, por acompañarme y animarme a lo largo de todo este camino.

Gracias a Daniela y Guille, por ser la mayor fuente de alegría que se puede tener y por, sin saberlo, siempre darme la fuerza para seguir adelante.

Gracias a Ana, por ser la mejor compañera de vida, por acompañarme en cada paso que doy y por todo lo que estamos creciendo juntos.

Sin todos vosotros esto no hubiera sido posible.

Muchas gracias.

Pablo

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Epidemiología	1
1.2. Lesión deportiva	3
1.3. El deporte femenino	20
1.4. Hormonas, anticonceptivos y lesiones	44
1.5. Problemas de la mujer deportista	61
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>76</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>77</b>
3.1. Diseño	77
3.2. Sujetos	77
3.3. Consideraciones éticas	78
3.4. Recogida de información	78
3.5. Análisis de datos	82
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>83</b>
4.1. Incidencia lesional en deportes de equipo	83
4.2. Frecuencia lesional	85
4.3. Lesiones según el deporte	85
4.4. Lesiones por regiones anatómicas	86
4.5. Gravedad de las lesiones	87
4.6. Media de días de baja en cada deporte	87
4.7. Dominancia lateral y lesión	88
4.8. Mecanismos lesionales	90
4.9. Tipo de lesión	96
4.10. Diagnósticos específicos	101
4.11. Momento lesional	102
4.12. Lesiones en fútbol	105
4.13. Lesiones en baloncesto	107
4.14. Lesiones en balonmano	110

4.15. Lesiones en fútbol sala	112
4.16. Lesiones en rugby	115
4.17. Lesiones y ciclo menstrual	117
4.18. Anticonceptivos y lesiones	126
4.19. Lesiones en deportistas con ciclo menstrual regular según la toma de anticonceptivos	130
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>134</b>
5.1. Incidencia lesional en deportes de equipo	134
5.2. Dominancia lateral y lesión	136
5.3. Mecanismos lesionales en deportes de equipo	138
5.4. Lesiones en fútbol	140
5.5. Lesiones en baloncesto	143
5.6. Lesiones en balonmano	146
5.7. Lesiones en fútbol sala	150
5.8. Lesiones en rugby	152
5.9. Lesiones según el tipo de ciclo menstrual	154
5.10. Momento lesional en el ciclo menstrual regular	156
5.11. Anticonceptivos y lesiones	158
5.12. Lesiones específicas	161
<b>6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO</b>	<b>166</b>
<b>7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>167</b>
<b>8. APLICACIONES PRÁCTICAS</b>	<b>169</b>
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>171</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>173</b>
<b>11. ANEXOS</b>	<b>197</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Comparativa de licencias federadas y deportistas de alto nivel entre hombres y mujeres.	22
<i>Tabla 2.</i> Variaciones del ciclo menstrual entre mujeres.	44
<i>Tabla 3.</i> Número de equipos y jugadoras participantes en función del deporte.	83
<i>Tabla 4.</i> Número de participantes, de lesiones y porcentaje del total de lesionados en función del deporte.	85
<i>Tabla 5.</i> Lesiones en función de la región anatómica.	86
<i>Tabla 6.</i> Lesiones en función de la gravedad.	87
<i>Tabla 7.</i> Media de días de baja en cada deporte.	87
<i>Tabla 8.</i> Dominancia del lado de la lesión en función del tejido lesionado.	89
<i>Tabla 9.</i> Porcentaje de lesiones producidas por traumatismo según el tejido lesionado.	91
<i>Tabla 10.</i> Porcentaje de lesiones producidas de forma crónica según el tejido lesionado.	91
<i>Tabla 11.</i> Porcentaje de lesiones producidas en la recepción tras salto según el tejido lesionado.	92
<i>Tabla 12.</i> Porcentaje de lesiones producidas en el cambio de dirección según el tejido lesionado.	92
<i>Tabla 13.</i> Porcentaje de lesiones producidas en el esprint según el tejido lesionado.	92
<i>Tabla 14.</i> Porcentaje de lesiones producidas en el lanzamiento según el tejido lesionado.	93
<i>Tabla 15.</i> Porcentaje de lesiones producidas por otro mecanismo lesional según el tejido lesionado.	93
<i>Tabla 16.</i> Gravedad de las lesiones en función del mecanismo lesional.	94
<i>Tabla 17.</i> Dominancia del lado de la lesión en función del mecanismo lesional.	94

<i>Tabla 18.</i> Mecanismos lesionales y media de días de baja que provocan.	95
<i>Tabla 19.</i> Número y porcentaje de lesiones de cada tejido.	96
<i>Tabla 20.</i> Porcentaje de lesiones en función de la gravedad y el tejido	97
<i>Tabla 21.</i> Días de baja en función del tejido lesionado.	98
<i>Tabla 22.</i> Número y porcentaje de casos de diagnósticos específicos.	101
<i>Tabla 23.</i> Lesiones producidas en entrenamiento técnico en los equipos.	104
<i>Tabla 24.</i> Lesiones producidas en partidos en los equipos.	104
<i>Tabla 25.</i> Lesiones en fútbol según gravedad.	105
<i>Tabla 26.</i> Mecanismos lesionales en fútbol y media de días de baja que provocan.	106
<i>Tabla 27.</i> Diagnósticos específicos en fútbol	107
<i>Tabla 28.</i> Lesiones en baloncesto según gravedad.	107
<i>Tabla 29.</i> Mecanismos lesionales en baloncesto y media de días de baja que provocan	108
<i>Tabla 30.</i> Diagnósticos específicos en baloncesto.	109
<i>Tabla 31.</i> Lesiones en balonmano según gravedad.	110
<i>Tabla 32.</i> Mecanismos lesionales en balonmano y media de días de baja que provocan	111
<i>Tabla 33.</i> Diagnósticos específicos en balonmano.	112
<i>Tabla 34.</i> Lesiones en fútbol sala según gravedad.	112
<i>Tabla 35.</i> Mecanismos lesionales en fútbol sala y media de días de baja que provocan.	113
<i>Tabla 36.</i> Diagnósticos específicos en fútbol sala.	114
<i>Tabla 37.</i> Lesiones en rugby según gravedad.	115
<i>Tabla 38.</i> Mecanismos lesionales en rugby y media de días de baja que provocan.	115
<i>Tabla 39.</i> Diagnósticos específicos en rugby.	116
<i>Tabla 40.</i> Lesiones distribuidas en función de la duración del ciclo menstrual.	117

<i>Tabla 41.</i> Días de baja en función del tipo de ciclo.	118
<i>Tabla 42.</i> Días de baja según el ciclo menstrual y el deporte.	119
<i>Tabla 43.</i> Días de baja según la duración del ciclo menstrual y el tipo de lesión.	120
<i>Tabla 44.</i> Gravedad de las lesiones en función de la duración del ciclo menstrual.	120
<i>Tabla 45.</i> Mecanismo lesional en jugadoras con ausencia de ciclo.	123
<i>Tabla 46.</i> Mecanismo lesional en jugadoras con ciclo menstrual de entre 0-21 días.	123
<i>Tabla 47.</i> Mecanismo lesional en jugadoras con ciclo menstrual de entre 21-35 días.	124
<i>Tabla 48.</i> Mecanismo lesional en jugadoras con ciclo menstrual mayor a 35 días.	124
<i>Tabla 49.</i> Fase del ciclo en la que se producen las lesiones.	124
<i>Tabla 50.</i> Fase del ciclo en la que se producen las lesiones según el tejido lesionado.	125
<i>Tabla 51.</i> Fase del ciclo en la que se lesionan los diferentes tejidos.	126
<i>Tabla 52.</i> Lesiones en cada deporte en función de la toma o no de anticonceptivos.	127
<i>Tabla 53.</i> Lesiones según la duración del ciclo menstrual y la toma de anticonceptivos.	127
<i>Tabla 54.</i> Lesiones según el tejido lesionado y la toma de anticonceptivos.	128
<i>Tabla 55.</i> Días de baja en función de la toma de anticonceptivos.	129
<i>Tabla 56.</i> Momento lesional en jugadoras que no toman anticonceptivos.	129
<i>Tabla 57.</i> Momento lesional en jugadoras que toman anticonceptivos.	130
<i>Tabla 58.</i> Momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que no toman anticonceptivos.	130
<i>Tabla 59.</i> Momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que sí toman anticonceptivos.	131
<i>Tabla 60.</i> Días de baja en función del momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que no toman anticonceptivos.	131
<i>Tabla 61.</i> Días de baja en función del momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que sí toman anticonceptivos.	132

<i>Tabla 62.</i> Momento en que se lesiona el LCA en jugadoras con ciclo menstrual regular.	132
<i>Tabla 63.</i> Momento en que se produce esguince de tobillo en jugadoras con ciclo menstrual regular.	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Impacto de las lesiones músculo – esqueléticas en la NBA	5
<i>Figura 2.</i> Impacto económico y deportivo ocasionado por las lesiones evitables en la NBA	5
<i>Figura 3.</i> Propuesta de factores que predisponen al deportista a sufrir una lesión	6
<i>Figura 4.</i> Modelo general de intervención ante las lesiones deportivas	7
<i>Figura 5.</i> Factores de riesgo para la lesión del deportista	8
<i>Figura 6.</i> Factores necesarios para la aparición de la lesión	9
<i>Figura 7.</i> Carga de entrenamiento y su relación con el riesgo de lesión	19
<i>Figura 8.</i> Expulsión de una deportista de la maratón de Boston de 1967 por ser mujer	21
<i>Figura 9.</i> La selección española femenina de baloncesto proclamándose campeona del Eurobasket	25
<i>Figura 10.</i> Récord absoluto de asistencia a un partido de fútbol femenino	26
<i>Figura 11.</i> Jugadora de la Liga Femenina Endesa vendando el tobillo a una rival debido a la ausencia de personal sanitario	27
<i>Figura 12.</i> Eje hipotálamo- adenohipófisis- ovario	29
<i>Figura 13.</i> Consecuencias de la baja disponibilidad de energía en el eje hipotalámico- pituitario- gonadal	39

<i>Figura 14.</i> Fluctuaciones hormonales durante un ciclo menstrual normal (a), tomando ACO con estrógeno y progesterona (b) y los años antes y después de la menopausia (c)	46
<i>Figura 15.</i> Diferencias en los niveles circulantes de testosterona entre mujeres (rango normal), mujeres con síndrome de ovario poliquístico y hombres	49
<i>Figura 16.</i> Fluctuación a lo largo del ciclo menstrual de la relaxina, en comparación con el estrógeno y la progesterona	51
<i>Figura 17.</i> La deportista Carolina Marín tras romperse el LCA	61
<i>Figura 18.</i> Atletas compitiendo embarazada	67
<i>Figura 19.</i> Clasificación de niveles de disponibilidad energética y factores de riesgo de LEA	71
<i>Figura 20.</i> Sistemas del organismo afectados por la baja disponibilidad de energía	72
<i>Figura 21.</i> Diagrama de flujo	78
<i>Figura 22.</i> Relación entre los estrógenos y la ruptura del LCA en un ciclo menstrual estándar	162

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfico 1.</i> Número de deportistas femeninas internacionales en los JJOO.	23
<i>Gráfico 2.</i> Número de deportistas españolas en los JJOO.	24
<i>Gráfico 3.</i> Medallas conseguidas por las deportistas españolas en los JJOO.	24
<i>Gráfico 4.</i> Incidencia lesional en deportistas de equipo.	83
<i>Gráfico 5.</i> Porcentaje de jugadoras lesionadas y no lesionadas en cada deporte	84

<i>Gráfico 6.</i> Frecuencia lesional de las jugadoras lesionadas.	85
<i>Gráfico 7.</i> Distribución de las lesiones en función del deporte.	86
<i>Gráfico 8.</i> Media de días de baja por lesión según el deporte.	88
<i>Gráfico 9.</i> Dominancia del lado de la lesión.	88
<i>Gráfico 10.</i> Lesiones por cada mecanismo lesional.	90
<i>Gráfico 11.</i> Media de días de baja en función del mecanismo lesional.	95
<i>Gráfico 12.</i> Porcentaje de lesiones en función del tejido lesionado.	96
<i>Gráfico 13.</i> Media de días de baja en función del tejido lesionado.	98
<i>Gráfico 14.</i> Porcentaje de lesiones en cada momento lesional.	103
<i>Gráfico 15.</i> Porcentaje de lesiones en fútbol según el tejido lesionado.	106
<i>Gráfico 16.</i> Porcentaje de lesiones en baloncesto según el tejido lesionado.	108
<i>Gráfico 17.</i> Porcentaje de lesiones en balonmano según el tejido lesionado.	111
<i>Gráfico 18.</i> Porcentaje de lesiones en fútbol sala según el tejido lesionado.	113
<i>Gráfico 19.</i> Porcentaje de lesiones en rugby según el tejido lesionado.	116
<i>Gráfico 20.</i> Lesiones según la duración del ciclo menstrual.	117
<i>Gráfico 21.</i> Días de baja en función de la duración del ciclo menstrual.	118
<i>Gráfico 22.</i> Tejido lesionado en jugadoras con ausencia de ciclo menstrual.	121
<i>Gráfico 23.</i> Tejido lesionado en jugadoras ciclo menstrual de 0 a 21 días.	121
<i>Gráfico 24.</i> Tejido lesionado en jugadoras con ciclo menstrual de 21 a 35 días.	122
<i>Gráfico 25.</i> Tejido lesionado en jugadoras con ciclo menstrual más largo de 35 días.	122
<i>Gráfico 26.</i> Lesionadas que toman o no anticonceptivos.	126

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1:</i> Hoja de información	197
<i>Anexo 2:</i> Consentimiento informado por escrito	198

## **ABREVIATURAS**

**ACO:** anticonceptivos orales

**ACTH:** hormona adrenocorticotrópica

**CM:** ciclo menstrual

**EA:** disponibilidad de energía

**FIFA:** federación internacional de asociaciones de fútbol

**FSH:** hormona folículo-estimulante

**GH:** hormona del crecimiento

**GLP-1:** péptido similar al glucagón

**GnRH:** hormona liberadora de gonadotropinas

**JJOO:** juegos olímpicos

**LCA:** ligamento cruzado anterior

**LEA:** baja disponibilidad de energía

**LH:** hormona luteinizante

**LLE:** ligamento lateral externo

**LLI:** ligamento lateral interno

**P1CP:** propéptido de procolágeno tipo 1

**PYY:** péptido YY

**RED-S:** síndrome de déficit de energía relativa en el deporte

**T3:** triyodotironina

**VO<sub>2</sub> Máx:** consumo máximo de oxígeno



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. EPIDEMIOLOGÍA

Se define la epidemiología como la ciencia encargada de estudiar la distribución y los factores que determinan las distintas tasas de enfermedades, lesiones u otro tipo de problemas médicos en la población humana con el fin de identificarlos y establecer medidas que sirvan para disminuir o prevenir su desarrollo y propagación. Sus dos principales objetivos son analizar tanto la distribución como la frecuencia de las condiciones de salud en la sociedad humana y descubrir los factores que influyen en la aparición de estas condiciones (1).

Por tanto, la epidemiología tiene como objetivo definir los factores de riesgo o las causas que incrementan la posibilidad de sufrir una patología para poder actuar sobre ellas, disminuyendo el efecto negativo que puedan tener sobre la salud (1).

Es de vital importancia en el ámbito de la salud, ya que desarrolla un conocimiento que se puede y se debe utilizar para mejorar las condiciones de salud y el comportamiento social ante este tipo de problemas. Durante los últimos años, al aplicar los datos epidemiológicos, se han obtenido numerosos beneficios en el mundo sanitario ante distintas patologías (2–4).

Dentro del ámbito deportivo, la principal función de la epidemiología ha sido establecer cuáles son las principales lesiones de cada deporte y qué factores son los que contribuyen a la aparición de éstas.

Independientemente del nivel deportivo que se practique, desde alto rendimiento hasta un nivel únicamente recreativo, no debemos considerar que la actividad física está exenta de ciertos riesgos. Aunque son muchos los beneficios que aporta la práctica deportiva sobre la salud, también existen factores adversos resultantes de dicha actividad. El más común es el de la aparición de lesiones. Estas provocan molestias en el deportista y conllevan unas consecuencias negativas a distintos niveles: rendimiento, económico, psicológico... e incluso pueden llegar a generar una discapacidad a largo plazo, alterando las capacidades corporales (5).

En cualquier deporte y nivel deportivo el descubrimiento de nuevos datos e información sobre las lesiones, en especial las que conllevan largos períodos de baja en los deportistas, suponen un replanteamiento sobre la preparación física, la atención médica y la manera de mejorar la optimización del rendimiento. La epidemiología deportiva cuantifica la aparición de lesiones (*cuánto*), sobre *quién* aparece la lesión, *dónde* y *cuándo* se produce y *qué* consecuencias conlleva (epidemiología descriptiva). Así se pretende entender el *por qué* y *cómo* se ha producido la lesión (epidemiología analítica), para poder realizar estrategias de control y de prevención (6).

Está sobradamente justificado el intentar conocer cuáles son las lesiones que nos encontramos en cada deporte y los factores que contribuyen a que se produzcan. Aunque es imposible evitar totalmente la presencia de lesiones, se deben establecer todas las estrategias de prevención posibles para disminuir su incidencia. Como consecuencia, la epidemiología y la prevención siempre van unidas, ya que ninguna tiene sentido sin la otra.

Tradicionalmente se han aplicado los conocimientos adquiridos tras investigaciones en hombres tanto para deportistas masculinos como para femeninas, en los últimos años, con el incremento de la participación en el deporte por parte de las mujeres, ha surgido la necesidad de evaluar la epidemiología lesional en el deporte femenino y no dar por hecho que las lesiones y los factores son los mismos que en el género masculino.

La importancia de este trabajo reside en intentar conocer los factores de riesgo y las lesiones más predominantes en los deportes de equipo femeninos para poder establecer programas preventivos de acuerdo a las necesidades. Para ello conviene primero conocer a la mujer deportista, qué se entiende por lesión deportiva y cuáles son los factores de riesgo que influyen.

## 1.2. LESIÓN DEPORTIVA

### 1.2.1. Las lesiones en el deporte: concepto

La lesión deportiva es definida como se una alteración en las estructuras implicadas en la realización de la actividad física y que supone una limitación, alteración o disminución de la práctica deportiva por parte del deportista que la sufre (7).

Resulta fundamental entender que la lesión es una consecuencia provocada por la interacción de distintos factores relacionados entre sí y que influyen en su proceso, así como en su prevención y recuperación. Es decir, las lesiones deportivas son multifactoriales y el éxito a la hora de abordarlas vendrá del control de aquellas variables sobre las que sí se puede influir (7).

Una de las dificultades que se encuentran a la hora de definir las lesiones deportivas es determinar si la lesión provoca ausencia a entrenamientos y/o competición y qué cantidad de tiempo hay que perderse de entrenamientos, o si por el contrario solo precisa de asistencia médica y no provoca ninguna ausencia.

Son numerosos los factores que provocan una limitación a la hora de investigar sobre las lesiones, su naturaleza y su incidencia. Algunos de ellos son: la inconsistencia al definir la lesión, el gran número de evaluadores y la falta de registro del tiempo jugado y de los mecanismos de lesión. Como consecuencia, existe mucha controversia y una gran variabilidad de los resultados en los estudios científicos de este ámbito. Por estas razones fue necesario establecer un consenso firmado por autores de prestigio (8) sobre las lesiones en el fútbol se determinó lesión como:

«Cualquier queja-molestia física padecida por un jugador que resulta de un partido o un entrenamiento, independientemente de la necesidad de atención médica o pérdida de tiempo de actividades deportivas».

De esta manera, si el jugador requiere atención médica se nombrará como *lesión con atención médica*, y cuando la lesión no permite al deportista participar o completar la futura sesión de entrenamiento o competición se denominará *lesión con tiempo de ausencia (time loss)* (8).

### 1.2.2. Lesión deportiva como limitante de rendimiento deportivo

Las lesiones son la principal causa de que el deportista no pueda rendir a su máximo potencial y por tanto que no pueda entrenar ni competir a su mejor nivel. Son numerosas las consecuencias negativas que conlleva una lesión: económicas, de rendimiento, psicológicas...e incluso, en los peores casos, puede afectar a la continuidad o no en el deporte en cuestión. Los programas de entrenamiento, básicos para que el deportista logre el rendimiento en la competición, pueden ser alterados por las lesiones, habituales en todos los deportes, y que obligan a interrumpir el proceso de preparación al deportista.

El entrenamiento deportivo es considerado como el proceso continuo que tiene como objetivo desarrollar óptimamente las cualidades, tanto físicas, técnicas, tácticas y psíquicas del deportista para optimizar su rendimiento deportivo. Debe ser sistemático y planificado y provocará adaptaciones morfofuncionales conseguidas a través de óptimas cargas funcionales (9). La presencia de lesiones es la principal causa de interrupción de este proceso, por lo que las consecuencias a nivel de rendimiento son evidentes.

En un estudio realizado sobre los jugadores de la NBA (10) se calculó como cada equipo perdía una media de 14,2 M \$ por temporada como consecuencia de las lesiones. De esta cantidad, la pérdida de 9,0 M \$ se debían a lesiones potencialmente evitables (*Figuras 1 y 2*). A nivel de rendimiento, la consecuencia que tenían estas lesiones evitables era que el equipo hubiera ganado seis partidos más que cuando las lesiones se producen. Con esas seis victorias más las posibilidades de jugar los playoffs o mejorar la posición en la clasificación aumentaban drásticamente.

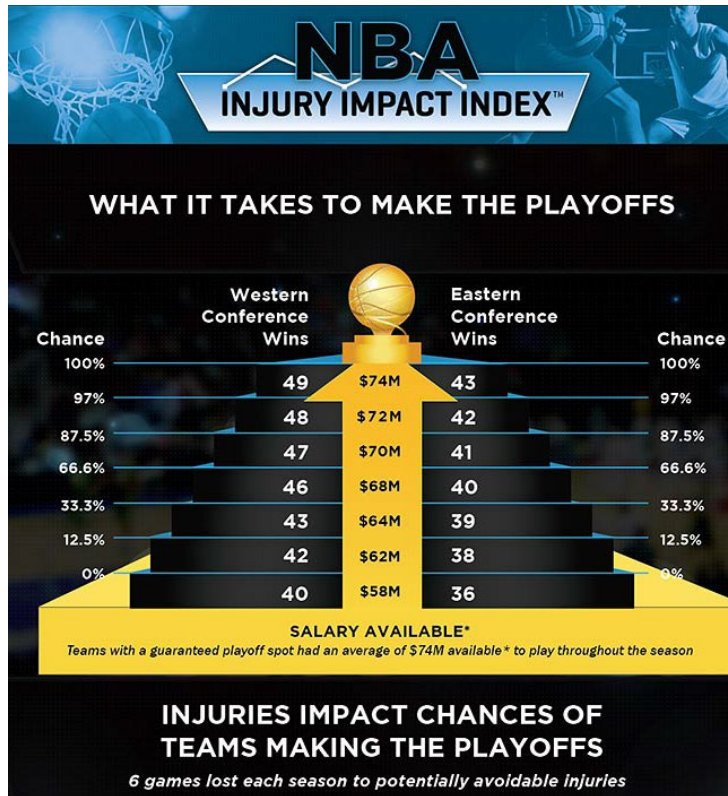


Figura 1. Impacto de las lesiones músculo – esqueléticas en la NBA. Tomado de: Lewis M. It's a Hard-Knock Life: Game Load, Fatigue, and Injury Risk in the National Basketball Association. J Athl Train [Internet]. 2018; 53(5): 503-9.

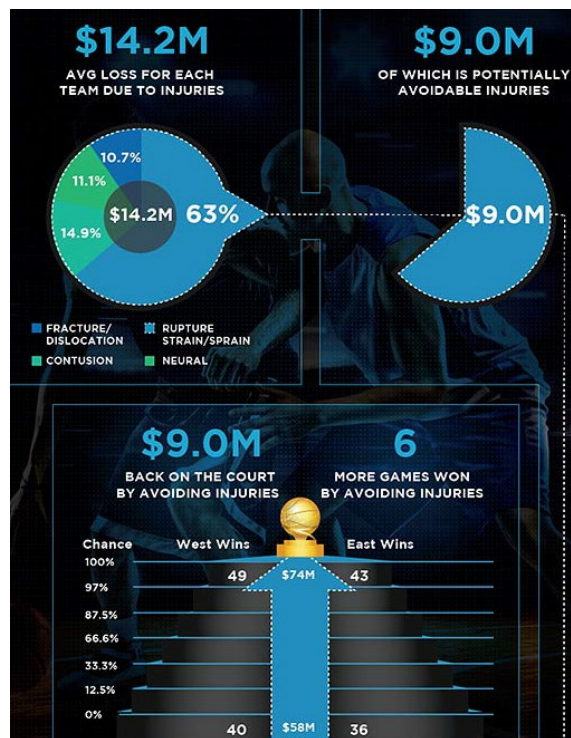


Figura 2. Impacto económico y deportivo ocasionado por las lesiones evitables en la NBA. Tomado de: Lewis M. It's a Hard-Knock Life: Game Load, Fatigue, and Injury Risk in the National Basketball Association. J Athl Train [Internet]. 2018; 53(5): 503-9.

En un estudio similar sobre la liga de fútbol profesional en Inglaterra (11) se comprobó como las lesiones habían supuesto un coste durante una temporada de 221 M de libras. A nivel de rendimiento, las consecuencias se observaron en la clasificación, donde los equipos más afectados por las lesiones tuvieron peor rendimiento.

Durante los últimos años, en Estados Unidos se han cuantificado las pérdidas económicas que han supuesto las lesiones en el deporte profesional. En la liga de béisbol (MLB) han sido 700 millones de dólares los gastados en salarios de jugadores lesionados, en la liga de fútbol americano (NFL) más de 450 millones y en la NBA 350 millones. Más allá del aspecto económico, la principal consecuencia se observa en el ámbito deportivo, puesto que, a mayor número de lesiones, menor probabilidad de éxito (12).

### 1.2.3. Factores que influyen en la aparición de la lesión

Existe una gran complejidad al abarcar cuales son las causas de las lesiones deportivas y los procesos consecuentes. Por ello se han sugerido diversos modelos en los que se trata la interacción de los distintos factores y que realizan un enfoque multifactorial para tener un mayor entendimiento de la causalidad, el tratamiento y la prevención de las lesiones deportivas.

Meeuwisse (13) propone una serie de factores intrínsecos que predisponen al deportista a sufrir la lesión, a factores extrínsecos que lo hacen susceptible y a eventos desencadenantes que aparecen en el momento de la lesión (Figura 3) (13).

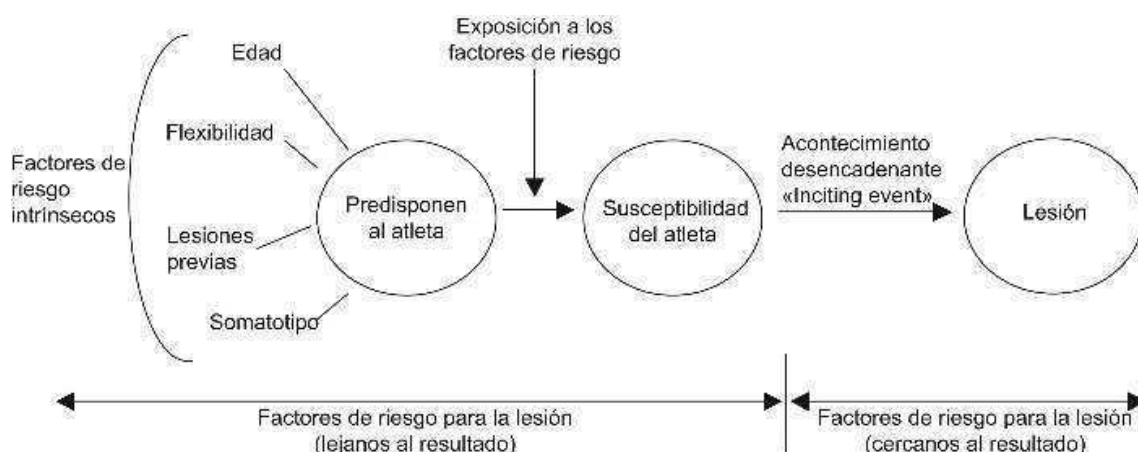
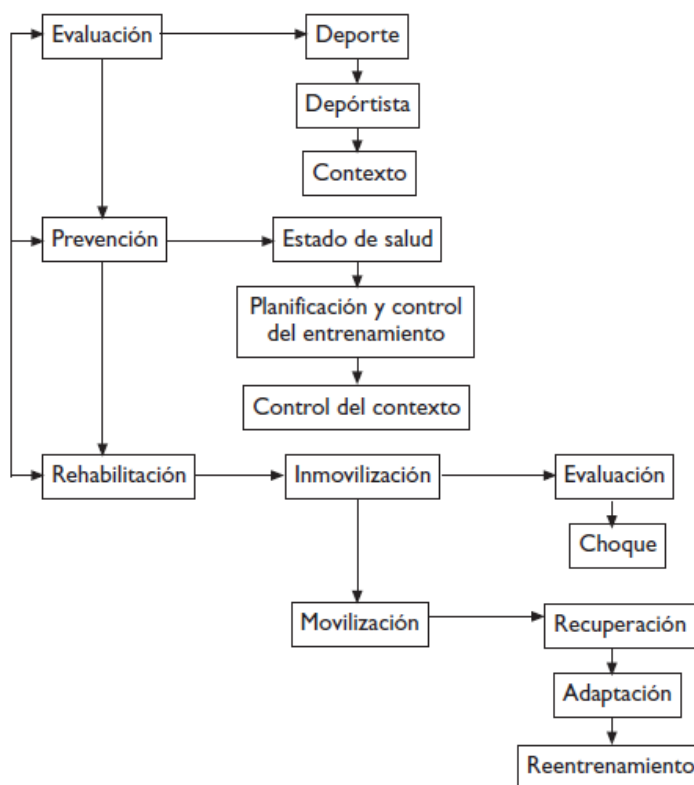


Figura 3. Propuesta de factores que predisponen al deportista a sufrir una lesión. Tomado de: Cos F, Cos MÁ, Buenaventura L, Pruna R, Ekstrand J. Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. Apunts Med l'Esport. 2010; 45(166): 95-102.

McIntosh (14) sugiere un modelo de perspectiva biomecánica de manera que la lesión es la consecuencia de una transferencia de energía al tejido, ya que el entrenamiento provoca adaptaciones en las propiedades mecánicas tisulares como son la fuerza máxima, la rigidez (relación tensión-deformación) y el estrés crítico, incrementando el aguante de los tejidos del cuerpo ante cargas físicas. Relaciona la lesión con el comportamiento durante la actividad física, las características y habilidades individuales y del deporte y la indumentaria.

Por otro lado, Casais (15) sugiere un modelo de intervención general (*Figura 4*) ante una lesión deportiva, analizando el deporte, el deportista y el contexto en el que se desarrolla, y proponiendo programas preventivos sobre los factores que favorecen la aparición de la lesión, así como un trabajo sistematizado para cuando esta ocurra. Casais defiende que así se asegura que la lesión se recupere completamente.



*Figura 4.* Modelo general de intervención ante las lesiones deportivas. Tomado de: Martínez LC. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. Apunts Mede l’Esport. 1 de enero de 2008; 43(157): 30-40.

Lo que parece claro es que para que se produzca una lesión son muchos los factores que interactúan. Se han realizado diferentes clasificaciones de estos factores. Tradicionalmente se han dividido en intrínsecos y en extrínsecos (*Figura 5*), aunque otras clasificaciones aseguran que se requiere la presencia de un acontecimiento desencadenante para que la lesión se produzca (*Figura 6*). Aceña (16) también remarca la importancia de conocer cuál es el mecanismo lesional y de identificar el cuándo, dónde y cómo se producen las lesiones. De esta manera se podrán realizar programas de prevención lo más cercanos posibles a la realidad del contexto lesional y los programas de readaptación pueden incidir en los mecanismos lesionales que originan la lesión, dando lugar a unos niveles de especificidad del entrenamiento muy cercanos a la competición.



*Figura 5.* Factores de riesgo para la lesión del deportista. Tomado de: Martínez LC. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. Apunts Mede l'Esport. 1 de enero de 2008; 43(157): 30-40.



Figura 6. Factores necesarios para la aparición de la lesión. Tomado de: Prieto-Andreu J. Ágora para la EF y el deporte. Universidad de Valladolid. 2016; 18(2): 184- 198.

Al ser las lesiones el resultado de la interacción de muchos factores, existen algunas que no son del todo evitables. Sin embargo, controlando aquellos factores modificables, se puede disminuir el riesgo de aparición de la lesión (prevención) y se puede conseguir una mejor recuperación funcional en caso de que aparezca el daño. Esta es la gran preocupación en el apartado de la medicina deportiva y por ello resulta tan importante conocer e intentar controlar la mayoría de los factores que influyen en ellas. Se debe entender que es lo que se necesita para poder crear un programa que abarque lo predecible y lo impredecible que se pueden encontrar en el deporte.

Para exponer algunos de los numerosos factores que influyen en la lesión, en este estudio se van a dividir en intrínsecos y extrínsecos. Se entiende por factores intrínsecos aquellos relacionados con las características del deportista. A su vez se pueden dividir en no modificables (no se pueden cambiar, pero se deben de tener en cuenta a la hora de abordar el trabajo con el deportista) y en modificables (sí se puede intervenir sobre ellos).

Los factores de riesgo extrínsecos son los relacionados con el entorno, el ambiente y con factores externos al deportista, pero que pueden facilitar la aparición de la lesión. También se pueden dividir en modificables y no modificables (18).

Los factores intrínsecos actuando de manera aislada pocas veces son suficientes para provocar una lesión. Es la combinación e interacción de los dos tipos de factores de riesgo los que predisponen al deportista a lesionarse (17). Hay que entender al deportista como un “todo” y no como la suma de sus partes.

#### 1.2.4. Factores de riesgo intrínsecos no modificables

**Género:** la diferencia de género se ha observado como un factor predisponente a determinadas lesiones. El hecho de que el número de practicantes de deporte haya sido a lo largo de la historia mayoritariamente masculino ha provocado que la gran mayoría de investigaciones y metodologías aceptadas hayan sido sobre ellos y se hayan aplicado de la misma forma a las mujeres. Conociendo las grandes diferencias que existen entre ambos géneros, es fundamental establecer formas de trabajo y de prevención individualizadas para el género femenino. Especialmente llamativo es el caso de las lesiones de rodilla y sobre todo las lesiones de ligamento cruzado anterior, que han llegado a producirse hasta 7 veces más en entrenamientos y 5 veces más en partidos con respecto a los hombres en jugadoras de baloncesto (19). De igual manera, Powell y Barber-Foss (20) encontraron que en fútbol y baloncesto esta lesión era mucho más frecuente en mujeres. La mayoría de ellas se produjeron sin contacto y estuvieron asociadas a las características propias del deporte como los rápidos cambios de dirección, la desaceleración en carrera y continuos saltos y aterrizajes. En un estudio (21) donde se analizaron 10 temporadas de 10 deportes, las lesiones en el género femenino fueron mucho más frecuentes en todos los deportes, menos en voleibol, comparados con respecto a los chicos. El fútbol y el baloncesto fueron los deportes donde la incidencia lesional era mayor. Las lesiones más habituales en las mujeres fueron las lesiones ligamentosas, tanto de tobillo como de rodilla. En cuanto a gravedad, las lesiones eran más severas en las chicas que en los chicos.

**Edad:** se trata de un factor que puede influir en el tipo y en el número de lesiones; ya sea por factores como el crecimiento y lesiones asociadas a él o por el efecto indirecto de la exposición y el desgaste. Por tanto, se observan distintas lesiones en distintas franjas de edad, pero existe controversia sobre si los deportistas jóvenes o los adultos se lesionan más a nivel profesional. Parece ser que los futbolistas mayores de 29 años tienen mayor riesgo de sufrir una lesión muscular de la cadena posterior comparado con aquellos más jóvenes. En deportistas amateur, las lesiones son mayores al aumentar la edad. Esto se asocia a un mayor déficit de condición física, peor calidad de los tejidos y por tanto, menor tolerancia de los tejidos para soportar las cargas exigidas. Parece lógico por tanto adaptar el entrenamiento, sus cargas y estímulos a las diferentes edades (17).

**Genética:** la predisposición genética a sufrir una lesión es un área de estudio cada vez más frecuente. Se ha demostrado como existen diferentes genes específicos que pueden influir en la aparición de cada tipo de lesión (22,23). Por ejemplo, el gen AMPD1 está relacionado con una mayor necesidad de descanso tras la actividad deportiva para poder rendir mejor y lesionarse menos. Esto no implica que se deba utilizar como indicador de rendimiento el que el deportista presente algunos genotipos más susceptibles de lesión, sino que podemos tener en cuenta un pequeño panel genético de cada jugador que sirva para determinar las estrategias de recuperación y rehabilitación e individualizar el entrenamiento y el trabajo de prevención (22).

**Raza:** en un estudio realizado por Woods *et al.* (24) se determinó como los deportistas de raza negra presentaron un incremento significativo de lesión. Se necesitan más estudios y más evidencias sobre este factor de riesgo.

**Altura:** la relación entre las medidas antropométricas y las lesiones deportivas varía en función del deporte realizado y del biotipo demandado para practicarlo.

**Aspectos anatómicos:** un mal alineamiento anatómico, ya sea por deformidades fijas o dinámicas, supone un estrés y va a ser el desencadenante de una serie de compensaciones de nuestro cuerpo para poder realizar el movimiento correctamente, compensando el déficit que presente el deportista (25). Por ejemplo, con respecto a las lesiones de LCA en mujeres deportistas, existen una serie de factores anatómicos no modificables que favorecen la aparición de esta lesión. Son: mayor ángulo Q, presencia de valgo de rodilla de manera estática, genu recurvatum, pie pronador y la estructura del ligamento cruzado en la mujer, el cual es de menor longitud, con menor sección transversal que el del hombre y presenta menores fibras de colágeno (26).

**Lesión previa e inadecuada rehabilitación:** algunos autores defienden que entre el 20 y el 25 % de las lesiones producidas son recaídas de lesiones anteriores. Se considera un factor trascendental de riesgo para sufrir una nueva lesión. Se ha sugerido que los futbolistas que presentaban una lesión previa tienen 2,6 veces más de probabilidades de lesionarse que aquellos que no la han sufrido. Tras una lesión se producen descompensaciones, desequilibrios, pérdidas de fuerza y de potencia durante mucho tiempo. Estas alteraciones son mayores si la rehabilitación no ha sido la adecuada. Por ello es importante establecer de forma rutinaria programas individualizados de entrenamiento para volver a la competición tras la lesión. También es fundamental la

observación de patrones funcionales anormales producidos como consecuencia de la lesión e intervenir sobre ellos, reduciendo el riesgo de recurrencia. En relación con ello, se recomienda realizar una evaluación diagnóstica de los jugadores al inicio de la temporada, para adecuar los programas preventivos a las más prevalentes de cada deporte y a aquellas que ya ha sufrido el deportista (27).

#### 1.2.5. Factores de riesgo intrínsecos modificables

**Peso corporal e índice de masa corporal:** deportistas con sobrepeso requieren una mayor cantidad de energía a la hora de hacer los movimientos, por lo que son menos eficientes. El exceso de grasa provoca un aumento exponencial de la carga y fuerzas a las que se ven sometidas las estructuras corporales, habiendo un mayor riesgo de lesión muscular y articular (18).

**Factores nutricionales:** se han relacionado déficits nutricionales y trastornos alimentarios con la aparición de las lesiones en deportistas. Junto a la nutrición resulta fundamental una correcta hidratación. Durante el ejercicio se produce una deshidratación progresiva que el deportista debe compensar con la ingesta de suficiente líquido como para reponer las pérdidas. Si esto no se produce, existirá una disminución del rendimiento y un mayor riesgo de lesión debido a los numerosos cambios fisiológicos que se producen como consecuencia de la deshidratación. Por ello resulta fundamental elaborar estrategias individualizadas que mantengan al deportista en un correcto estado de hidratación (25).

**Aspectos psicológicos:** La presencia de estrés, depresión, ansiedad o exceso de preocupación han demostrado favorecer la aparición de la lesión en los deportistas. La evidencia sugiere que una evaluación del estado psicológico del deportista puede ayudar a disminuir la cantidad de lesiones (28). Ivarsson *et al* (29) coinciden en que hasta un 7% de las lesiones pueden explicarse por factores psicológicos y psicosociales, y demuestran como protocolos de prevención en este sentido son eficaces. Timpka *et al.* (30) relacionaron los niveles de ansiedad y estrés con las lesiones durante los meses previos a un mundial de atletismo. Comprobaron como los que presentaron estos síntomas tuvieron entre 3 y 5 veces más probabilidad de lesionarse que aquellos que no los tuvieron.

Gouttebarga *et al.* (31) demostraron en futbolistas la relación entre las lesiones músculo-esqueléticas a lo largo de sus carreras con un estado de estrés, de ansiedad y de alteraciones de sueño. También se ha comprobado cómo, incluso a nivel amateur, en los

meses después de sufrir una lesión aparecen síntomas relacionados con una mayor ansiedad y depresión, que dificultan un óptimo proceso de recuperación (32).

**Estilo de vida y hábitos saludables:** el consumo de tabaco, alcohol y de fármacos predisponen a la aparición de lesiones en el deportista. La falta de sueño también es un aspecto fundamental para el aprendizaje de tareas motrices y para la recuperación de la fatiga, por lo tanto, también para la aparición de lesiones (25). El sueño es un determinante clave tanto en el rendimiento como en la salud del deportista. Se debe alentar a los atletas a dormir más horas que la población general, unas 9-10 horas, ya que son grandes las demandas de recuperación provocadas por la actividad física. Educar al deportista en una correcta rutina del sueño va a servir para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones. Es importante presentar tanto una correcta cantidad de sueño, como una buena calidad de éste (33). Dormir de manera efectiva es fundamental para preparar y recuperar al deportista, así como para disminuir el riesgo de lesiones y de enfermedades. Sin embargo, es frecuente que los deportistas de élite presenten en épocas de alta carga de entrenamientos o competitiva síntomas de insomnio, fragmentación del sueño, sueño no recuperador y exceso de fatiga y sueño durante el día (34). Esto presenta una serie de consecuencias importantes a distintos niveles sobre el deportista. A nivel de rendimiento, pérdidas de sueño están relacionadas con disminución de velocidad, de resistencia y de precisión. Los niveles de glucógeno también descienden en aquellos deportistas con problemas de sueño, afectando por tanto al rendimiento y a la recuperación muscular, ya que hay menos energía disponible para recuperar el daño muscular y para realizar la contracción. También afecta en el plano cognitivo, disminuyendo la capacidad de prestar atención, de aprendizaje y la función ejecutiva. Fisiológicamente, el sueño participa en la restauración de la capacidad inmune, de la recuperación muscular y de cartílago después de haber hecho ejercicio intenso. Se ha comprobado como hormonalmente los problemas de sueño provocan irregularidades en las fluctuaciones circadianas de hormonas catabólicas como el cortisol y en hormonas anabólicas como la testosterona y la hormona del crecimiento. Por último, se ha demostrado una relación entre el sueño y el IMC, muy importante para los deportistas. Déficits de sueño están relacionados con cambios hormonales en hormonas relacionadas con el hambre y la saciedad, explicando así algunos patrones alimentarios que siguen un aumento de la ingesta energética, del tamaño de las porciones y un metabolismo de la glucosa menos efectivo (35). Algunos de los consejos prácticos que se pueden dar a los deportistas son (35) :

- Horarios regulares para levantarse y acostarse. Estar expuestos a la luz (sol) durante el día y a la oscuridad durante la noche.
- Evitar antes de dormir el uso de dispositivos que emitan luz azul. El utilizarlos interfiere en la producción de melatonina (hormona inductora del sueño).
- Dormir en un entorno cómodo, oscuro y tranquilo. Se pueden realizar estrategias de relajación antes de ir a la cama.
- Evitar el alcohol. Al principio puede favorecer el dormirse, pero provocará una muy mala calidad del sueño.
- Limitar el consumo de cafeína, ya que es antagónica de la adenosina. Ésta aumenta durante el día y es la encargada de la presión del sueño, es decir, que a medida que pasa el día se sienta más sueño.
- El patrón alimentario también puede afectar. Los carbohidratos favorecen por la noche la concentración de triptófano libre, que entrando a través de la barrera hematoencefálica favorece la formación de melatonina. Por tanto, los alimentos ricos en triptófano y en melatonina también son una buena opción.

**Lado dominante-no dominante:** un desequilibrio neuromuscular (a nivel de fuerza, control motor y coordinación) entre la pierna dominante con respecto a la no dominante, especialmente en miembros inferiores y en mujeres, está asociado con un mayor riesgo de lesión. Estas diferencias son más trascendentales aún tras una lesión, facilitando una recaída por ejemplo de LCA o LLE del tobillo. Se ha mostrado como el lado no dominante suele presentar más debilidad muscular y menor coordinación en las mujeres, especialmente en movimientos de recepción, pivotaje y desaceleración. La absorción de fuerzas reactivas del suelo tras la recepción, el equilibrio y la fuerza muscular son mayores en la pierna dominante. Esto lleva a prestar especial atención en las mujeres al recepcionar de un salto o al equilibrarse monopodalmente con la pierna no dominante, ya que puede provocar un aumento del número de lesiones (36).

**Condición física:** la mejora de las distintas capacidades físicas es fundamental para disminuir la incidencia lesional en el deporte. A mayor desarrollo de cada una de ellas, menor probabilidad de lesión. Especialmente trascendente es la fuerza muscular, entendida como la esencia en un programa de prevención de lesiones. Dentro de ella, destaca el equilibrio entre musculatura agonista y antagonista, así como la relación de la fuerza con la capacidad estabilizadora de las articulaciones. Por otro lado, la capacidad aeróbica también presenta importancia a la hora de prevenir lesiones en los deportes de

equipo en relación con el retraso de la aparición de la fatiga. Se ha visto como los jugadores que tienen más lesiones a lo largo de la temporada son los que mayor tiempo de recuperación demandan tras una prueba de 12 minutos antes de iniciar la temporada. También es necesario alcanzar un grado de movilidad articular y muscular óptimo que permita cumplir con las demandas del deporte para poder abordarlas sin riesgo de lesión. En cuanto a la resistencia, el deportista se beneficia al poder retrasar la aparición de fatiga muscular, así como al mantener la ejecución correcta de los movimientos (37).

**Control motor:** una variación de la estabilidad postural se encuentra relacionada con una alteración de las estrategias de control neuromuscular, predisponiendo a la lesión (18). La inestabilidad lumbopélvica se ha establecido como un factor muy importante de riesgo para lesiones en el deporte femenino, especialmente relacionadas con el tren inferior. Un déficit en la coordinación intra e intermuscular de los movimientos solicitados en el deporte, hace que aumente la probabilidad de lesión (25).

**Nivel de habilidad deportiva:** una ejecución inadecuada de la técnica del deporte produce un exceso de estrés, favoreciendo la aparición de lesiones por sobrecarga o incluso, lesiones agudas (25). También numerosos estudios encuentran que los sujetos con mayor experiencia deportiva presentan más lesiones, probablemente por un mayor tiempo practicando deporte y por tanto, por la posibilidad de presentar un mayor historial de lesiones previas (27).

#### 1.2.6. Factores de riesgo extrínsecos no modificables

**Tipo de deporte:** los practicantes de deportes colectivos se lesionan más que los de deportes individuales. Las lesiones aumentan aún más cuando se tratan de deportes colectivos con contacto (27). Tanto en deportes de contacto como en los de no contacto la incidencia lesional parece mayor en mujeres (21). Cada deporte presenta su propia epidemiología lesional y unos factores de riesgo propios.

**Posición deportiva:** en cada tipo de deporte la epidemiología de lesiones es una. Dentro de cada uno, existen posiciones dentro del campo con mayor probabilidad de lesión, de manera general o de lesiones específicas, ya sea porque están expuestos a mayor contacto con el adversario o al tipo de demandas propias del deporte en cuestión.

**Superficie de juego:** las superficies más duras provocan un mayor número de lesiones por sobrecarga, ya que los deportistas se encuentran continuamente sometidos a picos de fuerza más elevados durante la práctica. Por lo tanto, mientras las superficies duras aumentan el riesgo de sufrir una lesión, las superficies blandas aumentan el nivel de fatiga. El reto de los pavimentos deportivos es lograr permitir una buena funcionalidad deportiva, disminuyendo el riesgo de lesión. Un factor que influye es la deformación vertical del pavimento tras un impacto. Este se encuentra relacionado con la estabilidad, de manera que una correcta deformación vertical facilita la amortiguación de los impactos, un exceso de la misma puede llegar a provocar movimientos articulares inesperados, facilitando las lesiones articulares. Un exceso de tracción rotacional, resistencia de la superficie para llevar a cabo una rotación, puede originar bloqueos del pie, provocando una lesión (38). También se ha observado como las jugadoras que experimentan cambios de la superficie en la práctica deportiva a lo largo de la temporada, favorecen la aparición de más lesiones comparado con aquellas que siempre lo realizan en el mismo tipo de superficie (39).

**Factores ambientales:** en condiciones climatológicas adversas la incidencia de lesiones deportivas aumenta en aquellas disciplinas que se practiquen al aire libre (25).

**Protecciones:** un tamaño inadecuado, el mal estado o incluso el no uso del material de protección pueden ser una fuente importante de lesión en los deportes de contacto. Se ha visto como el uso de ellos tiende a que la tasa de lesiones disminuya, especialmente en los miembros inferiores (25).

**Infracciones del juego:** al hablar de deportes de contacto se debe asumir que existen lesiones provocadas por el propio contacto entre deportistas. También se puede hablar de lesiones provocadas por contacto no reglamentario, que muestran aquellas lesiones surgidas por las infracciones a la normativa y al *fair play* deportivo.

**Momento de la temporada:** En un estudio realizado sobre 44 equipos de fútbol durante 15 temporadas se concluyó que por cada 10 sesiones adicionales durante el período pre competitivo se consigue una notable disminución de las lesiones durante la temporada. Se pierden 22 días menos por lesiones por cada 1000 h, la asistencia a los entrenamientos aumentaba un 1,4 % y la disponibilidad para jugar un 1 %, mientras que las lesiones graves descendían un 0,20 por cada 1000 horas de práctica deportiva (40). En fútbol femenino se ha comprobado como la falta de hábito de entrenamiento deportivo junto con

un incremento del índice de masa corporal fueron los dos valores que más se correlacionaron con las lesiones de no contacto. Los grandes torneos veraniegos que enfrentan a grandes clubes, que implican desplazamientos continentales y donde la recompensa económica es muy grande por ganar, ha provocado que las lesiones estén aumentando en este momento de la temporada (41).

**Tipo de exposición:** la mayoría de la bibliografía encuentra un mayor número de lesiones entrenando (ya que se entrena mucho más que se compite) pero con una incidencia lesional mucho mayor durante la competición, hasta diez veces más (42,43). El número de lesiones aumenta a medida que lo hace la importancia, y con ello la exigencia, del partido (43).

#### 1.2.7. Factores de riesgo extrínsecos modificables

**Calentamiento:** el objetivo del calentamiento antes de la actividad deportiva es preparar al deportista física y psicológicamente para tolerar las exigencias del deporte y no debe suponer un riesgo de lesión, sino que debe garantizar la prevención de estas. A pesar de que es difícil proponer unos parámetros determinados para el calentamiento, debido a la gran variedad de características del deporte, el deportista y el contexto, parece claro que es eficaz al prevenir lesiones ya que permite un cambio del componente viscoelástico de los tejidos gracias al incremento de la temperatura o a la mejora del metabolismo. Por su parte, un exceso de calentamiento que lleve a la fatiga o un insuficiente calentamiento, también pueden favorecer la aparición de lesiones (44).

**Fatiga muscular:** se entiende por fatiga al descenso en la capacidad de producir o mantener una fuerza o potencia requerida por los músculos involucrados en la actividad física. Se trata de un proceso multifactorial que provoca un estrés en distintas variables fisiológicas (musculo-esqueléticas, inmunológicas, metabólicas...) que afectan al organismo tanto a nivel agudo como a nivel residual. Durante la actividad deportiva el atleta es sometido a una carga externa y a una carga interna que provocarán cierto grado de fatiga, la cual puede influir en el rendimiento y en la aparición de lesiones (45). Por lo tanto, aplicar distintos protocolos que ayuden a disminuir la fatiga será esencial para actuar también sobre las lesiones. A pesar de que el masaje es una técnica muy utilizada, sus efectos parecen pequeños, aunque aún no son del todo claros, en la recuperación de fatiga de los deportistas (46). Las prendas de compresión parecen favorecer la

recuperación de la potencia y la fuerza, así como disminuyen la fatiga percibida por el deportista y la inflamación. Aún existe mucha controversia sobre el grado de presión, el tipo de tratamiento y el tipo de prenda compresiva (47). La hidroterapia sigue siendo la técnica que mayor evidencia presenta y cuyos beneficios están más aceptados (48). Una aplicación de esta técnica entre 11 y 15 minutos a una temperatura entre 11 y 15°C parece ser la aplicación que mayor recuperación de la fatiga provoca (49). El enfriamiento del cuerpo completo ha demostrado presentar unos mejores resultados que la inmersión en agua fría tanto a corto como a largo plazo (50). Otra técnica que está en auge entre los deportistas durante los últimos años es la liberación miofascial a través del foam roller. Aunque es una estrategia que requiere de mayor investigación, parece ofrecer buenos resultados en la ganancia del rango de movilidad, así como en el rendimiento muscular al aplicarlo tanto antes como después del ejercicio (51). Es importante complementar estas técnicas con el sueño, con una correcta hidratación, nutrición y con el manejo de aspectos psicológicos (52). Entendiendo la fatiga como un proceso multicausal, la mejor manera de abordarlo es con la combinación de todas las estrategias posibles.

**Control de la carga:** Ante una determinada carga de entrenamiento o competición el organismo responde con una adaptación tisular específica. Cuando la carga supera los niveles en los que el tejido puede adaptarse a las demandas a las que ha sido sometido, se produce la lesión. Es decir, las posibilidades de que aparezca una lesión surgen cuando la carga de entrenamiento excede la capacidad de adaptación del tejido. De esta manera, las lesiones agudas ocurren cuando la carga en el tejido es tan importante que ocasiona una deformación súbita e irreversible en él. Las lesiones crónicas aparecen por una sobrecarga repetida que excede el umbral de daño tisular (53). La monitorización de la carga de las sesiones y la consecución del perfil de rendimiento físico y mental de los deportistas ayudará a controlar la carga a la que están siendo sometidos. La incidencia lesiva aumenta significativamente a medida que aumenta la carga de entrenamiento. También aumenta cuando las cargas son demasiado bajas, ya que no preparan correctamente al organismo para hacer frente a según qué tipo de estímulos. Por tanto, no es la carga en sí lo que produce la lesión, sino la carga para la que el deportista no está preparado (*Figura 7*) (54). Para ello se pueden utilizar las nuevas tecnologías como GPS que permiten tener datos objetivos de los estímulos a los que es sometido y garantizar una correcta carga física en cada deportista (26).

También se ha demostrado como una diferencia grande, ya sea por aumento o por disminución, en la comparación de la carga aguda (última semana) con respecto a la carga crónica (cuatro semanas) aumenta la probabilidad de aparición de la lesión. De manera que hay que intentar mantener la carga de manera constante, con unos cambios de entre -5 y +10 %. En el momento que la diferencia sea del 15 % el riesgo de lesión se incrementa de manera considerable. El tejido debe estar preparado para soportar y mantener una carga, por lo que un cambio brusco de carga aumentará la probabilidad de lesión. (54) Otros factores importantes para conocer mejor las respuestas individuales son: conocer la respuesta de cada persona a esa carga determinada, su percepción del bienestar y su estado en ese determinado momento, tanto desde el punto de vista fisiológico, de rendimiento y mental (55).

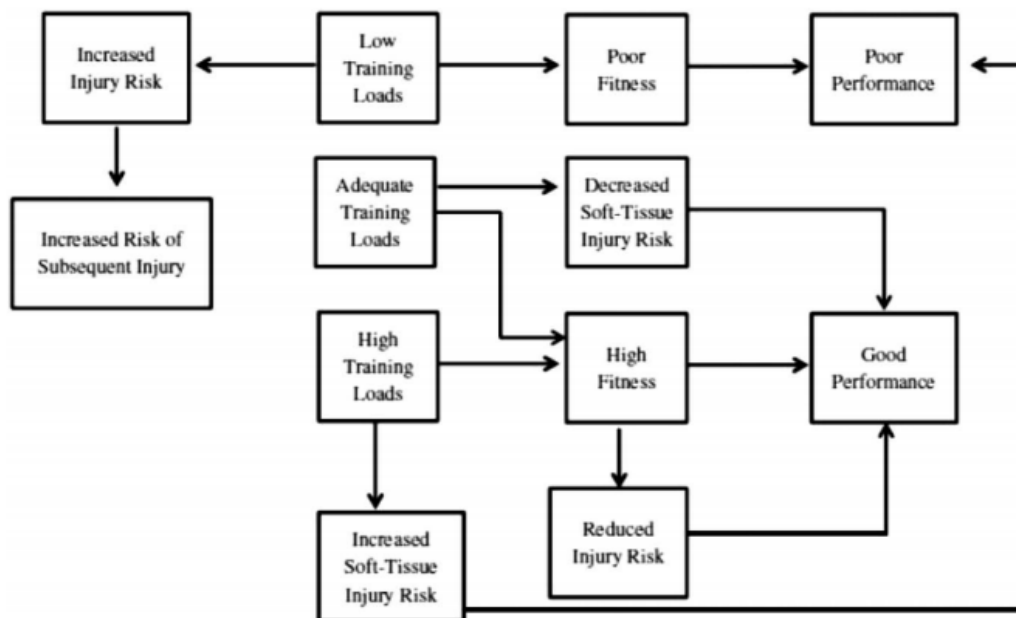


Figura 7. Carga de entrenamiento y su relación con el riesgo de lesión. Tomado de: Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? Br J Sports Med. 2016; 50(5): 273-80.

## 1.3. EL DEPORTE FEMENINO

### 1.3.1. Introducción

Se vive el deporte constantemente. Se encuentra en el día a día de las personas, ya sea como espectáculo o practicándolo, y relacionado con distintos aspectos básicos de nuestra vida como la economía, la política, la educación, la salud... Guste o no, el deporte influye en nuestras vidas directa o indirectamente.

Es practicado por gente con condiciones muy distintas, de lugares muy diferentes y con preparación muy variada. Es un tipo de actividad que atrae a gran parte de la sociedad, ya que aporta innumerables beneficios tanto en el ámbito de la salud física como en el ámbito psicosocial. Cada deporte presenta unas características, requiere unas demandas e implica un tipo de trabajo específico. Todos ellos conllevan un considerable riesgo de lesión. Cada deporte presenta una epidemiología lesional particular y en bastantes ocasiones se puede reducir el número de estas lesiones. Este es el motivo por el cual la prevención es el gran objetivo de todos los profesionales relacionados con la medicina deportiva. Disminuyendo las lesiones se aumentará el nivel competitivo, se alargará la vida deportiva y se evitarán todas las consecuencias relacionadas con la lesión. En la actualidad el número de lesiones ha aumentado exponencialmente debido a distintos factores como son la excesiva frecuencia de entrenamientos, objetivos inadecuados, mala preparación física, exceso de partidos... Entender cuáles son las lesiones más habituales y conocer sus posibles causas nos permitirá elaborar programas preventivos que sean eficaces, así como mejorar el proceso de recuperación funcional tras una lesión.

A lo largo de la historia las mujeres han realizado menos deporte que los hombres. Realizar ejercicio físico y deporte presenta numerosos beneficios en la salud de las mujeres en distintos ámbitos, como en el sistema hormonal, cardiovascular e inmunológico. A pesar de ello, en torno al 40% de la población femenina no realiza las recomendaciones mínimas de la OMS. Aunque este problema se mantiene, durante los últimos años cada vez son más las mujeres que participan en la práctica deportiva (56).

Uno de los principales problemas que se encuentran como consecuencia de este aumento de deportistas femeninas es un notable incremento de lesiones. Tradicionalmente se han intentado abordar estas lesiones igual que en los hombres, asumiendo que las características de cada deporte y cada practicante son similares independientemente del

género del que los practica. Sin embargo, son numerosas las diferencias que hacen que se tenga que entender a la mujer deportista de manera diferente que al hombre deportista.

### 1.3.2. Crecimiento del deporte femenino

En los datos publicados por la Comisión Europea en 2010 (57) se indicó que en Europa los hombres practicaban más deporte que las mujeres. Entre los 15 y los 24 años estaban las diferencias más importantes, destacando claramente los hombres jóvenes sobre las mujeres de esa edad. Ocho años después, el porcentaje de gente que no practicaba ningún deporte ni actividad física había aumentado en Europa un 4 %, pasando de ser un 42 % en 2010 a un 46% en 2018 (58). El mismo porcentaje lo encontramos en España, culpando en primer lugar a la falta de tiempo como causa de no realizarlo y nombrando a la mejora de salud como principal objetivo de aquellas que sí que realizan ejercicio físico.



*Figura 8. Expulsión de una deportista de la maratón de Boston de 1967 por ser mujer (Fuente: La Razón, 18 de abril de 2022).*

Al comparar los datos entre los dos géneros en España, se observa como las mujeres realizan menos práctica deportiva y de ejercicio físico en todos los intervalos de edad, especialmente menores entre los 15-24 años y entre los 25-39 años (58). En 2022 por

primera vez en España el número de mujeres que practicaban algún tipo de deporte superó el 50 %, siendo un 51,8 %. Pese a ello las mujeres realizan menos deporte que los hombres (11,3 % menos) y lo empiezan a hacer más tarde, acuden en un 20 % menos que los hombres a eventos deportivos y tienen 3 veces menos de licencias deportivas (59).

La tendencia actual en las mujeres que realizan deporte es muy positiva, según el informe de Nielsen (60). Cada vez son más las mujeres que practican deporte, no sólo a nivel recreativo sino también a nivel competitivo. Esto se comprueba año tras año, donde las mujeres federadas en España siguen en ascenso. Esto ha permitido que sea el índice de representación femenina más alto de la historia, siendo un 29 % de las licencias totales. En 2002 este porcentaje era sólo de 19,2 % (61). En el año 2021, tras superar la pandemia de COVID-19 el número de deportistas federadas eran 870.720, un 24 % del total de deportistas federados (*Tabla 1*).

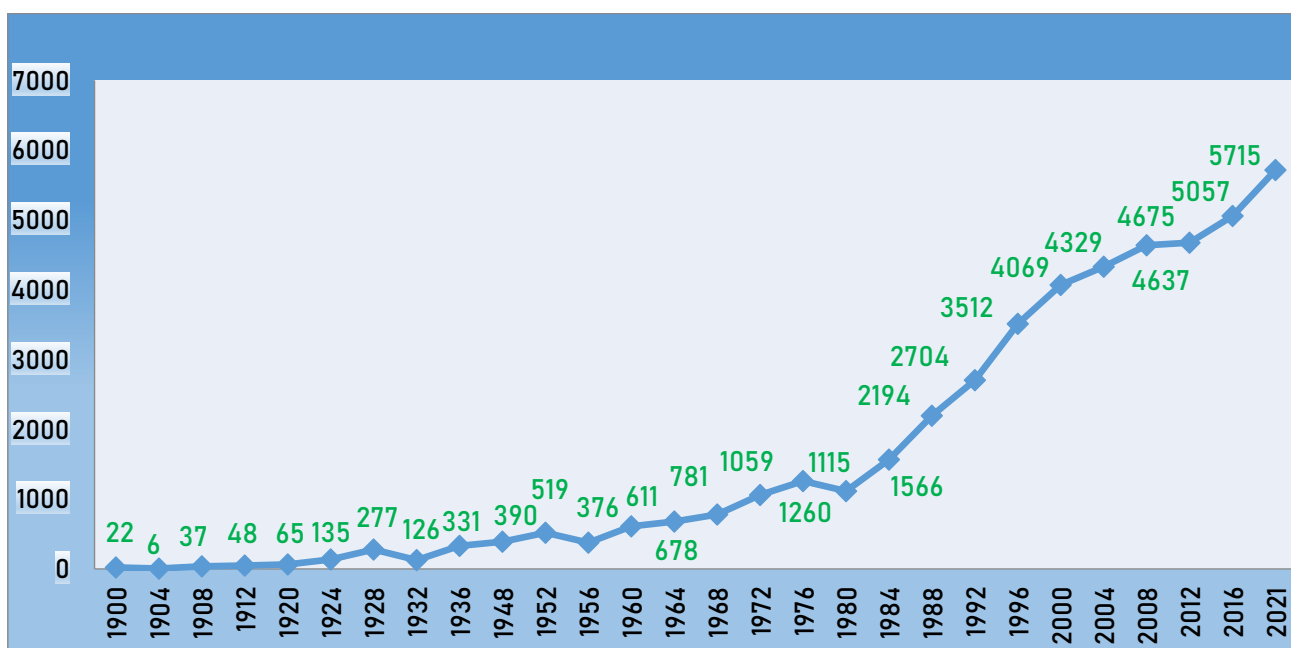
AÑO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>LICENCIAS FEDERADAS (MILES)</b>	3395	3471	3520	3548	3499	3395	3390	3504	3586	3761	3867	3929	3823	3628	4107
<b>HOMBRES</b>		2786	2814	2825	2777	2683	2674	2750	2814	2922	2978	3028	2930	2735	3109
<b>MUJERES</b>		684	706	723	722	712	717	754	772	840	889	900	892	892	998
<b>DEPORTISTAS DE ALTO NIVEL (DAN)</b>	3377	3474	3212	3735	4257	4696	3986	3893	4553	4660	4962	5337	5483	5504	6101
<b>HOMBRES</b>	2299	2364	2122	2501	2830	3110	2629	2545	2939	2962	3114	3336	3404	3382	3708
<b>MUJERES</b>	1078	1110	1090	1234	1427	1586	1357	1348	1614	1698	1848	2001	2079	2122	2393

*Tabla 1.* Comparativa de licencias federadas y deportistas de alto nivel entre hombres y mujeres. Tomado de: Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid. 2022

Desde 2009 las licencias femeninas han aumentado un 20,8 %, mientras que los hombres un 6,8 %. Aun así, sólo el 3,7 % de las mujeres españolas están federadas, siendo este porcentaje de 12,9 % en los hombres. A pesar del crecimiento, existe mucho margen de mejora. España aún está lejos de Alemania (donde el 22,4 % de las mujeres están federadas) o Francia (donde están el 7,8 %) (61).

La disciplina que más ha aumentado en España ha sido el baloncesto, que aumentó en 2017 un 5,7 % y un 16,6% un año después, convirtiéndose en el deporte más practicado por las españolas, habiendo en la actualidad 139.004 licencias. En segundo y tercer lugar están el golf y el montañismo, a pesar de que sus fichas han disminuido un 1,2 % y un 4,2% respectivamente. En cuarto y quinto lugar están el voleibol y el fútbol, los cuales han incrementado un 8,1 % y un 7,8 % de fichas federativas. Cabe destacar que tanto el golf como el montañismo requieren de licencia para ser practicados, mientras que tanto el baloncesto, como fútbol y voleibol pueden ser jugados de manera amateur sin tener licencia. El balonmano cierra la lista de los 10 deportes más practicados en España, con 33.923 fichas (61).

A un nivel más profesional también es evidente este aumento. Como reflejo de ello está el número de mujeres participantes en los Juegos Olímpicos, tanto a nivel internacional (*Gráfico 1*) como a nivel nacional (*Gráfico 2*) (63).



*Gráfico 1.* Número de deportistas femeninas internacionales en los JJOO. Tomado de: Jiménez R. El deporte femenino español en los Juegos Olímpicos. Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. 2015.

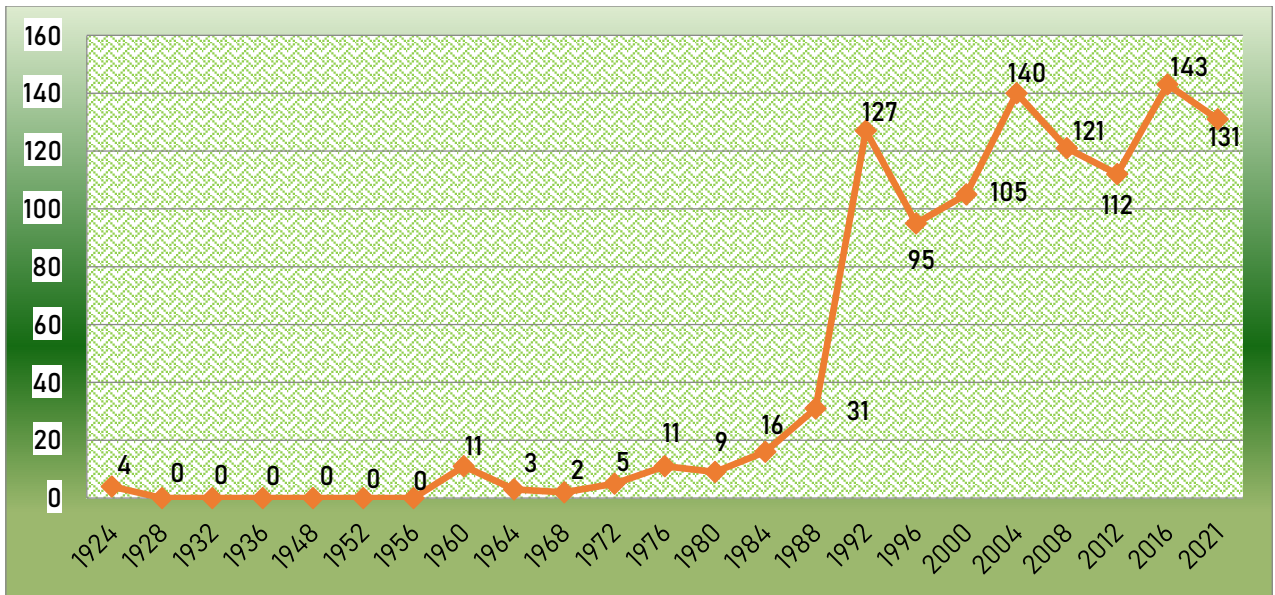


Gráfico 2. Número de deportistas españolas en los JJOO. Tomado de: Jiménez R. El deporte femenino español en los Juegos Olímpicos. Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. 2015.

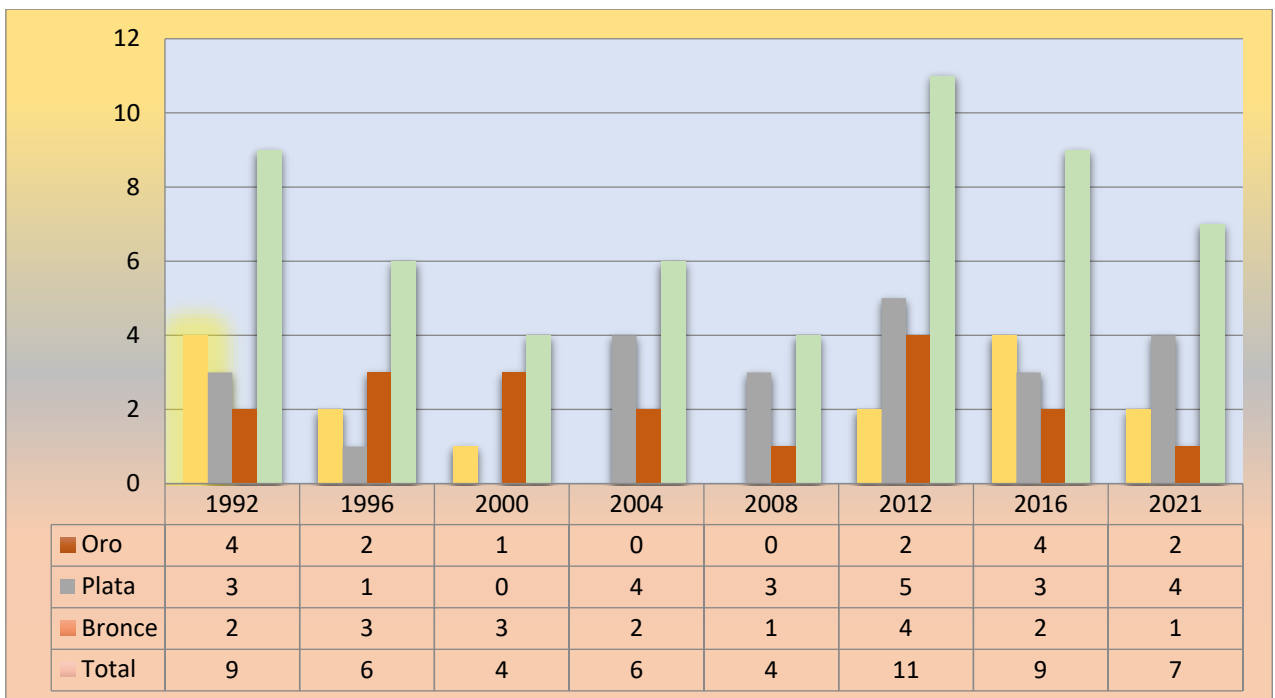


Gráfico 3. Medallas conseguidas por las deportistas españolas en los JJOO. Tomado de: Jiménez R. El deporte femenino español en los Juegos Olímpicos. Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. 2015.

El incremento de mujeres practicantes en nuestro país está resultado en una mejora del rendimiento deportivo y seguimiento, tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Como reflejo de ello están los resultados obtenidos por nuestras deportistas, tanto en las Olimpiadas como en campeonatos internacionales (*Gráfico 3*). A nivel individual nos encontramos recientemente con numerosos éxitos como los de Carolina Marín (bádminton), Lydia Valentín (halterofilia), Mireia Belmonte (natación), Garbiñe Muguruza y Paula Badosa (tenis) o Gemma Mengual y Ona Carbonell (natación sincronizada), entre otras. Respecto a los deportes de equipo en los últimos años destaca la actuación en las competiciones internacionales de la Selección Española de baloncesto, obteniendo grandes resultados en todas las competiciones en las que participa. En el rugby también se ganó el oro europeo en 2018. Otro reciente éxito fue el de la Selección Española de balonmano, que logró el segundo lugar en el Campeonato del Mundo de 2019. En el fútbol, recientemente se ha ganado el Mundial de 2023 y a nivel individual la jugadora Alexia Putellas ha sido la primera española nombrada como mejor jugadora del mundo, en 2021 y en 2022. En 2023 este galardón ha recaído también sobre la futbolista española Aitana Bonmatí. A todos estos éxitos que sumar a las selecciones de hockey hierba, hockey patines, waterpolo, vóley-playa... y a todas las categorías inferiores de estos deportes, que están consiguiendo grandes resultados y nos hacen soñar con un futuro brillante (64).



*Figura 9.* La selección española femenina de baloncesto proclamándose campeona del Eurobasket (Fuente: Diario Expansión, 25 de junio de 2017).

Sin embargo, aún existen numerosas diferencias que dificultan su crecimiento en un nivel más profesional. Según un informe de Barlovento Comunicación (65), sólo el 2 % de las emisiones deportivas en España desde 1992 son de deporte femenino. 10.086 de 606.499. Un dato esperanzador, es que se muestra una tendencia creciente sobre todo a partir desde 2005 con la llegada de la TDT, donde se pasaron de 45 emisiones anuales a 298. En la temporada 2018-19 el baloncesto femenino es el que mayor presencia tuvo con 1754 emisiones, seguido por el fútbol y el balonmano, con 1551 y 1471 emisiones respectivamente. El voleibol es el cuarto deporte más seguido con 736 emisiones. La final del mundial femenino de fútbol de 2023 se ha convertido recientemente en el partido femenino más visualizado en nuestro país (66).

Respecto a la asistencia a los recintos deportivos, aún hay mucha diferencia con respecto al deporte masculino. A pesar de que recientemente se han batido los récords de asistencia a un partido de fútbol femenino en España (91.553 aficionados en el FC Barcelona – Real Madrid en 2022), la asistencia media en la temporada 2021-22 fue de 691 aficionados (*Figura 10*). En baloncesto ocurre algo similar ya que también se batió el récord de asistencia (13.472 personas para ver el partido de Liga Femenina 2 entre el Estudiantes y el MagecTias). En la Liga Femenina Endesa de baloncesto, en la temporada 2019-2020 se logró la mayor media de asistencia a los partidos, siendo de 1059 aficionados, por los 818 aficionados de media que acudieron en la temporada 2017-18.



*Figura 10.* Récord absoluto de asistencia a un partido de fútbol femenino (*Fuente:* Diario As, 30 de marzo de 2022).

Por otro lado, a nivel económico, poco a poco se van disminuyendo las diferencias económicas que se dan como recompensa a los resultados. En el mundial femenino de 2023 la FIFA ha triplicado el dinero dado a cada participante en función de su posición. Aun así, las diferencias siguen siendo muy grandes al compararlas con los hombres. En el torneo de Wimbledon de Tenis el premio económico ya es el mismo tanto para hombres como para mujeres. Estas son excepciones al compararlos con la mayoría de deportes; aunque paulatinamente estas diferencias se van disminuyendo.

Este crecimiento que se observa tanto en participantes, en resultados y que va surgiendo en el seguimiento, tendrá que ir acompañado en los próximos años de igualdad en otros aspectos como son la brecha salarial, la falta de ligas profesionales, de convenios colectivos, de reconocimiento mediático y de recursos necesarios para el entrenamiento y la competición. También se debe de abordar la preparación física y la prevención de lesiones de manera distinta a la que se lleva a cabo en los hombres, ya que fisiológicamente son muy distintos, por lo que habrá que abordarlos como tal.



*Figura 11.* Jugadora de la Liga Femenina Endesa vendando el tobillo a una rival debido a la ausencia de personal sanitario (*Fuente:* Diario Marca, 15 de marzo de 2022).

### 1.3.3. El ciclo menstrual

Tradicionalmente se ha planificado el entrenamiento en el deporte femenino según modelos realizados para el deporte masculino, y, por tanto, no se ha adecuado el entrenamiento a las diferencias y demandas fisiológicas que existen entre ambos sexos.

Son muchas las diferencias que se encuentran en las mujeres con respecto a los hombres: peso, altura, posibilidades energéticas, hormonas... Posiblemente la diferencia más característica es el ciclo menstrual, que prepara al cuerpo femenino para una posible fecundación. Esto supone una incógnita desde el punto de vista del entrenamiento y de la prevención de lesiones (67).

Se trata de un proceso que provoca unos cambios morfo-funcionales que ocurren periódicamente en los órganos genitales de la mujer, especialmente en ovario y útero, durante toda la vida reproductiva de la mujer: desde la pubertad hasta el climaterio. Es un proceso complejo regulado por el eje hipotálamo-hipófisis, ovarios y aparato genital (68).

En él, el aspecto hormonal juega un papel decisivo, de manera que los niveles hormonales en sangre están determinados por la cantidad de hormona producida, liberada, consumida por el órgano receptor y el ritmo de eliminación por sangre (69).

El sistema hormonal de la mujer, al igual que el del hombre, está formado por tres grupos hormonales que funcionan modo cascada (69):

1. Hormona liberada por el hipotálamo: se trata de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).
2. Hormonas liberadas por la adenohipófisis: son producidas como consecuencia de la hormona GnRH. Se tratan de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH).
3. Hormonas ováricas, progesterona y estrógenos, como respuesta a la LH y FSH.

Este proceso es lo que se conoce como eje hipotálamo- adenohipófisis- ovario (*Figura 12*). Se encarga de estimular e inhibir las hormonas sexuales. El ritmo al que se secretan establece las fases del ciclo menstrual (69).

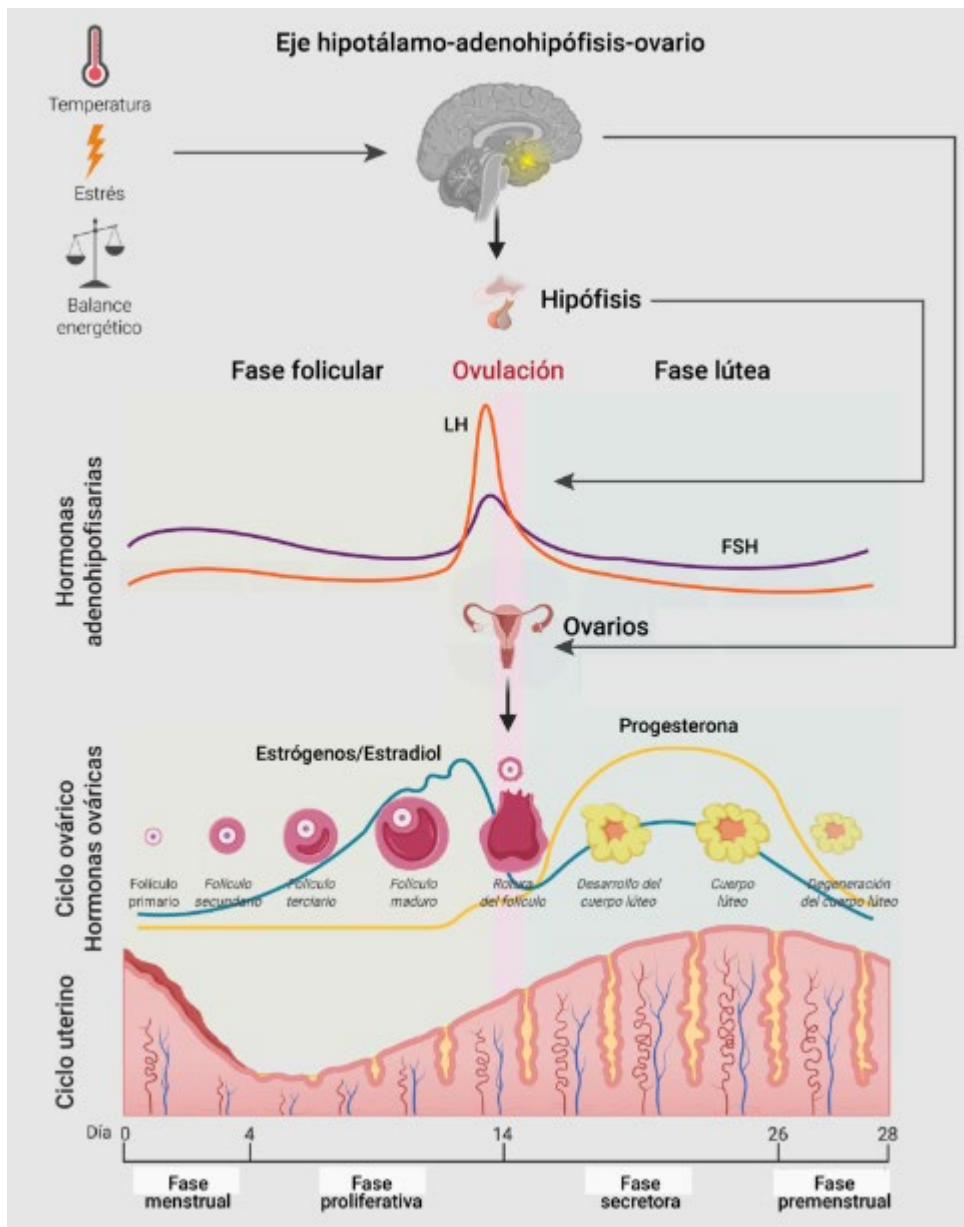


Figura 12. Eje hipotálamo- adenohipófisis- ovario. Tomado de: Messinis IE, Messini CI, Dafopoulos K. Novel aspects of the endocrinology of the menstrual cycle. *Reprod Biomed Online*. 2014; 28(6): 714-22.

Las hormonas de este proceso que más relación presentan con el ejercicio físico son: estrógeno, progesterona, testosterona, prolactina, insulina y somatotropina. Entender las funciones de cada hormona y los niveles que se pueden encontrar en cada fase del ciclo resulta fundamental para conocer las demandas de nuestras deportistas en cada momento (68):

**Estrógeno:** hormona esteroidea que interviene en la maduración del óvulo en el ovario en cada ciclo. Su descenso puede provocar depresión, cambios de humor y/o irritabilidad. También repercute sobre el metabolismo de grasas y colesterol en sangre, afectando a la obtención de energía durante el ejercicio. En la fase folicular, los niveles más bajos de estrógenos provocan que se favorezca el uso de energía rápida, es decir, ATP y glucógeno (70).

**Progesterona:** presente en todas las glándulas esteroideas, como ovarios y corteza suprarrenal, actúan en el desarrollo de las glándulas mamarias y provocan los cambios uterinos en cada ciclo para adaptarlo a un posible asentamiento del óvulo fecundado. Sus niveles son mayores en la fase premenstrual, perjudicando al rendimiento físico (71).

**Testosterona:** es producida en menor cantidad en los ovarios, pero resulta fundamental como agente de metabolización proteica. Regula aspectos como el apetito sexual, la sensación de bienestar y el humor. Es la encargada del crecimiento muscular y de la recuperación plástica de después del entrenamiento. Durante el entrenamiento intenso, aumenta su concentración hasta alcanzar el pico entre los 30 y 40 minutos, y a partir de ahí comienza a descender resultando desfavorable para el entrenamiento a los 90 minutos (70).

**Insulina:** secretada por el páncreas, es fundamental para regular el metabolismo de los carbohidratos, proteínas, lípidos y electrolitos. Es por ello que influye en la obtención de energía, siendo fundamental en el rendimiento deportivo. La reducción de los niveles de glucosa en sangre durante el ejercicio inhibe los niveles de insulina, incorporándose así agentes de recuperación muscular desde la sangre hasta la fibra muscular (72).

**Somatotropina:** hormona que alcanza su pico junto con la FSH y LH, permaneciendo durante la segunda mitad del ciclo. En el hígado incrementa la gluconeogénesis, la síntesis de proteínas y el transporte de aminoácido. En el músculo favorece la captación de glucosa y de ácidos grasos e incrementa la síntesis proteica. En el tejido adiposo estimula la lipólisis. De esta manera resulta beneficiosa para acelerar el metabolismo, mejorando los procesos de recuperación, siendo beneficiosa para la práctica de la actividad física (68).

**Prolactina:** sus niveles son mayores en la fase lútea con respecto a la folicular y puede ser estimulada por el aumento de la práctica de actividad física, presentando relación con

la intensidad de la carga. Puede estar relacionada con la presencia de trastornos en la menstruación (68).

**Estradiol:** hormona esteroide femenina que disminuye notablemente en la fase folicular al final de la fase lútea. Participa en la función sexual y reproductiva y afecta a huesos e hígado (73).

Los niveles de estas hormonas variarán a lo largo del ciclo, determinando los procesos fisiológicos que ocurren y dando lugar a la división de las distintas fases del ciclo. Existen diversas maneras de clasificar el ciclo menstrual.

#### 1.3.4. Fases del ciclo menstrual

Desde un punto de vista fisiológico se trata de un ciclo bifásico, formado por una fase ovárica y una uterina que ocurren a la vez. Mientras que en la fase ovárica se desarrolla y madura el folículo, en la fase uterina se producen cambios en la mucosa endometrial.

La manera clásica de división del ciclo menstrual es en dos fases con la ovulación de por medio: la fase folicular y la fase lútea. El primer día de la fase folicular es cuando comienza el sangrado. Su duración es de unos catorce días y está dividida en fase folicular temprana y fase folicular tardía. La fase temprana, entre 6 a 10 días, presenta valores bajos de hormonas ováricas. En la fase tardía, aproximadamente desde día 6 al 13, al incrementarse la FSH aumentan los estrógenos y se forman los folículos. Así se llega a la ovulación, en la mitad del ciclo. Los siguientes 14 días corresponden a la fase lútea, en la cual crece el cuerpo lúteo tras la estimulación de estrógenos y especialmente de progesterona, que alcanza un pico sobre el octavo día de esta fase. Sin fecundación, comienza la degeneración del cuerpo lúteo y una gran bajada de los niveles de estrógenos y progesterona, dando lugar a un nuevo comienzo de ciclo con la menstruación (67).

Desde la relación del ciclo menstrual con la actividad física se ha propuesto otra clasificación, dividida en cinco fases. En ellas se valoran los cambios hormonales y como afectan a su capacidad para entrenar (74):

**Fase 1 o menstrual (día 1-4):** dura, aproximadamente, los primeros cuatro días del ciclo. En ella es posible encontrarnos con cansancio, malestar general y perturbaciones psicológicas. Además, debido a la acción de las prostaglandinas, pueden existir

dismenorreas, cefaleas, vómitos o diarreas. Se disminuyen las capacidades físicas en la deportista. La frecuencia cardíaca aumenta entre 5 y 15 pulsaciones por minuto, afectando a la capacidad de recuperación. La presión arterial mínima aumenta entre 10 y 15 mm Hg y también lo hace la glucosa sanguínea. La característica pérdida de sangre hace que los niveles de hemoglobina disminuyan y por tanto el transporte de oxígeno, esencialmente en el músculo, donde se observan pérdidas de 1,2 a 2 mg de hierro por día. El déficit de transporte de oxígeno hace que no sea adecuado realizar tareas que provoquen altos consumos de oxígeno. Por lo tanto, las capacidades físicas en la deportista disminuyen, siendo necesario adaptar la carga del entrenamiento e individualizarla de acuerdo a su situación fisiológica. De manera general, se recomienda trabajar aeróbicamente y fuerza, a una intensidad media (en torno al 40-60 %) con el objetivo de mantenimiento del nivel de entrenamiento (74).

**Fase 2 o post- menstrual o estrogénica (día 5-12):** esta fase tiene una duración de entre siete y nueve días. En ella se mejora el rendimiento por el aumento de estrógenos y progesterona, encontrándose con mayor energía. Durante la ovulación y la fase luteica los niveles de estrógenos son más altos, por lo que la deportista será menos rápida pero más preparada para el entrenamiento de resistencia. El organismo tiene una mayor funcionalidad y mejor índice de trabajo, por lo que se pueden aplicar altas cargas de entrenamiento. Se recomienda trabajar la fuerza explosiva, la resistencia y la velocidad, a altas intensidades (60- 75 %) (74).

**Fase 3 u ovulación (día 13- 17):** en ella se encuentra la ovulación (día 14), día más fértil de la mujer. Las hormonas estradiol, luteinizante y folículo estimulante disminuyen y la progesterona aumenta. Los cambios fisiológicos que nos encontramos son el aumento de temperatura corporal en un grado centígrado y mayores indicadores de volumen respiratorio por minuto. Se debe de trabajar a una intensidad en torno al 40- 60% (74).

**Fase 4 o post- ovulación (días 17- 24):** se mantiene el descenso de las hormonas luteinizante y folículo estimulante, aumentando la progesterona y el estradiol. Esto permitirá un aumento de fuerza, resistencia y velocidad en las deportistas, por lo que se pueden trabajar a altas intensidades (60 – 75%). El VO<sub>2</sub> máx aumenta y el sistema respiratorio trabaja más eficientemente (74).

**Fase 5 o premenstrual (días 25 o 28):** fase en la que la asimilación de las cargas es muy negativa, ya que los niveles de progesterona son muy altos, teniendo una función catabólica y perjudicando el rendimiento físico. Se produce un aumento en los niveles de las catecolaminas, ACTH y cortisol, que provocan una mayor irritación y nerviosismo, menor capacidad de concentración y fatiga en los músculos. También es característico el síndrome premenstrual, con síntomas como el dolor abdominal, malestar general, cansancio y desequilibrio psicológico. El VO<sub>2</sub> máx disminuye y la frecuencia cardíaca aumenta. Se recomienda trabajar la fuerza y evitar la velocidad (74).

Todos estos cambios están sujetos a factores endógenos, exógenos y psíquicos, que debemos de tener en cuenta a la hora de controlar la actividad física en la mujer. De manera general, se recomienda trabajar a intensidades pequeñas en la fase premenstrual, intensidades medias en la fase menstrual y ovulatoria e intensidades altas en la fase postmenstrual y post- ovulación (74).

Por tanto, se debe conocer la duración del ciclo menstrual de las deportistas de manera que se planifique correctamente la estructura del proceso de entrenamiento de acuerdo a los ciclos biológicos de la deportista, asumiendo que hay fases donde se puede tolerar una carga mayor (postmenstrual y postovulatoria) y otras en las que hay un descenso de las capacidades (ovulatoria, premenstrual y menstrual). Esta planificación no solo debe ser diferente a la de los hombres, sino que también debe ser distinta entre las mujeres, en función de la duración y el tipo de ciclo menstrual.

#### 1.3.5. Ciclo menstrual y rendimiento

Cuando se relaciona el rendimiento con las distintas fases del ciclo menstrual, no existe evidencia clara sobre de qué manera se ve afectado. Por un lado, existen investigaciones que no encuentran cambios en los valores de fuerza, capacidad aeróbica, ni rendimiento cardio-respiratorio a lo largo de las fases del ciclo. Pese a ello, todos abogan por la necesidad de individualizar la carga de entrenamiento (75–78).

Por otro lado, existen autores (79,80) que sí que encuentran diferencias en el rendimiento. Varios autores muestran como el rendimiento aeróbico es menor en la fase lútea comparada con el resto de las fases, aunque la capacidad de salto y sprint no se vieran afectados.

McNulty *et al.* (81) concluyen que las capacidades físicas descienden notablemente en la fase folicular temprana comparado con el resto de fases. Lo explican por el descenso en el nivel de estrógenos y de progesterona. Los estrógenos influyen en el rendimiento por su función anabólica, ya que regulan los sustratos para el metabolismo, sirven de protección contra el daño muscular y la inflamación post ejercicio y son antioxidantes. La progesterona presenta un componente antiestrogénico y reduce la inhibición neuronal, facilitando la activación voluntaria. En la fase folicular tardía encuentran los mejores resultados a nivel de rendimiento, cuando los estrógenos están elevados y la progesterona está baja. En la fase lútea los niveles de ambos son altos.

Por lo tanto, aún se observa mucho desconocimiento cuando se habla de la relación rendimiento y cambios hormonales. No existe evidencia clara sobre que fase es la mejor para optimizar el rendimiento deportivo y cuál es la peor. Aunque todo parece indicar que la fase folicular temprana es en la que mayor disminución del rendimiento se puede encontrar, mientras que en la tardía se maximiza. Tampoco existe conocimiento sobre que modificaciones específicas se deben añadir en cada fase para mejorar las prestaciones de los deportistas.

Si sobre algo hay consenso en este apartado, es sobre la necesidad de individualización del entrenamiento a lo largo de las distintas fases del ciclo (74–76,79). Se debe entender a la deportista como un ser complejo, en el que debemos abordar los distintos factores que influyen en ellas de manera específica para mejorar los resultados. Muchos estudios han sacado conclusiones a partir de pruebas “artificiales” como en tapiz rodante, cicloergómetros, test de salto... pero estos datos no se pueden extrapolar al rendimiento deportivo y su relación con los cambios hormonales. Por ello, además de que más investigación es necesaria, resulta complejo intentar establecer un consenso para aplicar en las deportistas a lo largo de las distintas fases del ciclo.

Es importante considerar que existen diferentes perfiles hormonales a lo largo del ciclo menstrual, lo cual refuerza la necesidad de la individualización de la carga de entrenamiento (75).

### 1.3.6. Sintomatología y efectos de las distintas fases del ciclo menstrual

Las fases menstrual y premenstrual son aquellas en las que mayor sintomatología aparece sobre las deportistas. Hasta un 47% presentan síntomas y un 49 % relacionan estas dos fases con un peor rendimiento. La principal sintomatología sufrida incluye: dolor, cansancio, cambios en el estado de ánimo, problemas de sueño, pérdida de concentración, retención de líquidos y aumento de peso (82,83).

Se han observado otras modificaciones fisiológicas que incluyen una inadecuada regulación de los líquidos corporales, peor respuesta cardiovascular y cambios respiratorios, musculares y metabólicos. Otros estudios muestran cómo no existen variaciones en la composición corporal a lo largo del ciclo y como el daño muscular solo depende de la intensidad y el tipo de actividad y no de los cambios hormonales (76,77).

La sintomatología es mayor en las deportistas que presentan un mayor sangrado en la fase menstrual, y aunque disminuye en el momento de la competición, se ha reflejado en un peor rendimiento deportivo, afectando especialmente a la fuerza, la capacidad aeróbica y la anaeróbica. La sintomatología varía mucho entre las deportistas, influyendo numerosos factores, tales como la fisiología, el nivel de entrenamiento y el uso de anticonceptivos (84).

Con respecto a la sintomatología psicológica y al aspecto cognitivo, se ha relacionado la falta de sueño y el descenso de la capacidad de concentración y de toma de decisiones con un aumento del riesgo lesional. Se ha observado como la impulsividad, la toma de decisiones, el tiempo de respuesta y el deseo de entrenar es mucho menor en la fase menstrual comparada con el resto de fases. Dicho deseo de entrenar y motivación aumentan en la fase de ovulación, cuando la concentración de testosterona en saliva es mayor, especialmente en deportistas de élite (85).

### 1.3.7. Abordaje del ciclo menstrual en el entrenamiento

Para determinar si se debe tener en cuenta el ciclo menstrual para planificar el entrenamiento en mujeres se debe recordar la regulación del eje hipotálamo-adenohipófisis-ovario. El hipotálamo es el encargado de recoger la información, establecer una homeostasis y regular las hormonas hipofisarias. La adaptación del hipotálamo está relacionada directamente con la función ovulatoria y en ella influyen diversos factores: ambiente, grado de estrés, carga de entrenamiento, temperatura... Como respuesta del hipotálamo al entrenamiento se produce una fase lútea más corta y se disminuyen los valores de progesterona, manteniéndose los valores de estradiol. El hipotálamo tiende a responder de manera conservativa ante cualquier estímulo estresante, asegurando un correcto funcionamiento corporal y la homeostasis. Por ello se están relacionando las alteraciones en el ciclo menstrual o en la función ovulatoria con factores estresantes durante un tiempo determinado que superan la capacidad de adaptación del organismo y ponen en peligro su salud (85). Por tanto, es fundamental conocer la respuesta de cada deportista ante las fluctuaciones hormonales durante el ciclo. La conclusión más unánime que se obtiene de los estudios que relacionan el ciclo menstrual con el entrenamiento es la necesidad de estudiar y conocer a la mujer para poder establecer conclusiones para su entrenamiento. Son numerosas las diferencias con respecto a los hombres tanto a nivel anatómico, como fisiológico y biomecánico, y por ello hay que abordarlo como tal. Si la individualización es necesaria en cualquier contexto, en las mujeres lo es aún más, por la complejidad hormonal que representan (77,83,84). Se debe tener muy en cuenta el ciclo menstrual y los cambios hormonales a la hora de trabajar con mujeres deportistas. Sin embargo, muchas veces el ciclo menstrual sigue siendo un tema tabú entre deportistas y cuerpos técnicos. Los principales motivos son: desconocimiento sobre la influencia de los cambios hormonales en el rendimiento y las lesiones, vergüenza, negación, normalización por parte de la deportista y consideración que el ciclo menstrual y sus irregularidades carecen de importancia. Es por ello que se ha propuesto mayor educación a deportistas y *staffs* por parte de los servicios médicos, más confianza, enfoque multidisciplinar de la deportista y ajuste y control de la carga para poder controlar en la deportista los procesos adaptativos y conseguir una correcta predisposición competitiva (76,77,81-85).

### 1.3.8. Alteraciones del ciclo menstrual

Existen una serie de perjuicios de la práctica deportiva inadecuada sobre el organismo femenino. El hecho de realizar la actividad física a unos niveles intensos constantes tiene una influencia negativa sobre distintos sistemas, entre ellos el reproductor. En ocasiones es suficiente con disminuir y controlar la carga de entrenamiento para recuperar las funciones. A veces se necesita un tratamiento médico u otro tipo de métodos para corregir o evitar estas alteraciones.

La alteración más habitual que se encuentra en las deportistas es la irregularidad del ciclo menstrual. Es mucho más común en las deportistas que no disminuyen la carga en las fases de mayor tensión fisiológica. Cabe destacar que no solo el entrenamiento es el culpable de sufrir estas alteraciones, ya que factores como son la dieta, el estrés, la ansiedad, el peso corporal, la presión, factores fisiológicos o aspectos genéticos y fenotípicos también influyen (86). Cada vez son más los estudios que relacionan los déficits de energía (la energía consumida es mayor que la ingerida) con las alteraciones del ciclo menstrual (87).

Según los síntomas que nos encontremos, estas patologías del ciclo menstrual se pueden dividir en tres grupos: amenorrea (ausencia de sangrado menstrual), oligomenorrea (ciclo menstrual de mayor duración) y polimenorrea (ciclo menstrual más corto de lo habitual). También puede aparecer la dismenorrea (menstruaciones dolorosas) (86). Se pueden encontrar otro tipo de alteraciones del aparato reproductor como son el retraso de la maduración sexual, disfunción de los ovarios o hiperandrogenia (características del morfotipo masculinas, hipoplasia de las glándulas mamarias y de la matriz y un crecimiento excesivo de bello) (74).

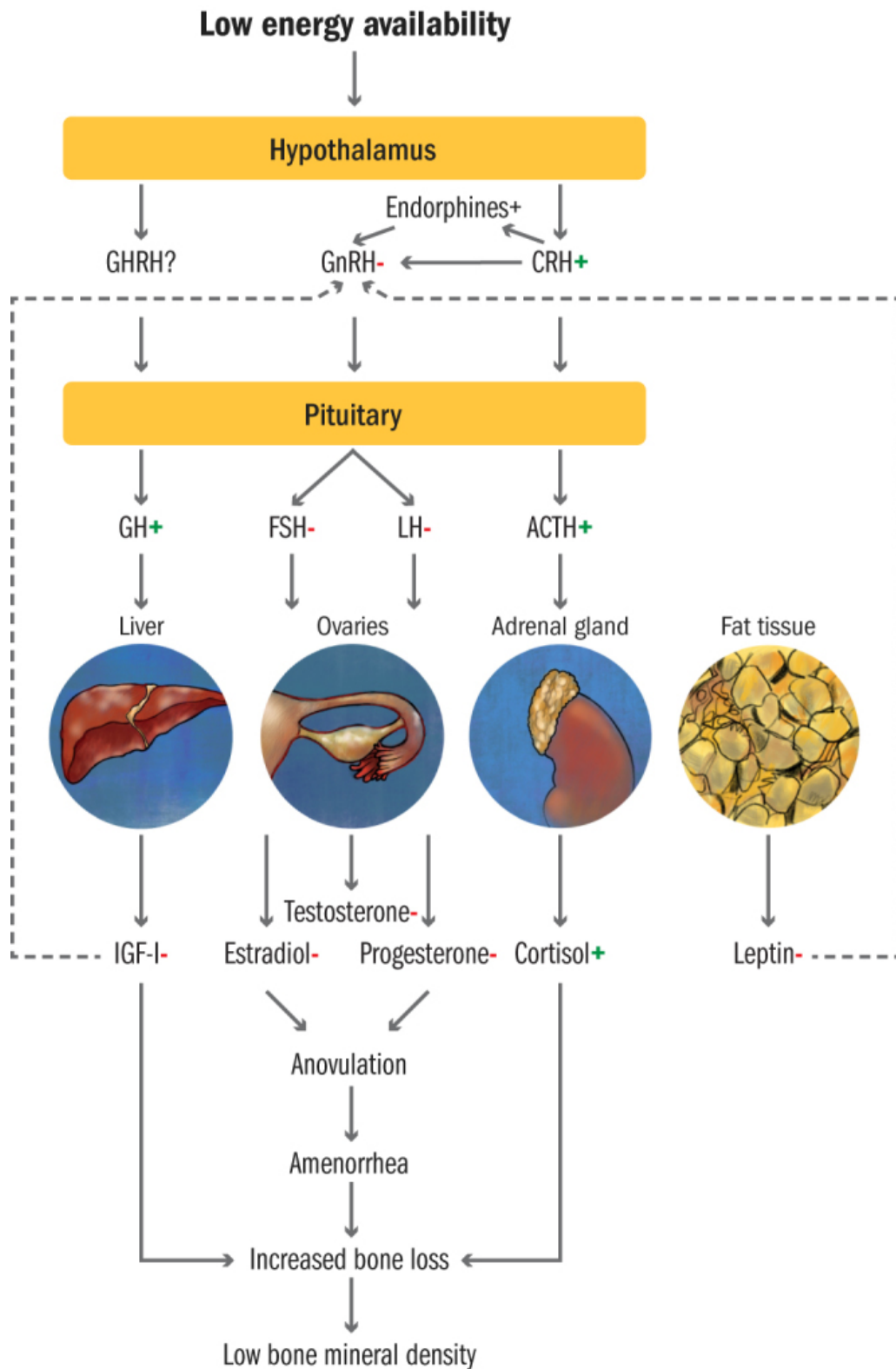
La amenorrea es la falta de flujo menstrual durante 90 días o más por factores fisiológicos o patológicos. Durante este período no tiene lugar la ovulación, aunque ocasionalmente, períodos de amenorrea pueden ser seguidos de un ciclo ovulatorio que finaliza en menstruación. Se puede dividir en amenorrea primaria y secundaria. La primaria engloba alteraciones genitales, trastornos genéticos o problemas endocrinológicos. La secundaria es provocada por el resto de situaciones, entre ellas, la práctica deportiva. El entrenamiento de gran intensidad y volumen aumenta la incidencia de amenorrea secundaria, especialmente en las deportistas que presenten problemas previos de

irregularidades menstruales (86). Se calcula que más del 40 % de mujeres deportistas han presentado amenorrea secundaria en algún momento (88).

Se trata de una alteración que implica la inhibición del eje hipotalámico-pituitario-gonadal, deteniendo la liberación de la GnRH en el hipotálamo. Esto provoca una disminución de la LH y FSH, reduciendo también la producción ovárica de hormonas sexuales. Esto conlleva una anovulación y amenorrea (86). La liberación de corticotropinas y cortisol (asociadas al estrés) y otras endorfinas (asociadas a la actividad física) son las encargadas de inhibir la GnRH (*Figura 13*) (89). Se ha establecido el déficit de energía como la principal causa de este proceso (87). Es por ello que el principal tratamiento sería a nivel nutricional y ajustando las cargas de entrenamiento (90). Si en un año no hay resultados, se deberían considerar sustitutivos de estrógenos (91).

Las consecuencias en la mujer son principalmente en la pérdida de masa ósea, osteoporosis, disminución de la capacidad de elasticidad ligamentosa y mayor riesgo de lesión músculo-esquelética. Puede producir consecuencias a largo plazo que aún no se conocen (92).

La oligomenorrea y polimenorrea son alteraciones del ritmo del ciclo menstrual. En ellos la causa también está en el eje hipotálamo-hipófisis, que es el encargado del ritmo menstrual correcto. La polimenorrea es un ciclo menstrual más corto, menor a 21 días. El mecanismo de producción varía entre mujeres, aunque en la mayoría de casos está acortada la fase lútea, ya que el cuerpo lúteo entra de manera precoz en regresión (92). La oligomenorrea por el contrario consiste en un ciclo menstrual más largo de lo habitual, mayor a 35 días, pero menor a 90. Está relacionado con una mayor fase folicular, ya que o al acabar un ciclo no comienza a madurar un folículo o porque el folículo empieza a desarrollarse, pero no completa el proceso, y lo sigue otro que madura con normalidad (92).



*Figura 13.* Consecuencias de la baja disponibilidad de energía en el eje hipotalámico- pituitario- gonadal. Tomado de: Hirschberg AL. Female hyperandrogenism and elite sport. *Endocr Connect.* 2020; 9(4): R81-92.

La dismenorrea se entiende como un problema ginecológico que abarca calambres dolorosos en la zona de la pelvis antes o durante la fase menstrual. También puede englobar otros síntomas como dolores de piernas y espalda, cefalea, diarrea, náuseas y vómitos. La dismenorrea primaria es aquella en la que los calambres no preceden de ninguna enfermedad o trastorno. Aún se desconoce cuál es la causa exacta que la provoca, aunque parece ser que se debe a un exceso de liberación de prostaglandinas en el flujo menstrual. Este exceso de hormonas provoca contracciones uterinas, disminuyendo la sangre en él y provocando que sus células sufran un déficit de oxígeno, lo cual se expresa en forma de dolor en la zona baja abdominal. También parece que en este proceso hay un aumento de citocinas proinflamatorias. La dismenorrea afecta menos a las deportistas que a las mujeres que no realizan actividad deportiva, por lo que se puede considerar un efecto beneficioso del deporte. Se ha visto como el ejercicio aeróbico y de alta intensidad ayuda a disminuir la intensidad del dolor y a mejorar la calidad de vida (93).

#### 1.3.9. Los anticonceptivos

Existen diferentes tipos de anticonceptivos. No todos los tipos son los mejores en todas las situaciones. Existe la anticoncepción reversible de larga duración, los métodos barrera, los anticonceptivos hormonales, los de emergencia y la esterilización. En el mundo del deporte femenino, por su influencia a nivel hormonal y por tanto en rendimiento y lesiones, resulta fundamental conocer los métodos hormonales (94).

Dentro de ellos, se dividen en los de acción corta y los combinados. A su vez, dentro de los métodos hormonales de acción corta se encuentran (95):

- Anticonceptivos inyectables: consiste en una inyección de una progestina cada tres meses. Aunque provoca una pérdida de densidad mineral ósea, al presentar menor nivel de hormonas algunas mujeres lo pueden tolerar mejor.
- Píldoras diarias solo de progestina, que interfieren con la ovulación o con la actividad espermática. Modifican los ciclos habituales uterinos y pueden producir sangrado entre los períodos menstruales habituales.

Los métodos hormonales combinados son aquellos que están formado por estrógeno sintético y un tipo de progestina. Se pueden presentar en forma de pastilla, de parche o de anillo vaginal. Presentan ciertos riesgos médicos, especialmente vasculares, asociados al estrógeno sintético. En ellos se incluyen (95):

- Anillos vaginales: consiste en una combinación de progestina y de etinilestradiol. Libera en la vagina hormonas durante 21 días. La cuarta semana se retira y se comienza con un nuevo anillo un nuevo ciclo.
- Parche anticonceptivo: se adhiere al tejido cutáneo y libera hormonas a través de la piel hacia la circulación sanguínea. Al igual que el anillo, se utiliza durante tres semanas y en la cuarta no se usa.
- Anticonceptivos orales combinados (“píldora”). Se trata del método anticonceptivo hormonal más habitual en el deporte; apareciendo en algunos estudios hasta en el 68 % de deportistas élite (96). Consiste en la toma de una píldora diaria formada por estrógeno sintético y progestina, que inhiben el proceso de ovulación. Disminuyen notablemente los valores endógenos de estradiol y progesterona, de manera que influyen en la regulación del eje hipotalámico-hipófisis-ovárico. El progestágeno inhibe la secreción de LH, eliminando así la ovulación. El estrógeno inhibe la FSH, evitando que se seleccione el folículo dominante. Existen países en los que la toma se realiza durante 21 días y se descansa 7 y otros en los que la toma es diaria pero los últimos 7 son inactivos (94). En función de la composición de la pastilla y de la potencia hay diferentes tipos. De manera general, pueden implicar cuatro perfiles hormonales distintos (95):

- Niveles de estradiol endógeno bajos, en torno a 60 pmol/ L, durante 21 días y los últimos 7 días se incrementa a 140 pmol/L.
- Niveles de progesterona endógena bajos, en torno a 5 nmol/ L.
- Incremento diario de valores de estrógeno sintético y progestina (de 2 a 6 pg/ mL), partiendo de valores iniciales ligeramente altos (2 a 6 pg/ mL).
- Liberación de hormonas exógenas durante 7 días.

Todos estos perfiles generan unas pseudofases del ciclo menstrual, ya que alteran las fases fisiológicas.

### 1.3.9.1. Anticonceptivos y deporte

Aunque en un primer momento los métodos anticonceptivos se destinaban a evitar el embarazo, en la actualidad también se usan para regular ciclos menstruales alterados, disminuir la sintomatología de la dismenorrea y menorragia o como tratamiento a patologías en las que influyen unos niveles hormonales alterados (95). Cada vez más deportistas informan haber utilizado los ACO estratégicamente para distintas finalidades. Una de ellas es para manipular el momento mediante la omisión de la menstruación, a menudo entendida como un perjuicio, mediante la toma de ciclos de ACO. También para disminuir los efectos secundarios del ciclo menstrual eumenorreico, tales como malestar general, dolor de cabeza, calambres o dolor (96,97). Es por ello, que a priori, puede parecer una opción buena para las deportistas. Aunque la bibliografía aún no tiene valores claros de referencia sobre la cantidad de deportistas que utilizan ACO, los datos que se obtienen muestran que es una tendencia creciente. En deportistas de élite noruegas, se observó cómo un 40,2 % utilizaban ACO, por un 27 % que lo usaban de la población control (98). En deportistas de equipo suecas, el porcentaje de usuarias de ACO era del 46 % (99). En deportistas de élite inglesas, este porcentaje subió a aproximadamente el 50 % (96). También existen otros estudios (100,101) en los que el porcentaje es menor (en torno al 14 %), aunque en ellos se incluían deportistas amateurs, cuyos porcentajes suelen ser más similares a los de la población general.

Aun no existe evidencia clara sobre su influencia en el rendimiento o en las lesiones. Existen resultados contradictorios sobre cómo afectan en la fuerza muscular (102,103), en las pruebas aeróbicas y anaeróbicas (104–106) y en el rendimiento en general (107,108). Existen estudios que hacen intuir que el rendimiento puede disminuir ligeramente como consecuencia de su uso (95,96). El perfil hormonal encontrado en mujeres usuarias de ACO es muy similar al encontrado en la fase folicular temprana, con valores bajos de estradiol y progesterona. En ambos casos, el rendimiento encontrado es muy ligeramente inferior comparado con el de otras fases (104,107). Esto puede indicar que la concentración de hormonas ováricas puede influir de manera muy leve en algunos individuos. Otros estudios no muestran esta afectación (109). Aun así, estos datos sugieren que no se debe relacionar la toma de ACO con un mejor rendimiento. Al no ser ergolíticos, se puede modificar intencionadamente el momento de la menstruación por privación (evitando así el sangrado en competición o momentos destacados de la temporada) sin influir en el rendimiento, aunque no se conocen las consecuencias a largo

plazo que tiene esto sobre la salud (96). Schaumberg *et al.* (110) ya han demostrado que esto es una práctica muy común entre las deportistas de élite.

Todos los cambios encontrados son tan pequeños que en la realidad pueden llegar a ser triviales, especialmente en deportistas amateur (96). Existen muchos factores que pueden moderar en la respuesta y necesidad de toma de ACO. Es necesario individualizar en cada caso sobre el uso de ACO (en función de la necesidad médica o de anticoncepción) y en la respuesta a su uso (grado de influencia negativa que puede tener sobre el rendimiento). Por ejemplo, existen deportistas con importantes síntomas menstruales que se pueden ver claramente beneficiados por los ACO, siendo los pequeños perjuicios observados claramente inferiores a los beneficios encontrados. Es importante tener en cuenta la gran variación entre las mujeres a la toma de ACO. Por ello, se deben considerar todos los factores relevantes, tanto positivos como negativos, antes de decidir sobre la toma (o no) de ACO. El tipo y la dosis también pueden influir notablemente (94,96).

#### 1.3.9.2. Efectos de los anticonceptivos orales

En el corto plazo, la presencia de sangrados intermenstruales o la amenorrea pueden darse en los primeros meses de tratamiento. El aumento de peso es la queja más habitual. Las náuseas, edema, hinchazón o pesadez se relacionan con un exceso de estrógenos. El cansancio, la depresión y la ausencia de libido se asocian a los gestágenos (111).

Son muy escasos los estudios que analizan el efecto de los anticonceptivos a largo plazo. Uno de los efectos a largo plazo que se conoce es el aumento de riesgo cardiovascular (accidentes cerebrovasculares, trombosis o infarto de miocardio). Estos efectos parecen haber disminuido con los anticonceptivos más modernos, de más baja dosificación (112). Sí parecen tener un efecto protector sobre el cáncer de endometrio y de ovario, disminuyendo el riesgo durante 15 años hasta en un 50 %. Por otro lado, sí se ha encontrado un riesgo de cáncer en el cuello del útero en las usuarias de ACO. Con respecto al cáncer de mama, no está clara su relación, aunque parece proteger sobre las enfermedades benignas del pecho (111).

Con respecto a la capacidad de embarazo, parece ser que la mujer recupera la fertilidad anterior a la toma una vez cesa el tratamiento, aunque la posibilidad de embarazo es mucho menor en los meses siguientes al cese de la toma. Sí se ha relacionado una mayor tasa de aborto espontáneo en aquellas mujeres que han sido usuarias de ACO (113).

## 1.4. HORMONAS, ANTICONCEPTIVOS Y LESIONES

Dentro de las ecuaciones de riesgo de sufrir lesiones en las mujeres, los factores hormonales ocupan un gran lugar, ya que son la base de la mayoría de diferencias sexuales entre hombres y mujeres a partir de la pubertad y tienen la capacidad de afectar al colágeno y su metabolismo, la remodelación de los ligamentos y la integridad de distintos tejidos, como el LCA (114).

### 1.4.1. Dificultad de estudio de perfiles hormonales

Los niveles hormonales están en constante cambio a lo largo del ciclo menstrual. Tradicionalmente en la bibliografía se ha establecido un ciclo típico de 28 días, con una fase folicular inicial (14 días) y una fase lútea (del 15 al 28), siendo la ovulación entre el día 10 y el 14. Habitualmente es en la ovulación cuando se detectan los mayores niveles de estrógeno y siete días después el pico de progesterona. Hay un segundo pico de estrógeno a mediados de la fase lútea. Conocer exactamente el perfil hormonal de cada mujer nos permite valorar el riesgo relativo de lesión ligamentosa o el grado de laxitud que puede representar a lo largo de su ciclo (115). La mayoría de las veces se asumen las características del ciclo en base a los días del calendario. Este hecho provoca que se comentan una gran cantidad de errores debido a la gran variabilidad que existe en los perfiles hormonales entre las mujeres. No sólo son diferentes los momentos en los que se dan las fases del ciclo, sino que los valores hormonales varían mucho entre unas mujeres y otras e incluso dentro de la misma mujer de un ciclo a otro (*Tabla 2*) (115).

Característica del ciclo	Rango en valores
Duración del ciclo	24–36 días
Día de test de ovulación positivo	Día 9–20
Día del primer pico de estradiol cerca de la ovulación	Día 8–25
Día de aumento de progesterona (<2 ng/mL)	Día 11–27
Día del pico de progesterona	Día 15–27
Concentración máxima de estradiol	86–295 pg/mL
Concentración máxima de progesterona	3,6–26,8 ng/ml
Concentración máxima de testosterona	37–115 ng/mL

*Tabla 2.* Variaciones del ciclo menstrual entre mujeres. *Tomado de:* Somerson JS, Isby IJ, Hagen MS, Kweon CY, Gee AO. The Menstrual Cycle May Affect Anterior knee laxity and the rate of anterior cruciate ligament rupture. *JBS Rev.* 2019; 7(9): 135- 143.

Por lo tanto, basándose solo en el uso de un diario o un rango de días del ciclo menstrual para asumir un evento hormonal en particular se estará asumiendo un error considerable (114).

#### 1.4.2. Las principales hormonas que influyen en el tejido músculo-esquelético

##### 1.4.2.1. Estrógenos

Los estrógenos son una hormona sexual que se produce a través de una serie de reacciones en el ovario a partir del colesterol, siendo la conversión final de testosterona a estradiol por la enzima aromatasa. Su secreción varía mucho a lo largo del ciclo menstrual, incrementando sus valores de 10 a 100 veces. Influye sobre los valores de otras hormonas como la hormona folículo-estimulante (FSH), la hormona luteinizante (LH) y la progesterona (116).

Sus valores alcanzan un primer pico justo antes de la ovulación. Tras ella, hay un rápido descenso de los niveles de estradiol, que vuelve a aumentar junto a la progesterona en la fase lútea (*Figura 14*). Las mujeres usuarias de anticonceptivos orales disminuyen los niveles de estrógeno y progesterona, eliminando también los incrementos cíclicos de LH y FSH (117).

Los estrógenos tienen una labor fundamental en el desarrollo, maduración y metabolismo de tejidos como el hueso, el músculo, ligamentos y tendones. No existe un consenso claro sobre si sus efectos son beneficiosos o perjudiciales. Por un lado, se ha visto como las mujeres con la menstruación tienen más lesiones ligamentosas (118). Por otro lado, las mujeres menopáusicas presentan mayor número de lesiones musculares, mayor desgaste óseo y muscular y menos respuesta al entrenamiento (119).

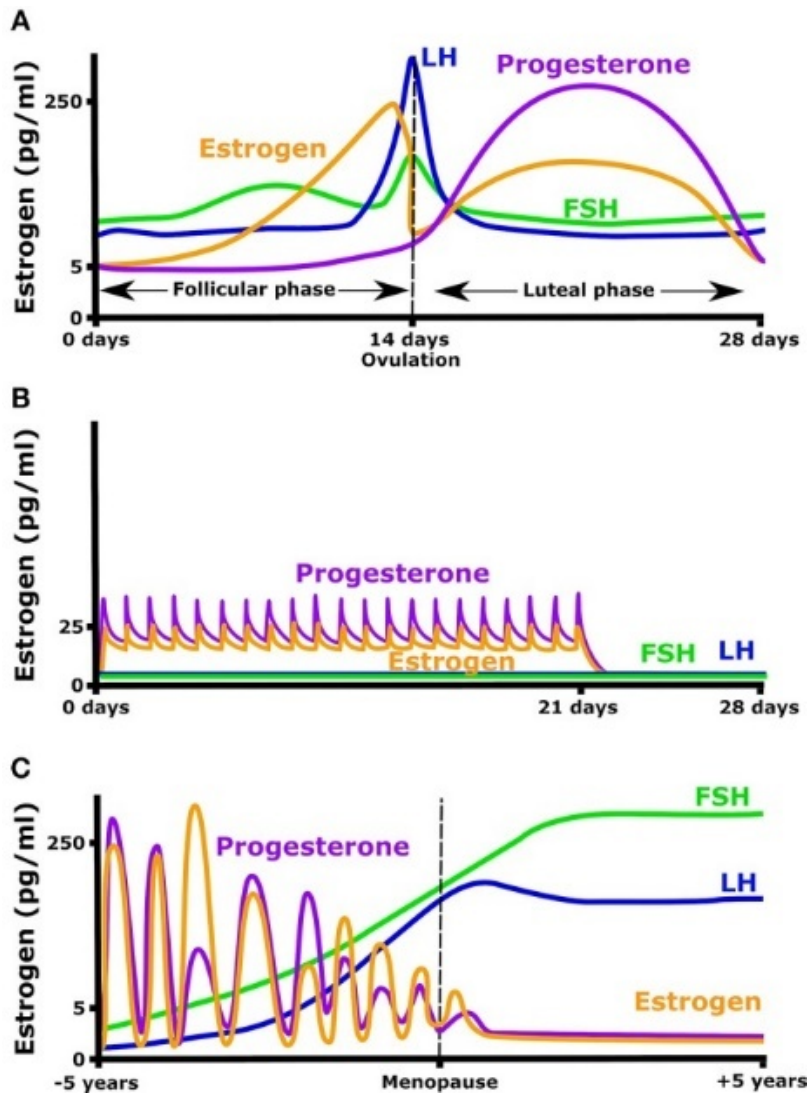


Figura 14. Fluctuaciones hormonales durante un ciclo menstrual normal (a), tomando ACO con estrógeno y progesterona (b) y los años antes y después de la menopausia (c). Tomado de: Chidi-Ogbolu N, Baar K. *Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. Front Physiol.* 2018; 9; 1834.

Las hormonas esteroideas influyen sobre las estructuras de tejido blando formadas por colágeno. Los tejidos expuestos al estradiol incrementan la síntesis de colágeno y su absorción, por lo que activan su metabolismo. Existe un consenso en la literatura sobre que el colágeno se ve muy afectado por las hormonas sexuales. Sin embargo, no existe unanimidad sobre de qué manera pueden influir, pero sí que lo hacen sobre el metabolismo de tejidos como el LCA y la síntesis de colágeno, en función de la dosis y el tiempo (114).

Parece ser que las propiedades mecánicas del LCA no se alteran tras una exposición prolongada a distintas concentraciones de estrógeno, pero sí lo hacen cuando esos cambios se producen de manera aguda (116).

#### *Estrógeno y músculo*

Uno de los principales tejidos sobre los que actúa el estrógeno es el músculo. En primer lugar, lo hace a nivel metabólico (120). A nivel de rendimiento, el estrógeno parece beneficioso para el aumento de masa muscular y fuerza. Se ha sugerido que niveles más altos de estrógeno están relacionados con mayor probabilidad de lesión en el músculo y peor cicatrización. Esto no ha sido claramente demostrado debido a las diferencias que se producen en función de la edad, la condición física y la intensidad del deporte (117).

Por otro lado, los estrógenos son importantes para la capacidad de respuesta del músculo ante estímulos anabólicos. Se ha mostrado como en mujeres menopáusicas hay una reducción a la respuesta a este tipo de estudios y que, tras utilizar un suplemento de estrógenos, se normalizó. Por tanto, a largo plazo, puede resultar en un aumento de la masa muscular (117).

#### *Estrógeno y tejido conectivo (tendones y ligamentos)*

Tanto en tendones como en ligamentos, el principal componente es el colágeno: 60-85 % tendón y en torno al 75 % para ligamento. El tipo I es el colágeno más habitual, siendo un 60 % en el tendón y un 85 % en el ligamento. Las propiedades mecánicas de ambos tejidos dependen de la estructura, orientación y densidad de este tipo de fibras (121).

Un ligamento más laxo tiene mayor riesgo de lesión. Es preferible un ligamento rígido que aporte estabilidad y disminuya la probabilidad de lesión (122).

Con respecto a los tendones, no ocurre así. Por una parte, un tendón rígido aumenta el rendimiento ya que transmite más rápidamente la fuerza producida por el músculo al hueso. Sin embargo, un tendón demasiado rígido provoca un exceso de tensión en el músculo. En vez de estirarse el tendón mientras se contrae el músculo, la rigidez tendinosa evita su estiramiento provocando que el músculo sea el que se estire mientras se contrae, soportando un exceso de trabajo excéntrico (117). Considerando que la carga excéntrica

es mucho más lesiva que el trabajo concéntrico o isométrico, un tendón demasiado rígido está asociado a un mayor riesgo de lesión.

Los datos muestran como las mujeres se lesionan menos muscularmente que los hombres, pero tienen más lesiones ligamentosas (123,124). Esto se relaciona con una menor rigidez del tejido conectivo en ellas. Se ha comprobado como la rigidez de la rodilla cambia a lo largo del ciclo de manera inversamente proporcional a los niveles de estrógenos; es decir, a mayores niveles de estrógenos, menor rigidez del tejido conectivo (124).

Este descenso de la rigidez tendinosa se relaciona con menos lesiones en la musculatura asociada. Esto explicaría por qué los hombres se lesionan más muscularmente que las mujeres (hasta un 54 % más), principalmente en los aductores (83 % más que las mujeres) y en los isquiotibiales (36 % más) (123). Además de sufrir menos muscularmente, también tienen menos riesgo de lesión tendinosa. Este riesgo se iguala de nuevo con los hombres en la menopausia, cuando desaparecen las fluctuaciones hormonales (125).

Se ha mostrado como a pesar de que las mujeres producen más colágeno, no se incorporan al tendón en la misma medida que en los hombres. De hecho, se ha demostrado que el 49 % del colágeno sintetizado es degradado antes de incorporarse al tejido. Este hecho hace plantearse que los estrógenos regulen de manera distinta la producción por un lado y por otro la incorporación de colágeno a la matriz tendinosa (121). El uso de anticonceptivos orales se ha relacionado con mayor probabilidad de sufrir tendinopatía de Aquiles, mayor daño muscular y mayor dolor muscular tardío. Es por ello que parecen necesarios los aumentos fisiológicos y cíclicos de los valores de estrógeno para proteger a los tendones y músculos (126).

#### 1.4.2.2. Andrógenos: la testosterona

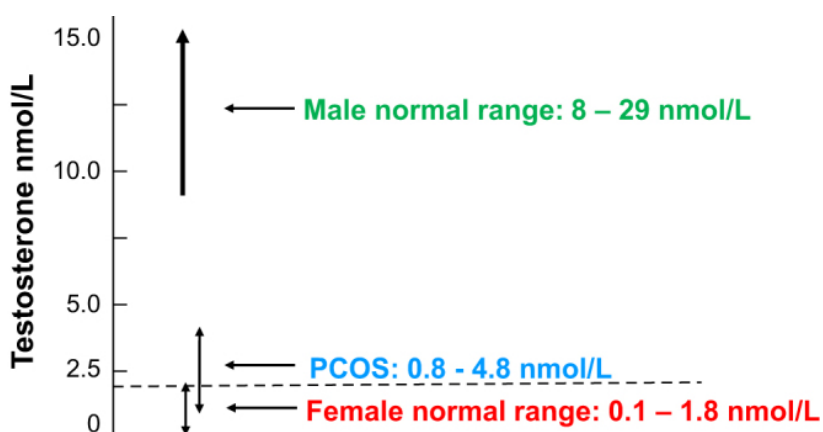
La testosterona es el andrógeno más importante. Aunque los niveles en las mujeres son mucho menores que en los hombres, también juegan un papel esencial. Es producida por los ovarios y las glándulas suprarrenales. Presenta diferentes funciones en las mujeres: mantenimiento del sistema músculo- esquelético, libido, salud sexual y la regulación del ciclo menstrual, mediante su participación en la producción de estrógenos. Alteraciones en los niveles de testosterona, tanto valores bajos como altos, tienen efectos negativos sobre la mujer (127). En el deporte también presentan una función muy importante, ya

que favorece el crecimiento muscular y la fuerza. Niveles altos pueden ser un indicio de trastorno endocrino, como el síndrome de ovario poliquístico. Niveles bajos, disminuyen el rendimiento y dificultan la recuperación de las lesiones (128).

Los niveles de testosterona varían mucho incluso dentro de unas mujeres a otras. Se han observado atletas de élite, especialmente de disciplinas que implican velocidad y potencia, que presentan mayores niveles de testosterona libre que aquellas que son amateur (129). Dentro de las mujeres deportistas, aquellas que se dedican a disciplinas de velocidad presentan valores más elevados que las del resto de disciplinas (130).

Al hablar sobre los cambios de los niveles de testosterona que se producen durante el ciclo menstrual, hay controversia. Algunos autores defienden que los cambios que se producen a lo largo del ciclo menstrual son leves (71,128); otros, sí que informan de cambios más significativos en los niveles, especialmente una elevación de testosterona en la fase folicular tardía y en la ovulación (131,132). Esto explicaría por qué algunos autores defienden que el trabajo de fuerza máxima mejora en esta fase (127). Algunos estudios han relacionado valores más altos de testosterona con una mayor acción protectora sobre el LCA, disminuyendo la actividad colagenolítica (133,134).

La testosterona está especialmente relacionada con el rendimiento deportivo. La gran diferencia entre sexos desde el punto de vista hormonal se explica por valores promedios de testosterona circulante entre 10 y 20 veces más bajos en las mujeres. Esta diferencia existe incluso en aquellas deportistas con síndrome de ovario poliquístico, donde los niveles de testosterona son más altos de lo normal en mujeres (*Figura 15*) (135).



*Figura 15.* Diferencias en los niveles circulantes de testosterona entre mujeres (rango normal), mujeres con síndrome de ovario poliquístico y hombres. Tomado de: Handelsman DJ, Hirschberg AL, Bermon S. Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance. *Endocr Rev.* 2018; 39(5): 803-29.

La manera en la que se explica la relación entre la testosterona y el rendimiento es por la gran cantidad de efectos que presenta sobre distintos sistemas, aunque prácticamente la totalidad de los estudios se han realizado en hombres. En el músculo aumentan el número de fibras musculares, de mionúcleos y el tamaño de las motoneuronas (134). Favorecen la síntesis de distintos factores de crecimiento, por lo que se aumenta la fuerza y la potencia y disminuye la probabilidad de lesión (136).

A nivel óseo, favorece los procesos de formación y regeneración de hueso. Esto resulta especialmente beneficioso en deportes de impacto con saltos o lanzamientos (70).

Presenta efectos sobre la formación de eritrocitos, el incremento de los niveles de hemoglobina (137) y sobre el comportamiento competitivo, reduciendo el miedo (133).

Los andrógenos influyen directamente sobre diferentes tejidos corporales; como muestra de ello es que en el LCA se han encontrado receptores de andrógenos. Niveles altos de testosterona se han asociado con rigidez del LCA. Mientras, la relación estrógeno/testosterona se vinculan negativamente con la rigidez del LCA. El estrógeno parece dominar sobre las propiedades de tendones y ligamentos, ya que, en la fase de ovulación, la laxitud de rodilla aumenta (138).

#### 1.4.2.3. Relaxina

La relaxina es una hormona peptídica que los estudios recientes la marcan como esencial para explicar por qué las mujeres sufren más ciertos tipos de lesiones, especialmente el LCA (139,140). Está presente tanto en hombres como en mujeres. Sus valores son más bajos en la fase folicular, para empezar a aumentar en el día 6, alcanzando su máximo entre los días 21 y 24 del ciclo menstrual (141). Pero se trata de una hormona que varía mucho, tanto en niveles como en tiempo (*Figura 16*). Algunas mujeres presentan valores casi indetectables mientras que otras presentan valores similares a los que se producen en el embarazo. Algunas tienen picos puntuales en la fase folicular y otras, valores altos mantenidos todo el ciclo. Esto se debe probablemente a la gran variabilidad de cada mujer en el momento y a la concentración de esteroides sexuales, ya que la secreción de relaxina y su influencia sobre el metabolismo del colágeno están modulados principalmente por estradiol (142). Tiene funciones autocrinas, endocrinas y paracrinas, por lo que sus valores séricos no reflejan exactamente sus fluctuaciones (143).

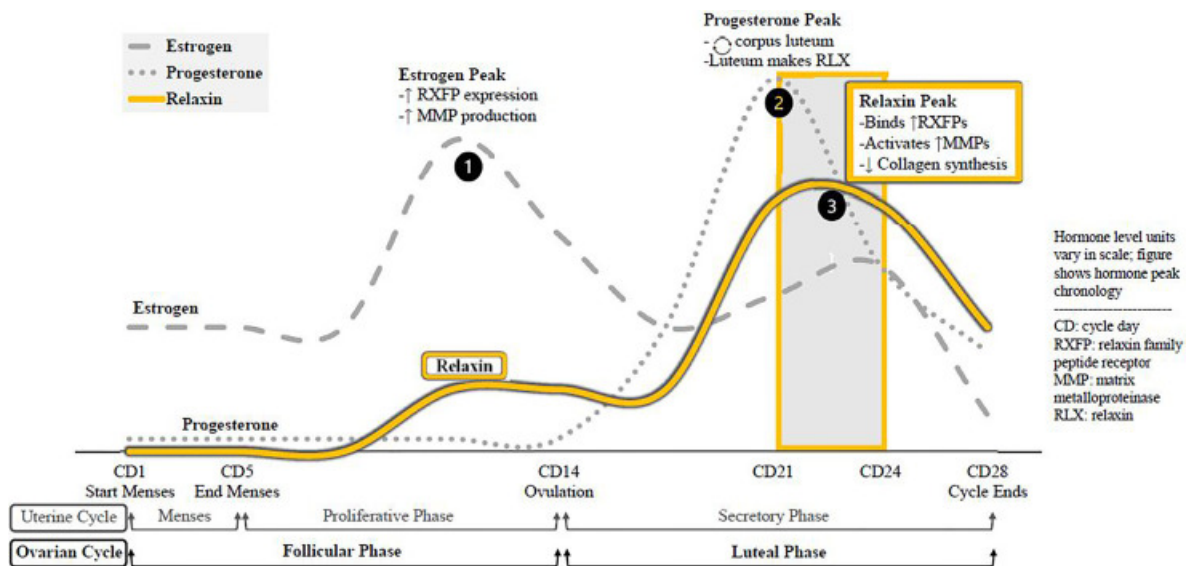


Figura 16. Fluctuación a lo largo del ciclo menstrual de la relaxina, en comparación con el estrógeno y la progesterona. Tomado de: Parker EA, Meyer AM, Goetz JE, Willey MC, Westermann RW. Do relaxin levels impact hip injury incidence in women? A Scoping Review. *Front Endocrinol.* 2022; 13:827512.

Es sintetizada en su mayor parte en el cuerpo lúteo, pero también en endometrio, placenta, tejido mamario y próstata. La relaxina cicla con el resto de hormonas menstruales y debilita el colágeno en los tejidos diana. Es una hormona necesaria para el parto pero puede resultar perjudicial fuera del sistema reproductivo. Se han relacionado las roturas de LCA en chicas con los momentos en los que existen picos de esta hormona (139,144).

Se ha observado como la relaxina tiene una influencia importante sobre la remodelación de tejidos blandos (ligamento, cartílago, tendón y dermis). Se encarga de la renovación de la matriz extracelular, mediante la descomposición del colágeno, fibrocartílago y proteínas de la matriz extracelular, así como reduce la expresión de colágeno I, III y IV total (143). Por tanto, tiene efecto colagenolítico, disminuyendo la producción y depósito de colágeno, empeorando el proceso cicatricial, con colágeno menos denso y organizado (145). Estos resultados dan evidencia de la capacidad de esta hormona para actuar sobre la estructura y función de los tejidos como ligamentos, pudiendo provocar una peor calidad del ligamento, con mayor laxitud y así aumentar el riesgo de lesión (145).

El colágeno es estable, por lo que estos cambios se asocian más a la exposición crónica de relaxina y explicarían por qué presentan mayores niveles de laxitud inicial y posiblemente el por qué se va debilitando el LCA de las mujeres con el paso del tiempo

(146). Pese a ello, también puede actuar de manera aguda en el alargamiento del ligamento, ya que detiene los enlaces interfibrilares, dejando que las fibras se deslicen y reorienten. Este hecho sería una posible explicación de los incrementos agudos en la laxitud de rodilla observados en la mujer durante la fase lútea del ciclo menstrual (cuando aumentan los niveles de relaxina) (116).

Precisamente se han encontrado receptores de relaxina en LCA humano, por lo que influyen directamente en la laxitud del LCA y en su estructura. Hay más receptores en mujeres que en hombres, y más en mujeres jóvenes que mayores (147). Debido a que el colágeno es el principal encargado de la carga dentro del LCA, los efectos ya comentados que provoca la relaxina sobre el colágeno, se deduce que concentraciones séricas elevadas de relaxina provocan un aumento en la laxitud del LCA y su debilidad. Esta conclusión fue encontrada también en el estudio de Dragoo *et al.* (146) en el que las jugadoras que se lesionaron tenían unos valores de relaxina tres veces más que las no lesionadas. En otro estudio retrospectivo (148), se hallaron valores más altos de relaxina y de laxitud de rodilla en mujeres que se habían lesionado el LCA en comparación con las que no habían sufrido esta lesión. Por su parte, la disminución de estos niveles con anticonceptivos orales disminuyó el número de las lesiones (139,140,149,150). Los picos previos de estrógeno y progesterona preparan a los tejidos diana y favorecen la acción de la relaxina. Este hecho se ve claramente facilitado por los receptores de relaxina en los LCA femeninos, ya que a nivel microfisiológico, se favorece la degradación del colágeno y se inhibe la producción de nuevo colágeno (143).

La relaxina funciona según la dosis, la localización y la presencia de otras hormonas. Los RXFP son los receptores peptídicos de la relaxina. Su ubicación muestra su función fisiológica. La relevancia que se ha encontrado en la relación de la relaxina con el LCA es que los RXFP se encuentran en el revestimiento sinovial de LCA de las mujeres. En hombres, no (143).

También se ha demostrado el efecto de la relaxina en la inestabilidad aguda del hombro en aquellas deportistas que realizan ejercicios de lanzamiento, así como en las lesiones de cadera de las mujeres. Todas muestran como la presencia de receptores de relaxina en múltiples articulaciones en la mujer es la clave para entender su trascendencia en las lesiones ligamentosas (143).

A nivel muscular se ha establecido la relaxina como una ayuda para mejorar el proceso de regeneración. Al disminuir la deposición de colágeno en el tejido fibrótico y reduciendo la inflamación de los tejidos, se mejora el proceso de regeneración frente al de cicatrización (151).

Resulta necesario conocer las relaciones entre la relaxina y el resto de hormonas sexuales para determinar cómo puede influir la relaxina en las lesiones. Se ha encontrado como el estradiol circulante es un regulador primario de la secreción de relaxina (145). Existe controversia sobre si el estrógeno influye en el efecto de la relaxina sobre el tejido diana (145,152). Por otra parte, se ha observado como la progesterona y la testosterona disminuyen la secreción de relaxina, inhibiendo de esta manera el aumento de movilidad pasiva de la rodilla (152).

Por lo tanto, para avanzar en este apartado la ciencia debe de tener en cuenta: (1) conocer los niveles de relaxina en eventos hormonales conocidos (y no en función de días del calendario), (2) conocer cuando está en los niveles más bajos y cuando en los más altos y (3) considerar la concentración del resto de hormonas sexuales circulantes para poderlo relacionar con la acción de la relaxina.

### 1.4.3. Tejidos a lo largo del ciclo menstrual

#### 1.4.3.1. El músculo

Uno de los tejidos afectados por los cambios hormonales que se producen a lo largo del ciclo es el músculo. Muestra de ello es que también se han observado receptores de estrógeno en él (131). Se ha mostrado como en las extremidades inferiores durante el ciclo menstrual hay cambios en la rigidez (153), la activación (154), el control neuromuscular de los isquiotibiales, fuerza (155) y flexibilidad (156). Se ha relacionado un descenso de la rigidez de las extremidades inferiores durante la ovulación, cuando los estrógenos aumentan. Se ha sugerido que esta disminución de la rigidez compromete la estabilidad dinámica de la rodilla, haciéndola más susceptible a sufrir una lesión (156). Existe mucha controversia sobre cómo afectan los cambios hormonales a la musculatura. Esto se muestra en la gran cantidad de autores que no observan cambios en la fuerza (157–160), la fatigabilidad (158) ni en la rigidez (161) a lo largo del ciclo. Exactamente lo

mismo ocurre con la toma de los anticonceptivos y sus efectos en el músculo; los hay que encuentran cambios (155) y los que no (157).

Dentro de las dificultades que existen para valorar si los cambios hormonales afectan las propiedades musculares y con ello, el riesgo de lesión, son las grandes variaciones existentes entre los estudios realizados: 1) musculatura evaluada, 2) características de la población de estudio, 3) momentos dentro del ciclo, 4) método para identificar dichos momentos y 5) metodología para obtener los resultados. En lo que sí que coincide toda la bibliografía publicada es en que se necesita más conocimiento sobre cómo afectan los cambios hormonales al músculo. Parece que la fluctuación de los niveles de estrógenos puede influir en la musculatura, pero hasta el momento se considera que los cambios son pequeños como para ser relevantes (131).

Uno de los músculos más estudiados son los isquiotibiales, debido a su importancia para frenar la traslación anterior de la tibia (162). Se entiende por rigidez la relación entre los cambios de fuerza y de longitud. Isquiotibiales más rígidos limitan un mayor cajón anterior en la rodilla, lo que disminuye la probabilidad de lesión. En las mujeres se han encontrado una menor rigidez en isquiotibiales y en las extremidades inferiores, lo que puede provocar un mayor riesgo de lesión del LCA (156). Se ha expuesto como una mayor rigidez está relacionada con un mayor nivel de fuerza en menos tiempo comparado con los isquiotibiales menos rígidos. De esta manera, un descenso de la rigidez de los isquiotibiales durante a la ovulación por el incremento de estradiol dificulta la acción neuromecánica, incrementando el riesgo de ruptura de LCA (156).

Con respecto a la toma de anticonceptivos y el músculo, diversos estudios no asocian cambios en las propiedades del músculo a lo largo del ciclo menstrual ni con la toma de ACO (95,156). Kubo *et al.* (161) tampoco encontraron cambios en la rigidez muscular ni en la menstruación ni en la ovulación, por lo que se puede interpretar que estas hormonas no tienen un efecto principal sobre la musculatura.

Una de las dificultades que se pueden encontrar al revisar la bibliografía es que se analiza el efecto de las hormonas reproductivas justo en momentos específicos del ciclo menstrual. Sin embargo, Shultz *et al.* (114) ya mostraron como a nivel de laxitud de rodilla las hormonas tienen un efecto retardado. Se desconoce si este retraso también se da en el músculo.

#### 1.4.3.2. Tejido conectivo: ligamento y tendón

Se han observado diferencias en las propiedades tendinosas y ligamentosas de las mujeres con respecto a los hombres en la edad fértil. Estas diferencias no están en la pubertad y desaparecen en la menopausia, lo que indica la importancia hormonal en estos cambios. Los mayores cambios hormonales se observan en la pubertad, precisamente cuanto mayor riesgo de lesión de LCA existe (125).

Una de las principales diferencias es el tamaño de sección transversal del tendón. Los hombres presentan un mayor tamaño que las mujeres. Los hombres entrenados presentan un mayor tamaño que los hombres no entrenados. En las mujeres esta diferencia no existe, por lo que se deduce que la capacidad de adaptarse al entrenamiento es menor en los tendones de las mujeres (163).

Otro hecho importante es que la calidad del tendón es peor en mujeres que en hombres. Se ha demostrado como ante una carga, la tensión sufrida ante la máxima carga es menor en los fascículos tendinosos de las mujeres que en el de los hombres. Tras analizar el tendón rotuliano se observó cómo tanto la masa del propio tendón como el contenido de colágeno por peso del tendón son menores en las mujeres que en los hombres. Las mujeres tienen más colágeno tipo II, provocando una mayor flexibilidad elástica (125).

Precisamente la renovación del colágeno tendinoso es un proceso lento, en el que el núcleo de colágeno del tendón es el mismo y es la capa externa la que cambia por los diversos estímulos. Estos estímulos son el entrenamiento y también las hormonas. Ante una misma carga de entrenamiento, la tasa de síntesis de colágeno es menor en mujeres que en hombres, lo que de nuevo marca la importancia hormonal (164).

A lo largo de las distintas fases del ciclo menstrual se han observado importantes cambios. El hecho de cómo afecta el ciclo menstrual a la laxitud articular ha generado mucha controversia. En una revisión sistemática, en seis de nueve estudios no se encontró ninguna relación (165). Otro metaanálisis sí que mostró una laxitud de rodilla mucho mayor alrededor de la ovulación, momento en el que están los valores más elevados de estrógenos. Muestran como la laxitud es más baja en la fase folicular temprana (nivel bajo de estrógenos) y media en la fase lútea (valores altos de los estrógenos) (166). Sin embargo, aún no existe un consenso claro (153,167). Por otro lado, se ha encontrado una relación inversa el estradiol circulante y la rigidez de tendones en jugadoras de

balonmano: a mayores niveles de estradiol, menor rigidez (168). Reportaron cambios en la misma dirección en el genu recurvatum y laxitud articular general (169).

Los cambios de laxitud de tendones y ligamentos se explican cuando se demostró de manera in vitro que el estrógeno disminuye la función mecánica de los ligamentos, al inhibir entre un 61-77 % la enzima lisil oxidasa, encargada de la síntesis y maduración del colágeno de la matriz extracelular. Si esto ocurre de esta manera in vivo, la rodilla alcanzaría una mayor laxitud en los días cercanos a la ovulación, aumentando por tanto el riesgo de lesiones como la del LCA (116) . Se ha visto como jóvenes deportistas, niveles altos de estrógeno aumentan el riesgo de lesiones ya que reducen la capacidad de respuesta a la carga mecánica en la síntesis de colágeno y provoca una mayor laxitud articular, facilitando la aparición de la lesión (170).

Se debe de tener en cuenta que los niveles de estrógenos varían mucho de unas mujeres a otras y en unas fases y otras dentro de cada mujer. Es importante destacar que el estrógeno actúa de manera diferente en tejidos ricos en colágeno por la variedad en la carga, las diferencias en la distribución y los receptores de estrógeno (125). De esta manera, se ha visto como en el tendón rotuliano, rico en colágeno tipo I al igual que la gran mayoría de tendones y ligamentos, presenta una mayor rigidez cuando los valores de estrógenos son más altos. También se ha observado como la flexibilidad de la articulación de la cadera es menor cuando los niveles de estrógenos son más bajos (121). De esta forma los niveles bajos de estrógenos no benefician la recuperación de lesiones tendinosas ni ligamentosas (171).

Por lo tanto, el efecto de los estrógenos sobre el tejido conectivo no está del todo aclarado. Parece que en deportistas jóvenes elevados niveles fisiológicos de estrógeno aumentan el riesgo de lesión, ya que puede disminuir la respuesta de síntesis de colágeno a la carga mecánica y se asocia a un incremento de laxitud articular, lo que se asocia a más lesiones tendinosas y ligamentosas (125).

#### 1.4.4. Anticonceptivos y lesiones

Debido a las altas tasas de lesiones musculoesqueléticas, especialmente de LCA y de tobillo, que se dan en las mujeres, así como la evidencia convincente de que las hormonas influyen en ellas, son diversos los estudios que intentan relacionar la toma de anticonceptivos hormonales con la salud musculoesquelética (142).

El LCA es el ejemplo perfecto de como influyen las hormonas. La relaxina tiene función colagenolítica en las células del LCA femenino (no en el masculino). Las deportistas con mayores niveles de relaxina presentan mayor probabilidad de lesionarse este ligamento (145). El estrógeno también interviene en procesos catabólicos en estas células, disminuye la fuerza del ligamento y aumenta su laxitud. La progesterona en cambio reduce dicha laxitud y la degradación de colágeno provocada por la relaxina (117).

Se han encontrado receptores de relaxina, estrógeno y progesterona en diversos tejidos como el ligamento lateral interno de la rodilla, el tendón rotuliano, de Aquiles, tibial posterior, el LCA y el flexor largo de los dedos. Sus diferentes maneras de influir sobre este tipo de tejidos hacen que sus valores y combinaciones puedan afectar al número de lesiones músculo-esqueléticas (142).

El uso de anticonceptivos hormonales orales inhibe la secreción endógena de estradiol, eliminando los cambios de estrógeno durante las fases del ciclo menstrual. Por una parte, se han relacionado los ACO con una menor síntesis de colágeno en el tendón, lo cual puede provocar alteraciones en la adaptación del tendón al entrenamiento y una peor respuesta a la carga mecánica. Este hecho explicaría por qué las usuarias de ACO presentan más dolor muscular tras el ejercicio intenso que las que no lo son: un tendón más flexible disminuye la carga de tracción sobre las uniones músculo-tendinosas durante las contracciones musculares (125). En relación a ello, se ha mostrado una mayor incidencia de tendinopatía de Aquiles en usuarias de ACO comparado con las no usuarias (172).

A pesar de que los ACO disminuyan los niveles de hormonas endógenas y relaxina, también son capaces de actuar sobre tejidos blandos. Depende mucho de cómo se administre dicha hormona anticonceptiva, ya que puede ser monofásica o trifásica. Las concentraciones de estradiol exógeno y progesterona pueden cambiar y ser de 3 a 5 veces mayor y 1 a 2 veces mayor respectivamente que los valores endógenos normales. La composición puede variar; siempre se usa el mismo estrógeno sintético (etinilestradiol)

pero se usan distintos progestágenos. La capacidad de contrarrestar los efectos estrogénicos de los distintos progestágenos puede cambiar, debido a que cada uno tiene una potencia y una androgenicidad (173). Estas variaciones en parte explicarían la variedad de resultados que se encuentran al comparar el efecto de los ACO sobre el metabolismo del colágeno, la laxitud de rodilla y la estructura de los tejidos.

Los anticonceptivos hormonales modifican drásticamente los niveles de relaxina, estrógeno y progesterona (139). Las formulaciones anticonceptivas pueden ser diferentes y presentar estrógeno y progestina, o sólo progestina. Al suministrar hormonas exógenas se inhibe el eje hipotalámico-pituitario-gonadal. De esta manera, la síntesis endógena de estrógeno y progesterona se reduce notablemente, estabilizando los valores hormonales y perdiendo los picos naturales y cíclicos hormonales. También influyen sobre la relaxina. Al eliminar los ciclos hormonales mediante la ingesta del anticonceptivo, se suprime la ovulación, inhibiéndose la formación del cuerpo lúteo. Precisamente es en el cuerpo lúteo donde se sintetiza principalmente la relaxina en mujeres no embarazadas, por lo que los niveles de relaxina disminuyen notablemente (174).

En teoría, al ser esto así, los ACO que mayor inhibición de la ovulación producen reducirían en mayor medida el riesgo de lesionarse el LCA. Por lo tanto, las píldoras combinadas en comparación con las que sólo tienen progestina pueden ser mejor para disminuir este riesgo (175). Pese a ello, el único estudio que ha comparado el efecto de ambas sobre las tasas lesionales de LCA no encontró diferencias significativas (176).

Otra manera mediante la que los ACO pueden actuar sobre el riesgo lesivo del LCA es mediante la inhibición del eje hipotalámico-pituitario-gonadal. Así se disminuyen los cambios cíclicos del estrógeno, y nunca alcanzan su valor más alto, además de reducir la producción endógena del estrógeno (175). Por lo tanto la toma de ACO debería reducir el riesgo al bajar los niveles de relaxina y estrógeno. Aquellos ACO que presentan tanto estrógeno como progestina en teoría disminuirían más el riesgo si la dosis de estrógeno es más baja. Dos estudios de alta calidad compararon el uso de ACO y las lesiones de LCA. El primero (177) encontró que un efecto positivo en la reducción de las lesiones. El segundo (176), comparó a las que tomaban dosis monofásicas con las trifásicas y observaron que las primeras tenían un menor riesgo de lesión. Los anticonceptivos trifásicos presentan dosis de progesterona más bajas en las primeras partes del ciclo en comparación con los monofásicos (142). Precisamente esa puede ser la causa de por qué los ACO monofásicos tienen menos lesiones, ya que están expuestos a mayores niveles

de progesterona. Esta actúa de manera contraria al estrógeno y a la relaxina en el LCA, reduciendo la laxitud del LCA y la degradación del colágeno.

Por otro lado, se ha relacionado la toma de ACO con una menor laxitud articular en la rodilla (166). Al disminuir la laxitud de la rodilla, disminuye el riesgo de sufrir una lesión de LCA durante la ovulación (178). Con respecto a las lesiones de LCA hay estudios que defienden su capacidad protectora (177–179) y otros no están de acuerdo (180–182). Tres de los estudios más recientes y completos sí han observado una reducción de las lesiones en torno al 20% en las usuarias de ACO (176,177,183). Sugirieron que este efecto protector podía cambiar con el tiempo y estar más marcado entre 15 a 19 años, donde el riesgo se redujo hasta un 63 %.

Aun son pocos los estudios que han analizado la laxitud de rodilla con el uso de ACO. Hace tiempo, Pokorny *et al.* (184) no encontraron cambios entre las usuarias y no usuarias de ACO, mientras que Martineu *et al.* (185) sí que hallaron menor laxitud de rodilla en las mujeres que toman anticonceptivos en un día aleatorio durante el ciclo. Más adelante Lee *et al.* (166) compararon la laxitud en todas las fases del ciclo, y en todas ellas las no usuarias tenían más laxitud, especialmente en fase ovulatoria y lútea. Al comparar diariamente durante todo el ciclo, los resultados fueron muy similares durante casi todos los días, salvo en la fase lútea temprana, justo después del pico posterior de estrógeno, antes de aumentar la progesterona, cuando las mujeres que no consumían ACO aumentaron la laxitud. En todos los estudios (142), los niveles de laxitud fueron más estables en mujeres que tomaban anticonceptivos con respecto a aquellas mujeres eumenorreicas que no lo hacían.

La gran mayoría de estudios realizados en la actualidad sí que sugieren una relación entre las hormonas y la lesión de LCA. En conjunto, se sugiere que la fase lútea es el momento de menos riesgo de esta lesión. La fase ovulatoria parece ser la que mayor riesgo implica (178,181,186,187). Si las fluctuaciones hormonales realmente causan un aumento de riesgo, la supresión de estos cambios mediante la toma de anticonceptivos debería reducirlo. Los dos estudios más completos realizados hasta la fecha sugieren que disminuyen el riesgo lesional hasta en un 20 % (176,177). Se debe tener en cuenta que sus datos fueron tomados de fuentes administrativas de pacientes intervenidas. Un estudio de cohorte a largo plazo con deportistas que tomaran o no ACO sería de gran ayuda en el futuro. La calidad de la evidencia actual existente es muy baja.

Existen dos estudios de alta calidad de evidencia que estudiaron si los ACO disminuían la ruptura de LCA (176,177,188). Encontraron que para que esa relación tuviera efecto debían estar tomando ACO durante al menos 3 meses o de 1 a 5 años. Otro reciente estudio, ha llegado a afirmar que este efecto protector es especialmente trascendente entre los 15 y los 19 años, reduciendo en un 63 % la tasa de ruptura del LCA (189). Por otra parte, los estudios que no encontraron efecto ninguno son de baja evidencia de calidad (139,181,182). Cabe destacar que estos tres estudios analizaron la influencia del uso del ACO en una fase específica del ciclo.

Al valorar la laxitud de tejidos blandos, existe un estudio de alta calidad que determinó que los ACO disminuyen la traslación tibial anterior (185). Otros estudios de calidad de evidencia más baja encontraron resultados positivos o insignificantes (166,167,184,190,191). La traslación tibial anterior es el principal indicador de laxitud ligamentosa. Debido a los cambios hormonales ya explicados, la estabilidad hormonal aportada por el ACO resultaría en una mayor cantidad y calidad de colágeno en el ligamento, por lo que disminuiría su laxitud y sería menos susceptible de lesionarse.

## 1.5. PROBLEMAS DE LA MUJER DEPORTISTA

### 1.5.1. Lesión de ligamento cruzado anterior

La rotura de LCA se ha convertido en un auténtico reto para los preparadores físicos y sanitarios que trabajan en el deporte femenino. Se ha estimado como la lesión que más se da en las mujeres comparada con los hombres, entre 4 y 8 veces más (114,192). Tiene una mayor incidencia en acciones sin contacto. En este estudio se han analizado cuatro de los deportes colectivos que mayor incidencia de esta lesión presentan: rugby, fútbol, baloncesto y balonmano. El voleibol es otro deporte en la que la incidencia lesional es muy alta (193). A pesar de la gran investigación que ha recibido este tema en los últimos años, siguen siendo elevados los números de lesiones que se encuentran temporada tras temporada.

Las consecuencias no son sólo a a nivel deportivo, sino que afectan a distintos ámbitos. A nivel económico, en Estados Unidos se ha estimado un gasto de 7,6 mil millones al año cuando hay cirugía y 17,7 mil millones al año cuando el tratamiento es conservador (194). A nivel de rendimiento, la tasa de retorno al deporte es menor al 50 % (188).



*Figura 17.* La deportista Carolina Marín tras romperse el LCA (*Fuente:* Diario Marca, 28 enero 2019).

Para poder elaborar correctos programas de prevención se deben entender todos los factores que influyen sobre la lesión de LCA.

En baloncesto predominan las lesiones sin contacto tanto en hombres como en mujeres. Existen otras rupturas de LCA que se producen justo después de contactar con otra deportista. Por tanto, establecer programas de prevención en los que se incluyan mecanismos indirectos de las lesiones de LCA es necesario. Especialmente, la recepción tras salto es el mecanismo más habitual de lesión en chicas (195). Los cambios de dirección y desaceleraciones también son los otros mecanismos en los que se suelen producir las roturas de LCA (196).

En balonmano, varios estudios obtienen como las rupturas producidas sin contacto son superiores a las de contacto (197,198). Con respecto a las lesiones por contacto, son más habituales aquellas por traumatismo indirecto que directo (197). Sobre las lesiones sin contacto, en chicas es más habitual con el mecanismo de recepción tras salto. Le siguen los cambios de dirección y las desaceleraciones. En chicos los tres mecanismos influyeron por igual (196,197).

La edad, en algunos estudios, se ha visto como otro factor de riesgo, siendo entre 14 y 20 años la edad en la que más rupturas de ligamento cruzado anterior se pueden producir, especialmente en chicas. La principal causa por la que se considera como factor de riesgo realmente está relacionada con una mayor extensión pasiva y falta de fuerza isocinética a esas edades, en las que las demandas deportivas a su vez se van incrementando (199). Se ha observado en mujeres como a medida que aumenta la edad tras la pubertad, aumenta el movimiento de valgo de rodilla, por lo que aumenta la probabilidad de lesión (200).

Precisamente la principal diferencia encontrada entre las y los deportistas lesionados es el exceso de valgo 5,3 veces mayor en las mujeres que en los hombres. Este gesto mecánico suele ser el detonante de la rotura del LCA (201).

Lo que sí es unánime en toda la bibliografía es que las lesiones de LCA son multifactoriales y que presenta diferentes factores de riesgo en las mujeres.

Los factores anatómicos difieren en las mujeres con respecto a los hombres. Son varias las diferencias que pueden aumentar el riesgo:

- Un ángulo Q normal se encuentra con valores entre 8 y 17 °. En mujeres este ángulo es claramente mayor. Se debe a que, de manera general, las mujeres presentan una pelvis más ancha y un fémur más corto. Esto provoca que haya un incremento de estrés medial sobre los ligamentos de la articulación.

Las deportistas que han sufrido esta lesión tienen aún más ángulo Q que aquellas que no se lo han lesionado (202). Esta disposición anatómica provoca una mayor fuerza de rotación tibio-femoral, apareciendo una traslación tibial anterior dinámica, aumentando la tensión sobre el LCA (199).

- La torsión femoral altera la biomecánica de las extremidades inferiores. Se entiende torsión femoral por el ángulo entre el eje del cuello femoral y una línea transversal a través de la cara posterior de los cóndilos femorales. El hecho de que el fémur esté en anteversión altera el brazo de palanca del glúteo medio, que es el que debe disminuir el valgo para mantener la cadera en abducción, sobre todo en acciones como recepción tras salto, cambio de dirección o giro. El hecho de ir con los dedos hacia adentro muestra esta torsión femoral, que se relaciona con una mayor torsión tibial externa, que facilita el valgo dinámico en la rodilla (203).
- El ángulo entre tendón rotuliano y diáfisis de la tibia influye de manera directa en la fuerza cizallante que ejerce el tendón sobre la tibia. Debido a la angulación encontrada en mujeres esta fuerza es mucho mayor, y ha sido identificado como factor de riesgo para la ruptura del LCA (204).
- El área transversal del LCA es menor en las mujeres, lo cual puede suponer un riesgo para su ruptura. También presentan menos área con fibrillas de colágeno con respecto a los hombres (205).
- El ancho de la escotadura intercondílea también es menor en las mujeres. Se ha relacionado un menor ancho de la escotadura con un mayor riesgo de ruptura del LCA (206).
- En mujeres que sufrieron ruptura de LCA se analizaron la posición de cadera y pelvis en bipedestación, posición de la rodilla, longitud de la musculatura isquiotibial y angulación de la articulación subastragalina y del escafoides. Las diferencias fueron significativas con respecto a aquellas que no se habían lesionado, pero no se puede afirmar si son la causa de la ruptura del ligamento o la consecuencia (202). Especial importancia presentan el tronco, la pelvis, la cadera y el tobillo para entender el funcionamiento de la rodilla. Una inclinación de la pelvis hacia anterior provoca una rotación interna, flexión y anteversión de la cadera, alargando y debilitando la musculatura isquiotibial y cambiando los brazos de palanca de los glúteos. La musculatura isquiotibial es la encargada de disminuir el desplazamiento tibial anterior y de prevenir el genu recurvatum tanto en estático como en dinámico. Por su parte, el glúteo mayor participa en la flexión

de cadera y el glúteo medio actúa disminuyendo el valgo dinámico. La inclinación anterior de la pelvis aumenta el valgo de rodillas y la pronación subastragalina, factores que se encuentran en las lesionadas de LCA (207).

- La laxitud articular en general, y más específicamente la laxitud anteroposterior de la rodilla y la extensión pasiva de la rodilla han sido establecidos como claros factores de riesgo para la ruptura del LCA. Las mujeres muestran mayores niveles de laxitud de rodilla que los hombres (207). Uhorchak *et al.* (208) establecieron en un grupo de deportistas lesionadas del ligamento comparada con otro grupo sano, que hasta el 78,7 % de mujeres lesionadas presentaban genu recurvatum, mientras que en las no lesionadas ese porcentaje era del 37 %. Este riesgo aumenta proporcionalmente a medida que aumenta la laxitud y la extensión. Estos factores provocan un aumento de carga sobre el LCA al incrementar la traslación de la tibia hacia delante sobre el fémur, cuando la rodilla pasa de no soportar peso a soportarlo, algo que puede ocurrir tanto en un cambio de dirección, en la desaceleración de la carrera como en la recepción de un salto (199). Otro segundo mecanismo por el que se puede producir este aumento de laxitud es biológico. Las diferencias sexuales con respecto al tamaño y a la laxitud del LCA son reguladas por procesos metabólicos de remodelación que actúan sobre los componentes del ligamento. El potente efecto que tienen las hormonas sobre el metabolismo del colágeno y la laxitud del LCA hace que las grandes fluctuaciones hormonales sexuales estén muy relacionadas con el aumento de laxitud y por tanto con el incremento de riesgo de ruptura del LCA(115).
- El índice de masa corporal también ha sido establecido por algunos autores como un factor de riesgo, especialmente en deportistas. Aquellas que presentan un IMC mayor o igual de 22,5 kg/m<sup>2</sup> tienen mayor riesgo de lesión. Se argumentó como un IMC más alto provoca una menor flexión de rodilla en la recepción tras salto (199). Pese a ello no hay unanimidad en la bibliografía para afirmar una relación directa entre el IMC y la rotura de LCA en mujeres (209).

Otros factores que influyen de manera distinta en mujeres que en hombres son los factores neuromusculares:

- Se ha demostrado que las mujeres realizan acciones de recepción, giro y cambio de dirección de manera distinta a los hombres. En sus acciones suele predominar una mayor aducción y rotación interna del fémur, menor angulación de la flexión

- de cadera y rodilla, más valgo de rodilla, un aumento de la activación del cuádriceps y una disminución de la de los isquiotibiales y menor fuerza muscular alrededor de la articulación de la rodilla (207).
- La coordinación y coactivación de la musculatura que protege a la rodilla es fundamental para garantizar la estabilidad dinámica de la rodilla. Un déficit de fuerza isocinética de la musculatura isquiotibial se ha asociado a un mayor riesgo de lesión de LCA. Este riesgo aumenta cuando el cuádriceps sí que tiene una fuerza isocinética grande, provocando un gran desequilibrio (210). Un incremento de la capacidad de co-contracción relativa de la musculatura isquiotibial con el cuádriceps permite una mayor flexión de rodilla, una disminución de la abducción de la rodilla y del cizallamiento tibial anterior durante el movimiento dinámico (199). Por su parte, el trabajo de fuerza del tendón poplíteo disminuye la rotación de la rodilla cuando hay un valgo dinámico de ésta en cadena cinética cerrada, evitando de esta manera que se pince el LCA (211).
  - Al realizar las distintas maniobras deportivas, el grado de activación de la musculatura que interviene es diferente. Colby *et al.* (212) compararon los patrones de movimiento en hombres y en mujeres en acciones de cambio de dirección y desaceleración. Observaron como en mujeres la máxima activación del cuádriceps fue del 161 % y de los isquiotibiales del 14 %. El impacto del pie lo realizaron cuando estaban en una flexión de rodilla de sólo 22°. Estas tres cosas son factores importantes de riesgo para la ruptura del LCA. Por su parte, Chappell *et al.* (213) también estudiaron la recepción tras salto en mujeres que practicaban deportes de equipo. También observaron cómo había un importante desequilibrio entre la activación del cuádriceps y la de los isquiotibiales. Se ha comprobado como el entrenamiento pliométrico sirve para aumentar el equilibrio y la coordinación intermuscular. Un grado pequeño de activación de los isquiotibiales provoca una mayor fuerza de reacción del suelo sobre el LCA.
  - En relación con lo anterior, el grado de activación de los isquiotibiales es importante para proteger la rodilla ya que disminuye el movimiento tibial anterior y las fuerzas de cizallamiento anteriores. También protege contra las cargas torsionales, mayores en mujeres que en hombres (207). Por el contrario, un exceso de contracción del cuádriceps favorece la ruptura de LCA. La musculatura isquiotibial es agonista del LCA, como demuestra el hecho de que son los

receptores del propio ligamento los que activan a la musculatura isquiotibial cuando están sometidos a gran tensión. Este hecho justifica el entrenamiento propioceptivo como prevención en la rotura de LCA (214). Pese a la gran importancia de ofrecer esta “protección” a la rodilla, se ha observado que las mujeres no sólo tenían menor grado de activación que los hombres, sino que duraba menos y disminuía más a medida que aumentaban las fuerzas de torsión sobre la rodilla (215).

- La presencia de fatiga muscular aumenta las posibilidades de sufrir una lesión del LCA, tanto en hombres como en mujeres. Se debe a que la musculatura fatigada se activa menos y más tarde, absorbiendo menos energía y por tanto, exponiendo más al ligamento (216).

Además de los factores ya comentados, existen otros factores que influyen para la aparición de la lesión en el LCA, aunque lo hacen de la misma manera en mujeres que en hombres (207) :

- Clima: las condiciones secas provocan una mayor incidencia lesional que las condiciones húmedas en aquellos deportes que se realizan al aire libre. Se explica por el aumento de fricción y de resistencia provocado por la zapatilla con la superficie de contacto. El clima frío también está relacionado con un aumento de lesiones tanto de rodilla como de tobillo.
- Tipo de superficie: cuanto mayor sea la dureza de la superficie, mayor fricción se genera y mayor riesgo de rotura de LCA existe. Es por ello que tanto las superficies de interior como los campos de césped artificial aumentan el riesgo de sufrir una lesión ligamentosa comparados con los de césped natural.
- Tipo de calzado: en línea con lo anterior, el calzado que aumenta la fricción con el suelo aumenta el riesgo de lesión. Se ha demostrado como el número, la longitud y la colocación de los tacos puede llegar a influir en las lesiones de este ligamento.

Por último y a pesar de que los programas preventivos de lesiones de LCA están teniendo cierto éxito al disminuir la incidencia de esta lesión, las diferencias neuromusculares no son suficientes para explicar la gran diferencia de lesiones existentes entre ambos géneros. Tal y como detallaremos más adelante, al explicar las diferencias entre hombres y mujeres la principal que nos encontramos es el ciclo menstrual y los cambios hormonales.

El LCA femenino presenta receptores de estrógenos, progesterona, relaxina y testosterona. Por lo tanto, las fluctuaciones de estas hormonas pueden ser la clave para entender el por qué de tantas lesiones (143).

### 1.5.2. Fertilidad y deporte

La relación entre la fertilidad y el deporte se trata de uno de los temas más controvertidos en la mujer deportista. La anovulación supone el 30% de la infertilidad femenina, y puede estar provocada por numerosos factores que interactúan entre sí de manera compleja. Se sabe que la actividad física es influyente pero no hay un consenso claro sobre los regímenes recomendados de ejercicio (217). Se ha propuesto que hay un mayor riesgo de anovulación en deportes que duran más de 60 minutos. El ejercicio vigoroso de 30- 60 minutos está relacionado con un riesgo menor de infertilidad anovulatoria. Las mujeres con sobrepeso que sufran de ovario poliquístico o infertilidad anovulatoria pueden verse ayudadas a reanudar la ovulación por la práctica de ejercicio físico. En ellas el ejercicio facilitó a mantener niveles bajos de insulina y andrógeno libre, y reguló el eje hipotalámico-pituitario-adrenal de la ovulación. Se considera que un aumento de la actividad del eje hipotalámico- pituitario-gonadal es el mecanismo por el cual el ejercicio afecta a la ovulación (68).

A corto plazo, el exceso de entrenamiento no siempre ha provocado una alteración de la ovulación, por lo que parece que los efectos del entrenamiento a más largo plazo y el déficit energético crónico son los más importantes en la ovulación en deportistas profesionales.

Se requieren nuevas investigaciones más precisas para que el ejercicio físico sea utilizado como modalidad terapéutica sobre la infertilidad anovulatoria (218).



*Figura 18.* Atleta compitiendo embarazada (*Fuente:* Diario Marca, 7 de enero de 2023).

### 1.5.3. Incontinencia urinaria

Se entiende por suelo pélvico al conjunto de músculos y fascias que se encargan de cerrar la pelvis en la parte inferior. Su función principal es la de mantener a las vísceras pélvicas en una posición correcta para poder llevar a cabo sus objetivos. Se trata de un cierre que no es completo, ya que debe permitir el paso de la uretra, de la vagina y del recto, para poder llevar a cabo la micción, la defecación, el coito y el parto (219).

La estructura muscular es clave, presentando una importancia fundamental el elevador de ano, formado por distintos haces musculares que le permiten mantener cerrado el suelo pélvico, resistiendo las fuerzas abdominales generadas. Se encuentra formado por fibras que mantienen el tono basal y por otras fibras que se contraen respondiendo así a aumentos de presión. Además de los músculos, las fascias, ligamentos y órganos pélvicos son elementos pasivos con un papel estabilizador clave. Cuando el conjunto de las estructuras falla, aparecen las disfunciones. Estas engloban a la alteración de la correcta posición de las vísceras pélvicas (Prolapso de los Órganos Pélvicos), la alteración de la función miccional (Incontinencia Urinaria), la alteración de la función defecatoria, la disfunción sexual y el Dolor Pélvico Crónico (219).

La incontinencia urinaria, es decir, la pérdida involuntaria de orina, se ha solido identificar como un problema de salud habitual tras el parto y en mujeres menopáusicas. Se trata de un problema social e higiénico que cada vez son más los estudios que demuestran una alta prevalencia de este problema en jóvenes mujeres deportistas con respecto a las mujeres sedentarias. Se divide en tres tipos: de urgencia, de esfuerzo y mixta. La incontinencia de urgencia provoca la pérdida de orina tras un deseo muy grande de orinar. En la incontinencia de esfuerzo la pérdida de orina coincide con el aumento de presión abdominal provocado por un esfuerzo físico. La mixta es una combinación de las dos anteriores. El tipo de incontinencia que nos encontramos en las mujeres deportistas es la incontinencia de esfuerzo (220). El riesgo de sufrirla varía entre el 5,7 y el 80 % en función del deporte, pero especialmente en riesgo de sufrirla están las deportistas que participan en deportes de alto impacto y repetitivos (221). Se ha observado como la práctica de deportes como fútbol, balonmano, baloncesto o aquellos de alta intensidad física, independientemente del nivel deportivo, no ayuda a fortalecer los músculos del suelo pélvico con respecto a las mujeres que no practican deporte (222). La falta de suficiente fuerza del suelo pélvico y los problemas asociados a soportar incrementos de

presión intraabdominal, facilitan la aparición de incontinencia urinaria relacionada con el deporte. Es un problema que las deportistas no suelen comentar y por tanto está infradiagnosticada y muchas veces no es tratada. Como consecuencia, las deportistas pueden sufrir un descenso en el rendimiento, un cambio de deporte o incluso pueden abandonar la práctica deportiva. Una correcta identificación, educación y rehabilitación de este problema en las deportistas mejorará la sintomatología y permitirá que las atletas continúen con su práctica deportiva (223).

Además de depender de las características propias del deporte, existen otros factores personales y de estilo de vida como son el tabaquismo, la dieta, estreñimiento, asma, lumbalgia, los medicamentos utilizados y las actividades de la vida diaria. También se ha estudiado la relación con las fases del ciclo menstrual. Sabiendo que el tracto urinario y los genitales femeninos son sensibles a los esteroides sexuales, se ha sugerido que en la fase lútea las pérdidas de orina son más habituales, ya que se libera progesterona, relajando los tejidos pélvicos. De ello se deduce también que la incontinencia urinaria aparecerá tras la menarquia, ya que en ella se produce la progesterona.

Sobre aspectos más relacionados con la práctica deportiva, parece ser que aproximadamente a los dos años y medio de comenzar con la actividad deportiva es cuando aparecen los primeros síntomas. Los deportes de impacto se relacionan con una mayor predisposición a padecer incontinencia, de manera que, según el grado de impacto que provoque el deporte sobre la deportista, así habrá mayor afectación de la incidencia de la incontinencia urinaria de esfuerzo. Esto se puede explicar por hiperpresiones intraabdominales sostenidas y repetidas en este tipo de deportes. Los ejercicios intensos debilitan el suelo pélvico hasta en un 20 %, especialmente al acabar la actividad por fatiga muscular, favoreciendo la presencia de episodios de pérdidas de orina. Existe una clara relación proporcional entre los años de entrenamiento y el volumen de éste con la frecuencia de los episodios y la cantidad de orina que se ha perdido. Las deportistas que más tiempo invierten semanalmente en su actividad deportiva, presentan mayores pérdidas de orina. El nivel competitivo también parece afectar, siendo las deportistas profesionales las que mayor riesgo de sufrir esta patología tienen, por encima de las que participan a un nivel más recreativo y de las que son sedentarias (219).

#### 1.5.4. Trastornos alimenticios en la deportista

Este tipo de trastornos pueden resultar muy negativos tanto en la salud de la deportista como en su rendimiento. Las mujeres representan un 90% de las personas que lo sufren frente al 10 % que representan los hombres. A pesar de que es un tema poco reconocido entre las deportistas, la incidencia en este tipo de mujeres es más prevalente con respecto a las que no practican deporte. Varios estudios han demostrado como alrededor de un 20 % de las deportistas sufre este tipo de trastorno, por un 5 % de las mujeres no deportistas (224,225) .

Se trata de un tipo de problema cuya incidencia varía según el deporte, siendo mucho más habitual en aquellos en los que hay categorías por peso, en deportes donde la estética es importante y en deportes en los que tener poca masa corporal puede ser visto como beneficioso (deportes de resistencia) (225). En deportes con balón, entre el 5 y el 16 % de las jugadoras sufren este tipo de trastornos (224).

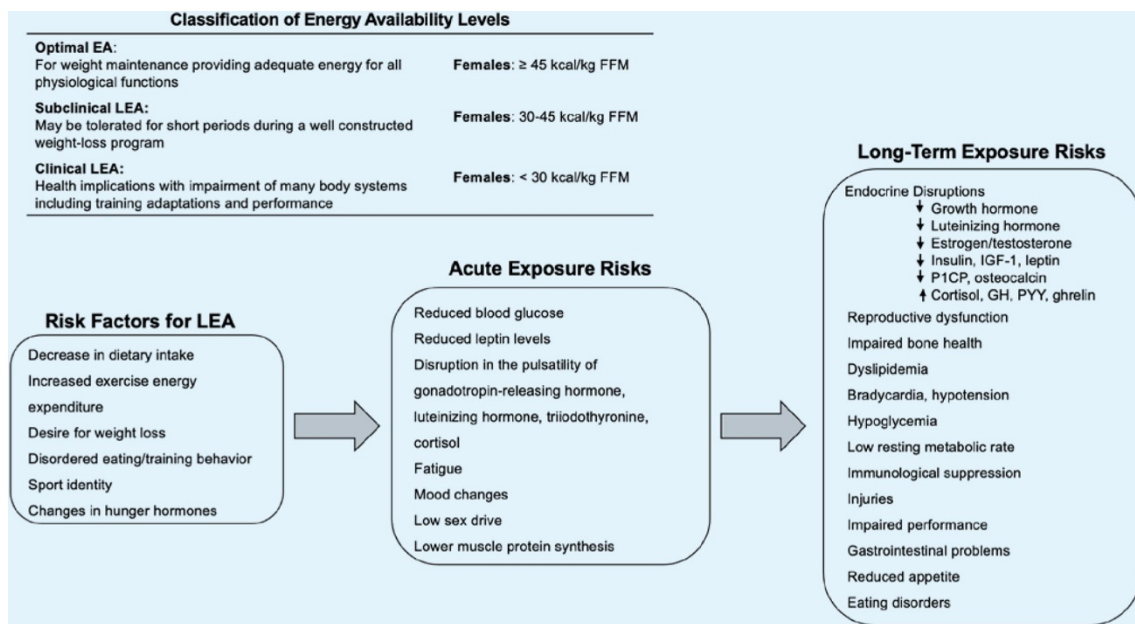
Las personas que padecen estas patologías suelen presentar otros síntomas psíquicos como depresión, ansiedad, trastorno bipolar o trastorno obsesivo compulsivo (226).

La patogénesis es multifactorial, afectando la cultura, la familia, el individuo, el contexto e incluso la genética. En deporte hay factores de riesgo específicos como la búsqueda de la mejora de rendimiento, factores de personalidad, presión para perder peso, frecuentes oscilaciones de peso, sobreentrenamiento, especialización temprana a un deporte específico, lesiones complicadas o conductas de entrenadores, compañeros o familiares inapropiadas (224,226).

Sufrir este tipo de trastorno tiene unas consecuencias a nivel de salud y a nivel de rendimiento. A nivel de salud son muchos los adversos negativos que nos encontramos, aumentando la tasa de suicidios y muertes por arritmias cardíacas. Este tipo de patología contribuye a la conocida tradicionalmente como triada de la deportista femenina, formada por la disponibilidad de poca energía, disfunción menstrual y poca densidad mineral ósea. La escasa disponibilidad de energía puede resultar de una mala ingesta nutricional y la exposición a la actividad deportiva, contribuyendo negativamente la salud reproductiva y musculo-esquelética (226). Todas las consecuencias de estos trastornos limitan y afectan negativamente al rendimiento de la deportista. La prueba estándar para el diagnóstico de trastornos alimenticios es el EDE- 16 (Eating Disorder Examination interview) (227).

### 1.5.5. Síndrome RED-S

El síndrome RED-S (del inglés Relative Energy Deficiency in Sport), anteriormente conocido comúnmente como “la triada de la atleta femenina” es un preocupante problema que se encuentra en el deporte femenino. Establecido este nombre por el COI ante la necesidad de abordar de manera completa este creciente problema, engloba todas las alteraciones que sufre la mujer deportista como consecuencia de un déficit de energía: alteraciones metabólicas, menstruales, de salud músculo- esquelética, inmunitarias o cardiovasculares, entre otras. Las personas necesitamos energía para las actividades de la vida diaria, la salud, la práctica deportiva y la homeostasis del organismo (228). Un déficit de energía se produce por una escasa ingesta energética o por un exceso de consumo de energía; de esta manera el organismo se ajusta para ahorrar energía. Este ajuste provoca consecuencias hormonales, metabólicas y funcionales en la mujer deportista (*Figura 19*).



*Figura 19.* Clasificación de niveles de disponibilidad energética y factores de riesgo de LEA. (En relación con la masa magra. EA: disponibilidad de energía, LEA: baja disponibilidad de energía. GnRH=hormona liberadora de gonadotropinas; LH=hormona luteinizante; T3=triyodotironina; IGF-1 = factor de crecimiento similar a la insulina 1; P1CP = propéptido de colágeno tipo I; GH=hormona del crecimiento; PYY=péptido YY; GLP-1=péptido-1 similar al glucagón.). Tomado de: Cabre H, Moore S, Smith-Ryan A, Hackney A. Relative energy deficiency in sport (RED-S): scientific, clinical, and practical implications for the female athlete. *German J Sports Med.* 1 de julio de 2022;73(7):225-34.

Son numerosas las consecuencias tanto a corto como a largo plazo en la salud y en el rendimiento (*Figura 20*). Aparecen los déficits nutricionales, la fatiga crónica y se facilita la aparición de enfermedades e infecciones. Pueden aparecer complicaciones médicas a

nivel cardiológico, gástrico, intestinal, psicológico, reproductivo, renal, músculo-esquelético y neurológico. A nivel hormonal y metabólico también hay importantes consecuencias, como una menor síntesis de proteínas, alteración en el uso de glucosa y en la movilización de los depósitos de grasa y una menor producción de la GH (227). A nivel menstrual, el síndrome RED-S suele ser la causa de todas las alteraciones que se producen en las deportistas, con todos los perjuicios físicos y psicológicos que conllevan las alteraciones del ciclo menstrual en la mujer. Aún se desconocen los efectos del RED-S a largo plazo sobre la salud reproductiva (228).

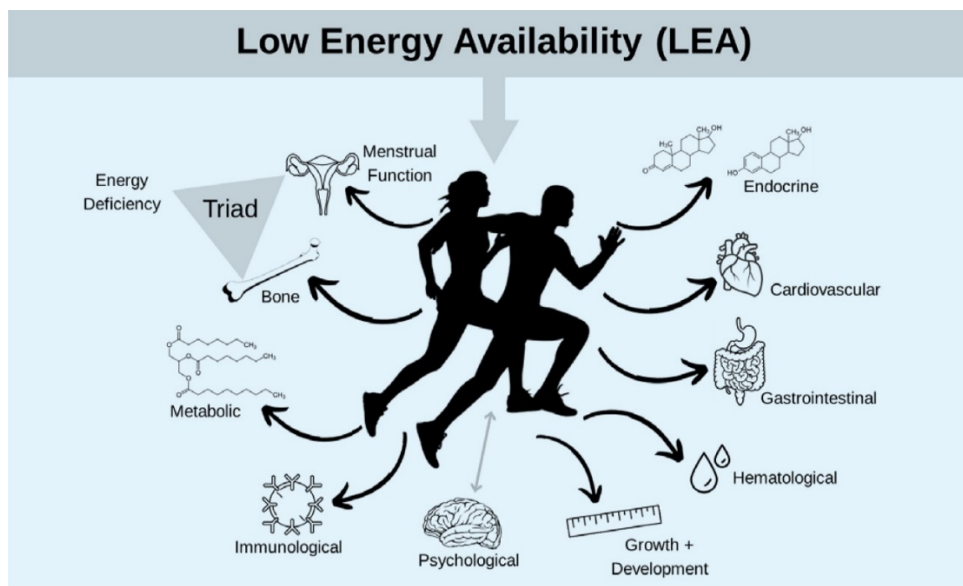


Figura 20. Sistemas del organismo afectados por la baja disponibilidad de energía. Tomado de: Cabre H, Moore S, Hackney A. Relative energy deficiency in sport (RED-S): scientific, clinical, and practical implications for the female athlete. German J Sports Med. 1 de julio de 2022; 73(7): 225-34.

Uno de los principales tejidos afectados por este síndrome es el hueso. El hueso consigue su pico de masa ósea a los 19 años. Las hormonas juegan un papel imprescindible en la formación y remodelación ósea. Con los estrógenos se aumenta la captación de calcio en sangre y se deposita en el hueso. También se beneficia por la progesterona. La testosterona se encarga de la acción anabólica del hueso, aumentando la actividad osteoclástica. Los cambios hormonales producidos por el déficit de energía y las hormonas del estrés pueden llegar a provocar cambios irreversibles en el hueso y lesiones como fracturas por estrés. Tanto las alteraciones menstruales, las altas cargas de entrenamiento, un bajo IMC, trastornos de la alimentación como un mal estado óseo previo o el haber sufrido fracturas previas son grandes factores de riesgo para el daño óseo (228).

Abordar este síndrome una vez establecido es altamente complicado. Es por ello que se deben focalizar los esfuerzos en su prevención. Por un lado, se debe educar a las deportistas de la importancia de la alimentación y cómo influye en la salud y el rendimiento deportivo. Por otro lado, los entrenadores y personas del entorno de las deportistas deben conocer estos riesgos y primar la salud de la deportista por encima del rendimiento (229).

#### 1.5.6. Anemia de la mujer deportista

La anemia consiste en una disminución tanto del número como del tamaño de los glóbulos rojos en sangre o de la cantidad de hemoglobina en los eritrocitos. Es un problema que afecta sobre todo a mujeres y niños (230).

La deficiencia más común que existe es la de hierro, que sin anemia, se detecta por niveles de ferritina menores a 12 µg/L, saturación de transferrina menor al 16 % y niveles correctos de hemoglobina. Cuando se diagnostica anemia ferropénica, a lo anterior se le añaden valores de hemoglobina por debajo de los 12 g/dl, niveles bajos de hierro en plasma y un menor volumen corpuscular medio (230).

Las mujeres deportistas, junto con los participantes en pruebas de resistencia, tienen grandes posibilidades de padecer tanto anemia ferropénica como déficit de hierro. Esto tiene consecuencias a nivel de rendimiento y de salud, puesto que se dificulta la toleración a la carga física, se facilita la aparición de fatiga y aumentan las posibilidades de sufrir mareos y debilidad. Habrá una peor capacidad aeróbica, más frecuencia cardíaca y la deportista necesitará tiempo de recuperación más largos para reponerse de los esfuerzos. Esto se debe a un descenso en la capacidad de transportar oxígeno de la hemoglobina (230).

En la deportista la anemia ferropénica es la más común. Se debe diferenciar de una “falsa anemia” o de la “pseudanemia del deportista”. En ellas, como consecuencia del aumento de volumen plasmático (hasta en un 25 %) por el entrenamiento, se produce una hemodilución, dando lugar a valores más bajos de hemoglobina, glóbulos rojos y hematocritos. A pesar de que la hemoglobina y los eritrocitos aumentan, no lo hacen tanto como el volumen plasmático. Pese a ello, no se trata de una alteración, sino que es una adaptación, así que no necesita tratamiento.

Las principales causas de la anemia ferropénica en deportistas son: hemólisis producida por impacto, ingesta inadecuada de hierro, interferencias alimentarias, absorción incorrecta o aumento del estrés producido por la carga física. También pierden hierro en la menstruación.

Es un problema habitual en la mujer deportista, tanto amateur como profesional, y se da en un 10 % (231). Es mucho más habitual en las mujeres que en los hombres. Especialmente común en el deporte femenino es en balonmano, baloncesto y voleibol. Se explica por los abundantes saltos e impactos que se producen (230).

Son numerosos los factores que predisponen a las deportistas a sufrir anemia ferropénica. La edad es un factor que afecta. Las altas demandas de energía requeridas por atletas jóvenes para la vida diaria, la práctica deportiva y el proceso de crecimiento, hacen que las demandas de hierro también sean elevadas. Si no se aporta esa cantidad, habrá déficit férrico y como consecuencia anemia ferropénica (232).

Pero los dos factores más importantes en la mujer son las pérdidas sufridas durante el ciclo menstrual y una incorrecta ingesta en la dieta (230).

Sobre las pérdidas de sangre sufridas en la menstruación, una pérdida abundante de sangre puede conducir a anemia ferropénica. Perdiendo 30 ml de sangre, aproximadamente se pierden 0,5 mg/ día. Cuando el sangrado es grande, unos 60 ml, las pérdidas de hierro son importantes. En este caso las probabilidades de sufrir anemia son grandes, y más si son deportistas, debido a las altas cargas físicas de entrenamientos y competición (233).

Otro factor de riesgo muy habitual en las deportistas de equipo o de deportes de resistencia es la hemólisis. Se produce por impactos continuos contra la superficie o tras una actividad intensa, ya que cuando aumenta la temperatura corporal los eritrocitos se hacen más frágiles. También puede aparecer como consecuencia de la alta carga física. La homeostasis iónica se ve modificada y surge la deshidratación de la célula. Así se pierde la capacidad de deformarse del glóbulo rojo, haciendo más difícil su paso a la microcirculación, sobre todo cuando son grandes. Es una de las principales causas de anemia en las deportistas (233).

El ejercicio físico en sí también puede ser la causa de las pérdidas de hierro. Las pérdidas se pueden producir bien sea por la sudoración, por hemoglobinuria debido a microtraumatismos, por la orina debido a la isquemia renal o por el tracto gastrointestinal

como consecuencia de la isquemia que se produce en el intestino. Después de practicar deporte, hay un período en el que la absorción y disponibilidad de hierro bajan. Se debe conocer cuando deben de tomar hierro las deportistas o como disminuir la hepcidina, asociada a una menor capacidad de absorción del hierro (234).

Por tanto, el alto impacto que puede tener el déficit de hierro en la salud y en el rendimiento de la deportista hace que su prevención sea un gran objetivo, especialmente en mujeres fértiles. Una correcta dieta y una buena planificación de las cargas resulta fundamental para ello. La suplementación de hierro, gestionada por un médico, puede ser otra opción cuando el diagnóstico ya esté hecho. Hay que tener en cuenta que excesos de hierro pueden provocar problemas cardíacos, diabetes e incluso cáncer (232).

#### 1.5.7. Consecuencias a largo plazo de la práctica deportiva en mujeres

Es de sobra conocido que la actividad física es esencial para una adecuada salud y para prevenir muchas enfermedades. Cuando hablamos de deportistas profesionales, se desconoce el efecto a largo plazo que provoca el deporte sobre las mujeres. Las escasas investigaciones sobre el deporte femenino dificultan en la actualidad saber la relación entre la salud de las deportistas y el largo plazo. Los datos publicados muestran como a nivel de la salud ósea, las deportistas evitaron la osteoporosis en la post menopausia. A nivel cardiovascular, las deportistas a largo plazo presentan mejores resultados en eficiencia cardíaca, función endotelial y perfil metabólico. Se ha observado como las ex deportistas tienen menor probabilidad de sufrir cáncer, especialmente el de mama. Los datos también muestran como el deporte a nivel profesional influye negativamente en el suelo pélvico y facilita la posibilidad de sufrir incontinencia urinaria (235).

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es recoger, identificar y clasificar las lesiones que se producen en deportes colectivos femeninos a lo largo de una temporada.

Los objetivos secundarios son:

1. Identificar los factores de riesgo con mayor relevancia en la aparición de lesiones en el deporte femenino.
2. Valorar si existe relación entre el tipo de ciclo menstrual, las variaciones hormonales, las lesiones y sus características.
3. Determinar si la toma de anticonceptivos influye en las características de las lesiones.
4. Establecer acciones específicas que faciliten la prevención de lesiones en mujeres deportistas.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. DISEÑO

Se trata de un estudio observacional longitudinal descriptivo. En él se han recogido las lesiones y el contexto en el que se han producido en deportes colectivos femeninos del tipo colaboración-oposición.

Para la realización de este estudio se contactó con un total de 29 equipos femeninos de deportes colectivos: fútbol, fútbol sala, baloncesto, balonmano y rugby. En todos ellos se estableció contacto con un encargado de la preparación física o de la recuperación de las lesiones. Se informó del estudio a realizar, la metodología y los objetivos que se perseguían con la realización de este trabajo. Todos ellos aceptaron la participación en el estudio y se les envió una hoja de información (*Anexo 1*), los consentimientos informados (*Anexo 2*) y las hojas de datos para rellenar durante la temporada. Estas hojas de datos estaban divididas en dos partes: una sobre datos del equipo y otra en la que se iban anotando las lesiones y sus características a lo largo de la temporada. Ambas han sido entregadas al final de la temporada.

### 3.2. SUJETOS

El número de jugadoras que aceptaron su participación en el estudio fue de 412.

Han sido excluidos aquellos equipos en los que los datos no han sido completados, en los que faltaba información sobre las lesiones y aquellos que carecían de servicios médicos para hacer un diagnóstico certero de la lesión.

Tras aplicar los criterios de exclusión y tras la recogida de datos al final de temporada, tan sólo eran válidos los datos de 20 equipos, que engloban a 275 jugadoras. De estas jugadoras, 79 pertenecen a equipos de baloncesto, 74 de fútbol sala, 57 de fútbol, 51 de balonmano y 14 de rugby.

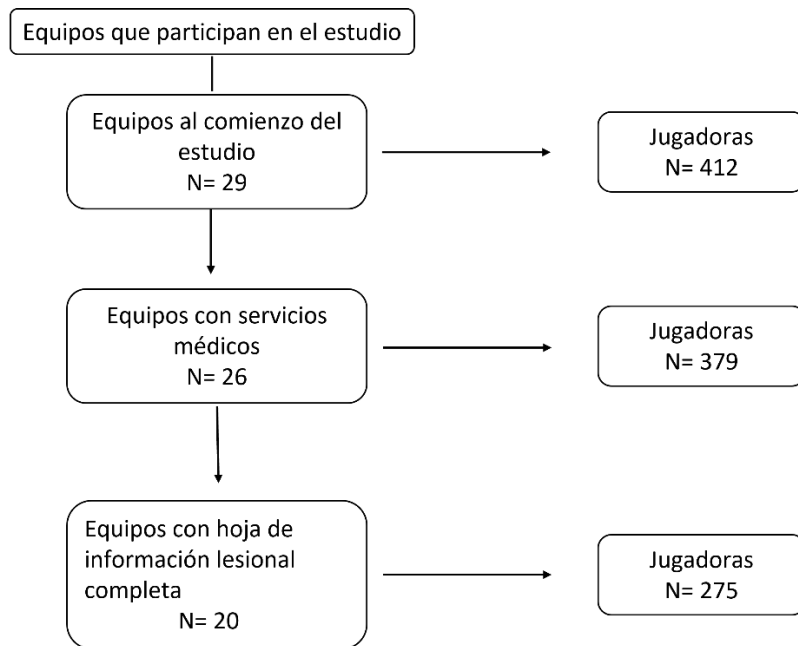


Figura 21. Diagrama de flujo.

### 3.3. CONSIDERACIONES ÉTICAS

A todos los clubs que quisieron participar se les envió una hoja informativa sobre el estudio y una hoja de consentimiento informado para que fueran firmados por las jugadoras que voluntariamente quisieran participar en el estudio. Estas jugadoras debían ser codificadas para que su información fuera totalmente anónima en el estudio de datos. Esta investigación está avalada por el comité de bioética de la Universidad de Salamanca, con número de registro 995. El estudio ha sido realizado respetando las normas de la Declaración de Helsinki.

### 3.4. RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Los encargados de la recogida de datos han tenido que rellenar dos tipos de recogida de datos:

1. **Datos del equipo.** Se recogía la siguiente información:
  - a. Nombre del equipo
  - b. Deporte en el que compiten
  - c. Nivel competitivo
  - d. Número de jugadoras que participaban en el estudio
  - e. Fecha de inicio de los entrenamientos

- f. Fecha de final de los entrenamientos
- g. Duración media de los entrenamientos
- h. Número de partidos disputados durante la temporada

2. **Datos de las lesionadas.** Se debía rellenar esta hoja de datos con cada lesión:

- a. Código de la jugadora
- b. Altura (en cm)
- c. Peso (en kg)
- d. Mes y año de nacimiento
- e. Posición: específicas para cada deporte:
  - En baloncesto:
    - Base
    - Escolta
    - Alero
    - Ala Pívor
    - Pívor
  - En balonmano:
    - Portera
    - Extremo
    - Centro
    - Lateral
    - Pivote
  - En fútbol:
    - Portera
    - Defensa
    - Lateral
    - Extremo
    - Centrocampista
    - Delantera
  - En fútbol sala:
    - Portera
    - Cierre
    - Ala
    - Pívor

- En rugby:
  - Talonador
  - Melé
  - Media melé
  - Flanker
  - Ala
  - Apertura
  - Número 8
  - Centro
  - Zaguero
- f. Fecha de lesión
- g. Fecha de reincorporación completa tras la lesión
- h. Momento lesional:
  - Partido (Equipo)
  - Partido (Selección)
  - Entrenamiento físico (Equipo)
  - Entrenamiento físico (Selección)
  - Entrenamiento técnico (Equipo)
  - Entrenamiento técnico (Selección)
- i. Superficie:
  - Parquet
  - Cemento
  - Resina (pistas multiusos)
  - Hierba natural
  - Hierba artificial
  - Otra
- j. Mecanismo lesional:
  - Traumatismo / contacto directo
  - Sprint
  - Caída / recepción
  - Cambio de dirección
  - Lanzamiento
  - Otro

- k. Tipo de tejido lesionado:
  - Hueso
  - Ligamento
  - Músculo
  - Bursa
  - Fascia
  - Cartílago
  - Menisco
  - Tendón
- l. Diagnóstico específico de la lesión
- m. Lado de la lesión:
  - Derecho (dominante)
  - Derecho (no dominante)
  - Izquierdo (dominante)
  - Izquierdo (no dominante)
- n. Día del ciclo menstrual en el que se ha producido la lesión
- o. Duración habitual del ciclo menstrual:
  - Ausencia de ciclo
  - Menos de 21 días
  - 21-35 días
  - Más de 35 días
- p. Toma de anticonceptivos:
  - Sí
  - No
- q. Media de minutos de competición disputados

Se definió lesión como el hecho de que una jugadora no realizara con total normalidad un entrenamiento o partido durante uno o más días como consecuencia de un daño físico producido durante la práctica deportiva (8).

Al establecer la severidad de las lesiones, se clasificaron en: leves (menos de 7 días de baja), media (entre 7- 14 días de baja), moderadas (entre 15-21 días de baja) y severas (más de 21 días de baja) (236).

### 3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos han sido recogidos en base de datos Excel. El software utilizado para el análisis de datos es Anaconda, aplicación de Python. Está orientada a dar soporte integral al desarrollo científico con Python tanto analítico como gráfico. El IDE y editor utilizado ha sido Jupyter notebook. Tras la recogida de datos de las lesiones de los equipos, los datos han sido tratados con el lenguaje Python, utilizando las funciones integradas que ya proporciona el software para eliminar caracteres especiales, nulos, agrupando datos, eliminando columnas innecesarias y definiendo alguna función para facilitar el tratamiento. Las librerías que hemos utilizado para el tratamiento matemático son NumPy y pandas. Como librerías gráficas se han utilizado Matplotlib y Seaborn. También se han utilizado los programas estadísticos SPSS 29.0 y EPIDAT.

## 4. RESULTADOS

Para la elaboración del estudio, 275 jugadoras aceptaron su participación. De ellas, 61 pertenecían a 4 equipos de fútbol, 73 a 5 equipos de fútbol sala, 77 a 7 equipos de baloncesto, 51 a 3 equipos de balonmano y 13 a 2 equipos de rugby (Tabla 3).

DEPORTE	N ° EQUIPOS	N ° JUGADORAS	% JUGADORAS
Fútbol	4	61	22,18 %
Fútbol Sala	5	73	26,54 %
Baloncesto	7	77	28,00 %
Balonmano	3	51	18,55 %
Rugby	2	13	4,73 %
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>275</b>	<b>100 %</b>

Tabla 3. Número de equipos y jugadoras participantes en función del deporte.

Han sido 135 jugadoras las que se han lesionado. Estas jugadoras tenían una edad media de 24,62 años  $\pm$  5,17, una estatura media de 172 cm  $\pm$  10 y un peso medio de 67,06 kg  $\pm$  11,92.

### 4.1. INCIDENCIA LESIONAL EN DEPORTES DE EQUIPO

De las 275 jugadoras que han participado en el estudio, 135 se han lesionado (49,09 %), mientras que 140 jugadoras no han sufrido ninguna lesión (50,91 %) (Gráfico 4). El número total de lesiones registradas ha sido de 227.

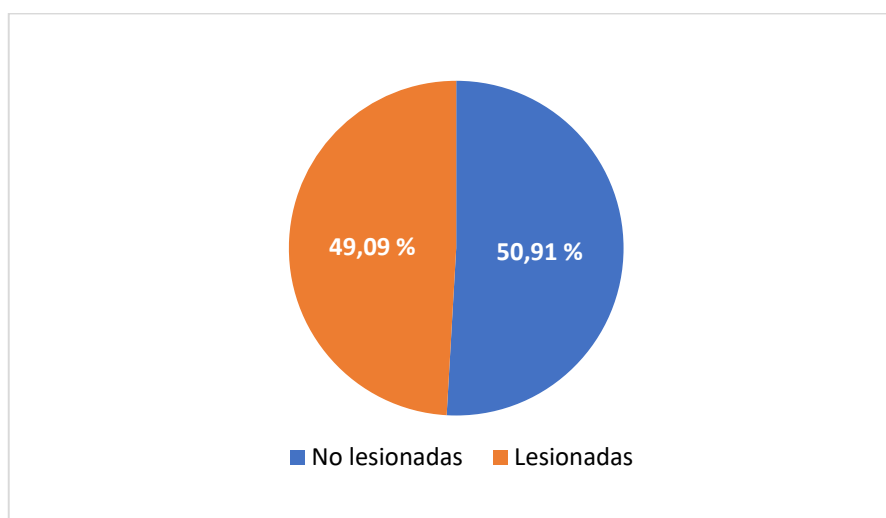
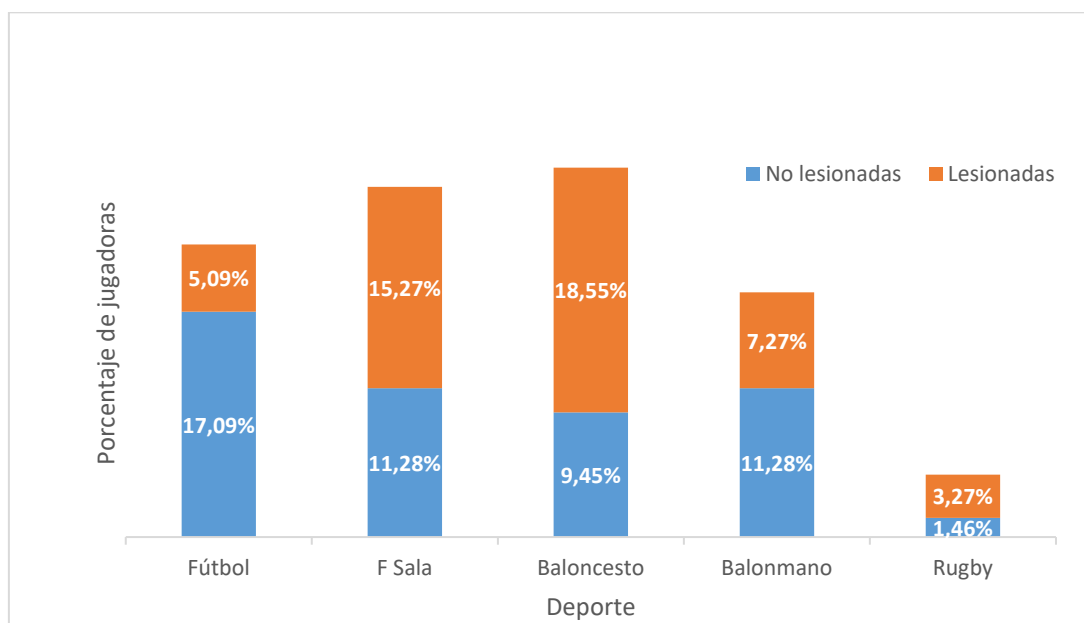


Gráfico 4. Incidencia lesional en deportistas de equipo.

El mayor porcentaje de jugadoras lesionadas pertenecen al baloncesto, pero también son aquellas que en mayor número han participado en el estudio. En segundo lugar, está el fútbol sala, donde ocurre lo mismo. En cambio, en el fútbol, la proporción de jugadoras lesionadas es menor (*Gráfico 5*).



*Gráfico 5.* Porcentaje de jugadoras lesionadas y no lesionadas en cada deporte con respecto al total.

## 4.2. FRECUENCIA LESIONAL

Al distribuir el total de lesiones entre las jugadoras lesionadas se observa que el 66,67% de las jugadoras lesionadas sólo han sufrido una lesión. El 16,30 % de las jugadoras se han lesionado dos veces. El porcentaje de jugadoras lesionadas va disminuyendo notablemente a medida que aumenta el número de lesiones sufridas por la misma jugadora (Gráfico 6).

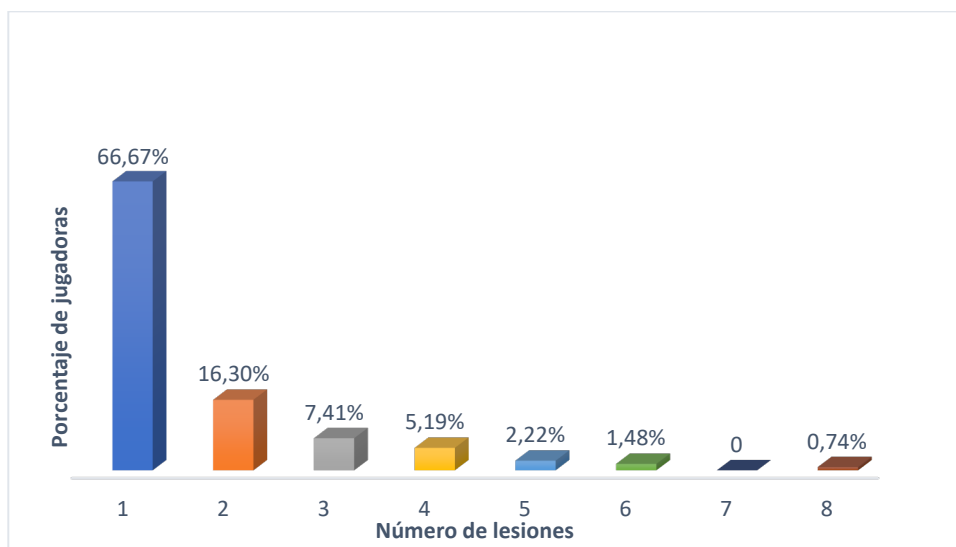


Gráfico 6. Frecuencia lesional de las jugadoras lesionadas.

## 4.3. LESIONES SEGÚN EL DEPORTE

Las 227 lesiones registradas se distribuyen de la siguiente manera en función del deporte: 113 en baloncesto, 9 en rugby, 26 en balonmano, 16 en fútbol y 63 en fútbol sala. Eso supone que un 50 % de las lesiones producidas son en baloncesto, un 28 % en fútbol sala, un 11 % en balonmano, un 7 % en fútbol y un 4 % en rugby (Tabla 4 y gráfico 7).

DEPORTE	PARTICIPANTES	Nº LESIONES	% TOTAL LESIONES
Fútbol	61	16	7 %
Fútbol sala	73	63	28 %
Balonmano	51	26	11 %
Baloncesto	77	113	50 %
Rugby	13	9	4 %

Tabla 4. Número de participantes, de lesiones y porcentaje del total de lesionados en función del deporte.

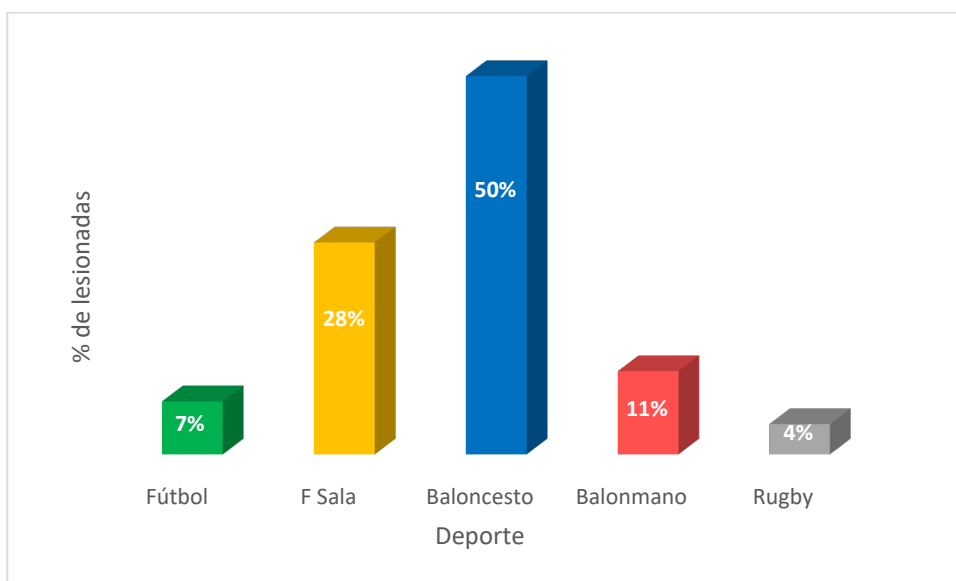


Gráfico 7. Distribución de las lesiones en función del deporte.

#### 4.4. LESIONES POR REGIONES ANATÓMICAS

Al distribuir las lesiones en función de las regiones anatómicas se observa cómo la gran mayoría de ellas afectan a las extremidades inferiores. Estas lesiones han sido 175, es decir, el 77,09 % del total. En las extremidades superiores se han producido 27 lesiones (11,89 %) y en el tronco 22 lesiones (9,69 %). En la cabeza se han producido las otras 3 lesiones restantes (1,32 %) (Tabla 5).

REGIÓN ANATÓMICA	NÚMERO	PORCENTAJE
<b>Extremidades inferiores</b>	175	77,09 %
<b>Extremidades superiores</b>	27	11,89 %
<b>Tronco</b>	22	9,69 %
<b>Cabeza</b>	3	1,32 %

Tabla 5. Lesiones en función de la región anatómica.

## 4.5. GRAVEDAD DE LAS LESIONES

Al clasificar las lesiones por su severidad, se observa como las lesiones leves (menos de 7 días de baja) son las más habituales (41,94 %). En un segundo nivel están las lesiones severas (32,76 %), que implican un tiempo de baja mayor a los 21 días. Las lesiones medias (entre 7 y 14 días de baja) son las siguientes, ya que se han dado en un 23,96 % de las lesiones. Las lesiones moderadas (entre 15 y 21 días de baja) han sido las menos habituales, en un 6,45 % de los casos (*Tabla 6*).

GRAVEDAD	PORCENTAJE
Leves	41,94%
Medias	23,96%
Moderadas	6,45%
Severas	32,76%

*Tabla 6.* Lesiones en función de la gravedad.

## 4.6. MEDIA DE DÍAS DE BAJA EN CADA DEPORTE

En esta muestra el deporte que más días de baja de media ocasiona es el balonmano con 77,15 días, seguido por el rugby y el fútbol, con 63,22 y 62,79 días de media de baja respectivamente. Las lesiones en el fútbol sala provocan una media de 44,14 días de baja. El baloncesto, pese a ser el deporte con mayor número de lesiones recogidas, es en el que las lesiones ocasionan menos días de baja, con 25,64 días (*Tabla 7 y Gráfico 8*).

DEPORTE	MEDIA	N	DESV. TÍP.	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO
Balonmano	77,15	20	82,59	39,00	2,00	240,00
Rugby	63,22	9	81,53	31,00	5,00	236,00
Fútbol	62,79	14	75,19	34,00	7,00	250,00
Fútbol Sala	44,14	42	49,79	25,00	3,00	197,00
Baloncesto	25,64	50	46,01	10,00	,00	281,00

*Tabla 7.* Media de días de baja en cada deporte.

Mediante el análisis de ANOVA se ha observado que existe una diferencia significativa ( $p=0,013$ ) en el número de días de baja en función del deporte que se realice. En esta muestra se halla como en términos descriptivos el deporte que presenta mayor tiempo de baja es el balonmano, y el que menos el baloncesto.

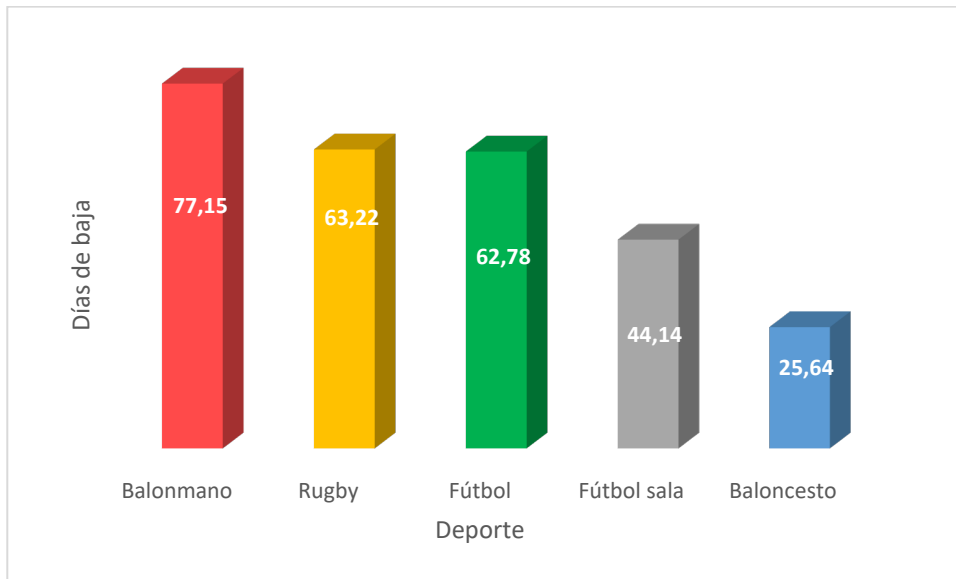


Gráfico 8. Media de días de baja por lesión según el deporte.

#### 4.7. DOMINANCIA LATERAL Y LESIÓN

Con respecto al lado de la extremidad en la que se producen las lesiones, el 52 % de las lesiones se producen en el lado dominante mientras que el 30 % en el lado no dominante (Gráfico 9).

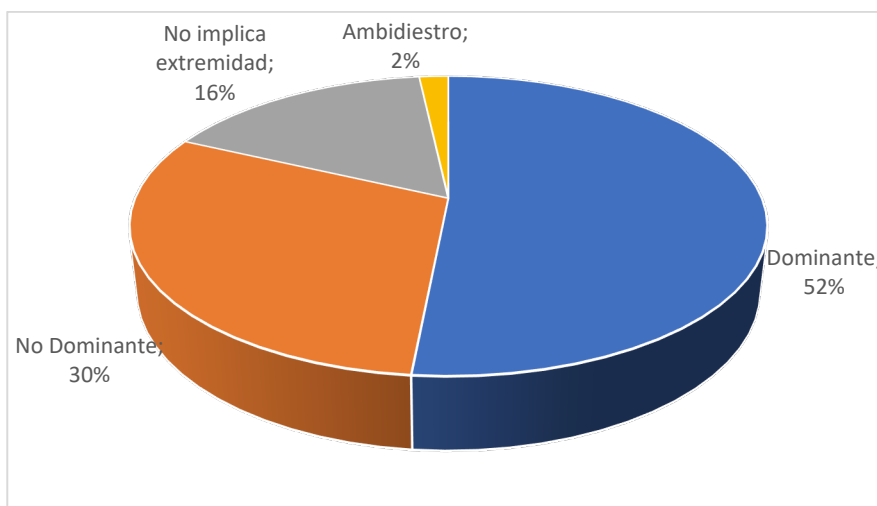


Gráfico 9. Dominancia del lado de la lesión.

Los tendones se lesionan hasta 4 veces más en la extremidad dominante (80%) con respecto a la no dominante (20%).

Las lesiones ligamentosas se han registrado en un 59,38 % en el lado dominante y en un 39,06 % en el lado no dominante.

Los meniscos se lesionan mucho más en la pierna dominante (71,43 %) que en la no dominante (28,57 %)

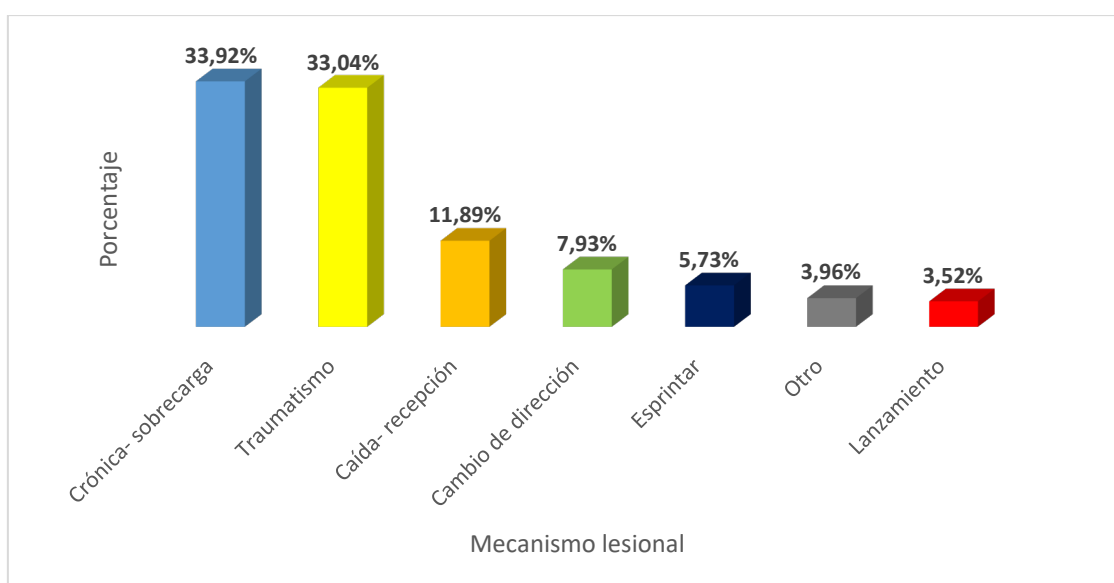
En las lesiones musculares también se afecta más el lado dominante (43,66 %) que el no dominante (32,39 %) (Tabla 8).

TEJIDO LESIONADO	LADO DE LA LESIÓN	PORCENTAJE
Bursa	Dominante	57,14 %
	No Dominante	42,86 %
Cartílago	Dominante	60 %
	No Dominante	40 %
Fascia	Dominante	100 %
	Ambidiestro	1,56 %
Ligamento	Dominante	59,38 %
	No Dominante	39,06 %
Menisco	Dominante	71,43 %
	No Dominante	28,57 %
Músculo	Ambidiestro	2,82 %
	Dominante	43,66 %
	No Dominante	32,39 %
Otro	No implica	21,13 %
	Dominante	33,33 %
	No Dominante	16,67 %
Periostio	No implica	50 %
	No Dominante	100 %
Tendón	Dominante	80 %
	No Dominante	20 %
Hueso	Ambidiestro	3,85 %
	Dominante	50 %
	No Dominante	30,77 %
	No implica	15,38 %

Tabla 8. Dominancia del lado de la lesión en función del tejido lesionado.

## 4.8. MECANISMOS LESIONALES

Con respecto a cómo se han producido las lesiones, hasta un 33,92% de ellas han tenido un origen crónico, es decir, por sobrecarga o como consecuencia de un daño ya existente. En segundo lugar, los traumatismos o el contacto directo han provocado el 33,04 % de las lesiones. El 11,89 % de las lesiones se han producido en el momento de caída / recepción de un salto y el 7,93 % en un cambio de dirección. El acto de esprintar ha sido la causa del 5,73 % de las lesiones, mientras que el de lanzamiento ha originado el 3,52 % de las mismas (*Gráfico 10*).



*Gráfico 10.* Lesiones por cada mecanismo lesional.

### 4.8.1. Lesiones producidas en cada mecanismo lesional

Las lesiones por contacto directo son las que han influido sobre más tipos diferentes de tejidos. Por este mecanismo se han producido un 33,81 % de esguinces (un 19,72 % de tobillo). Un 5,64 % de las lesiones producidas por contacto directo han sido roturas de lesiones de ligamento cruzado anterior por contacto directo. Un 22,54 % de las lesiones producidas son óseas, siendo la mitad de ellas fracturas y la otra mitad contusiones. Un 9,86 % del total pertenece a roturas musculares producidas tras traumatismo (*Tabla 9*).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	19,72
Contusión ósea	11,27
Fractura	11,27
Esguince (otros)	9,86
Rotura muscular	9,86
Rotura LCA	5,64
Luxación	5,64
Tendinopatía	5,63
Esguince LLI rodilla	4,23
Subluxación	4,23
Contusión muscular	2,82
Sobrecarga muscular	2,82
Edema óseo	2,82
Bursitis	1,41
Rotura meniscal	1,41
Rotura tendinosa	1,41

Tabla 9. Porcentaje de lesiones producidas por traumatismo según el tejido lesionado.

En las lesiones de origen crónico o por sobrecarga se ven afectados principalmente el músculo y el tendón. Se observan hasta 46,75 % de sobrecargas musculares y 17,06 % de tendinopatías (Tabla 10).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	PORCENTAJE
Sobrecarga muscular	46,75
Tendinopatía	17,6
Condropatía	9,09
Fascitis	7,79
Bursitis	6,49
Periostitis	2,6
Artrosis	2,6
Fractura por estrés	2,6

Tabla 10. Porcentaje de lesiones producidas de forma crónica según el tejido lesionado.

Con respecto a las lesiones producidas en el momento de caída o recepción de un salto destacan las lesiones ligamentosas, que han sido el 85,18 % de los casos. Destacan el esguince de ligamento lateral externo de tobillo, con 62,96 % de los casos, y un 11,11 % de roturas de ligamento cruzado anterior (Tabla 11).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	62,96
Esguince LLI rodilla	11,11
Rotura LCA	11,11
Contusión ósea	7,4
Fractura ósea	5,55
Rotura meniscal	3,7
Rotura muscular	3,7

Tabla 11. Porcentaje de lesiones producidas en la recepción tras salto según el tejido lesionado.

En el cambio de dirección las lesiones más habituales que se han producido han sido las ligamentosas, con la mitad de los casos. Se incluyen en ellas un 27,78 % de lesiones de ligamento lateral externo de tobillo y un 11,11 % de roturas de ligamento cruzado anterior. También ha habido un 16,67 % de roturas meniscales y el mismo porcentaje de roturas musculares (Tabla 12).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	27,78
Rotura muscular	16,67
Rotura meniscal	16,67
Esguince LLI rodilla	11,11
Rotura LCA	11,11
Edema óseo post-traumático	8,33
Fractura ósea	8,33

Tabla 12. Porcentaje de lesiones producidas en el cambio de dirección según el tejido lesionado.

En el momento de esprintar y de lanzamiento el principal tejido lesionado ha sido el músculo, que se ha roto en 76,92 % y 50 % de los casos respectivamente (Tablas 13 y 14).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	PORCENTAJE
Rotura muscular	76,92
Rotura tendinosa	15,38
Bursitis aguda	7,69

Tabla 13. Porcentaje de lesiones producidas en el esprint según el tejido lesionado.

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	PORCENTAJE
Rotura muscular	50
Esguince LLE tobillo	25
Rotura LCA	12,5
Rotura tendinosa	12,5

Tabla 14. Porcentaje de lesiones producidas en el lanzamiento según el tejido lesionado.

El 3,96 % de las lesiones de este estudio se han producido por un mecanismo diferente a los anteriormente explicados. Dentro de este grupo, destacan las lesiones de tobillo y musculares (Tabla 15).

LESIONES PRODUCIDAS POR OTRO MECANISMO LESIONAL	
DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	42,86
Sobrecarga muscular	28,57
Rotura muscular	14,28
Edema óseo	14,28

Tabla 15. Porcentaje de lesiones producidas por otro mecanismo lesional según el tejido lesionado.

#### 4.8.2. Mecanismos lesionales y gravedad de las lesiones

El esprint es el mecanismo lesional en el que mayor porcentaje de lesiones severas aparecen (53,85 %). Otros mecanismos con porcentajes elevados de lesiones severas son los traumatismos (39,47%), los cambios de dirección (38,89 %), los lanzamientos (37,50 %) y la caída- recepción tras salto (37,04 %).

En el lado contrario, con respecto a los mecanismos lesionales que tienen un mayor porcentaje de lesiones leves, se encuentran el 74,03 % de las lesiones crónicas. En el lanzamiento, este porcentaje es de 37,50 % y en el traumatismo del 34,21 %. Apenas el 7,69 % de las lesiones sufridas durante el esprint son leves (Tabla 16).

MECANISMO LESIONAL	LEVES	MEDIAS	MODERADAS	SEVERAS
Crónica	74,03%	12,99%	0%	12,99%
Traumatismo	34,21%	17,11%	9,21%	39,47%
Caída/ recepción	25,93%	33,33%	3,70%	37,04%
Cambio dirección	16,67%	27,78%	16,67%	38,89%
Esprint	7,69%	15,38%	23,08%	53,85%
Otro	55,56%	11,11%	11,11%	22,22%
Lanzamiento	37,50%	0%	25%	37,50%

Tabla 16. Gravedad de las lesiones en función del mecanismo lesional.

#### 4.8.3. Mecanismos lesionales y dominancia

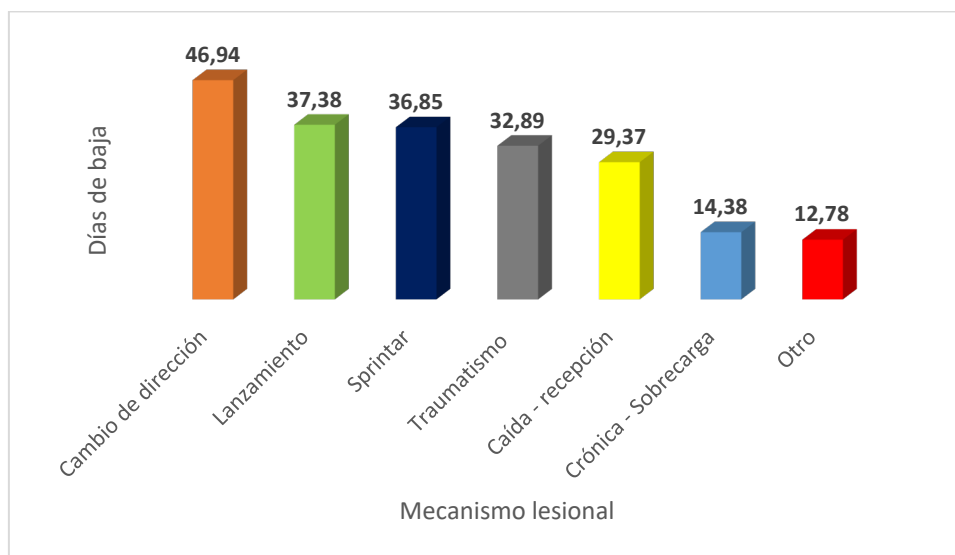
Con respecto a la relación entre mecanismo lesional y lado lesionado, las lesiones en el lado dominante son más habituales en general que en el lado no dominante. Esta diferencia está especialmente marcada en el gesto de lanzamiento (75 %), en el esprint (61,54 %) y en las lesiones crónicas (49,35 %) (Tabla 17).

MECANISMO LESIONAL	LADO DE LA LESIÓN	PORCENTAJE
Cambio de dirección	Dominante	47,15 %
	No Dominante	52,85 %
Caída - recepción	Dominante	59,24 %
	No Dominante	40,76 %
Crónica - Sobrecarga	Ambidiestro	2,59 %
	Dominante	49,35 %
	No Dominante	25,97 %
Lanzamiento	No implica	22,08 %
	Dominante	75 %
	No implica	25 %
Otro	Dominante	44,44 %
	No Dominante	44,44 %
	No implica	11,11 %
Esprintar	Dominante	61,54 %
	No Dominante	38,46 %
Traumatismo - Contacto directo	Ambidiestro	3,39 %
	Dominante	62,74 %
	No Dominante	33,87 %

Tabla 17. Dominancia del lado de la lesión en función del mecanismo lesional.

#### 4.8.4. Mecanismos lesionales y días de baja

El mecanismo lesional que más media de días de baja ocasiona es el cambio de dirección (46,94), seguido del lanzamiento (37,38), esprintar (36,85) y los traumatismos (32,89), que también superan la media de 30 días de baja. Dentro de los mecanismos lesionales conocidos, las lesiones crónicas o por sobrecarga son las que menos tiempo de baja provocan (14,37 días) (*Gráfico 11*). Al hablar de días totales de baja ocasionados por cada mecanismo lesional se observa como las lesiones por contacto directo son las que mayor número de días de baja han provocado (1840 días). Le siguen las lesiones de origen crónico (974 días), las provocadas por cambio de dirección (830 días) y por recepción tras salto (726 días). Las lesiones producidas durante el esprint han causado 480 días de ausencia de entrenamiento y las lesiones sufridas durante el gesto de lanzamiento, 299 días (*Tabla 19*).



*Gráfico 11.* Media de días de baja en función del mecanismo lesional.

MECANISMO LESIONAL	MEDIA DIAS DE BAJA	DÍAS DE BAJA TOTALES
<b>Cambio de dirección</b>	46,94	830
<b>Lanzamiento</b>	37,38	299
<b>Esprintar</b>	36,85	480
<b>Traumatismo - Contacto directo</b>	32,89	1840
<b>Caída - recepción</b>	29,37	726
<b>Crónica - Sobrecarga</b>	14,38	974
<b>Otro</b>	12,78	109

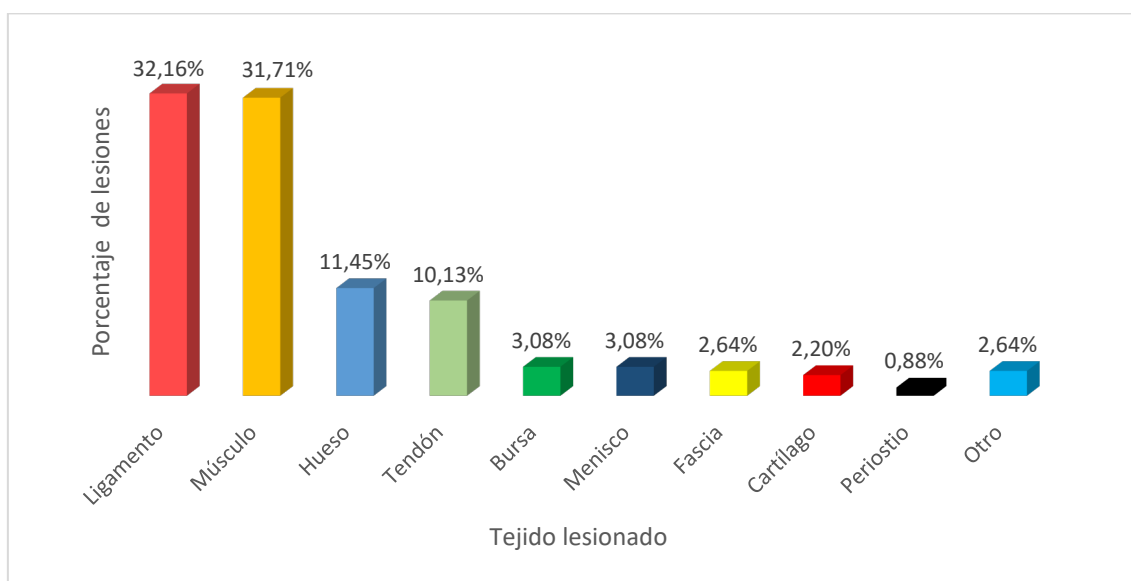
*Tabla 19.* Mecanismos lesionales y media de días de baja que provocan.

## 4.9. TIPO DE LESIÓN

Las lesiones ligamentosas (32,16 %) y las musculares (31,71 %) son mucho más abundantes que las demás. En un segundo escalón se encuentran las lesiones óseas (11,45 %) y las tendinosas (10,13 %). El resto de lesiones se producen en mucha menor cantidad (*Tabla 19 y Gráfico 12*).

TIPO DE LESIÓN	NÚMERO	% DEL TOTAL DE LESIONES
Ligamentosa	73	32,16
Muscular	72	31,71
Ósea	26	11,45
Tendón	23	10,13
Bursa	7	3,08
Meniscal	7	3,08
Fascia	6	2,64
Otras	6	2,64
Cartílago	5	2,20
Periostio	2	0,88

*Tabla 19.* Número y porcentaje de lesiones de cada tejido.



*Gráfico 12.* Porcentaje de lesiones en función del tejido lesionado.

#### 4.9.1. Gravedad de las lesiones en función del tejido lesionado

En las lesiones óseas es donde nos encontramos un mayor porcentaje de lesiones severas (61,54%), seguido de las lesiones meniscales (42,86 %), ligamentosas (35,14 %) y musculares (26,76 %).

En las lesiones musculares y tendinosas un gran porcentaje de las lesiones se resuelven en la primera semana (52,11 % y 52,17 % respectivamente). De las lesiones ligamentosas solo un 25,68 % de las lesiones son leves. Precisamente en este tipo de tejido, hasta un 29,73 % de los casos se solucionan en la segunda semana. En esos plazos también están el 30,43 % de las lesiones tendinosas y el 16,90 % de las lesiones musculares (*Tabla 20*).

TEJIDO	LEVES	MEDIAS	MODERADAS	SEVERAS
LIGAMENTO	25,68%	29,73%	9,46%	35,14%
BURSA	42,86%	42,86%	14,29%	0%
CARTÍLAGO	60%	20%	0%	20%
FASCIA	50%	50%	0%	0%
MÚSCULO	52,11%	16,90%	4,23%	26,76%
TENDÓN	52,17%	30,43%	0%	17,39%
PERIOSTIO	100%	0%	0%	0%
MENISCO	28,57%	0%	28,57%	42,86%
HUESO	23,08%	11,54%	3,85%	61,54%
OTRO	66,67%	16,67%	0%	16,67%

*Tabla 20.* Porcentaje de lesiones en función de la gravedad y el tejido

Con respecto a la media de días de baja debido a la lesión de cada tejido, nos encontramos como las lesiones óseas y las ligamentosas son las que mayor número de días de ausencia por término medio provocan (48,65 y 40,71 respectivamente). Son también las que provocan más días de baja en términos absolutos. Se observa como las lesiones musculares producen una media de ausencia de normalidad deportiva durante 12,29 días mientras que los tendones lo hacen durante 20,13 días (*Tabla 21 y Gráfico 13*).

DÍAS DE BAJA						
TIPO DE LESIÓN	Media	N	Media *N	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Bursa	9,14	7	64	6,12	2	17
Cartilaginosa	16,80	5	84	22,88	3	57
Fascia	4,83	6	29	3,37	1	9
Ligamentosa	40,71	73	2972	65,17	1	250
Meniscal	38,29	7	268	44,41	2	123
Muscular	12,29	72	885	14,76	1	56
Ósea	48,65	26	1265	54,97	1	186
Otra	14,67	6	88	26,68	2	69
Periostitis	3,00	2	6	1,41	2	4
Tendinosa	20,13	23	463	42,05	1	195

Tabla 21. Días de baja en función del tejido lesionado.

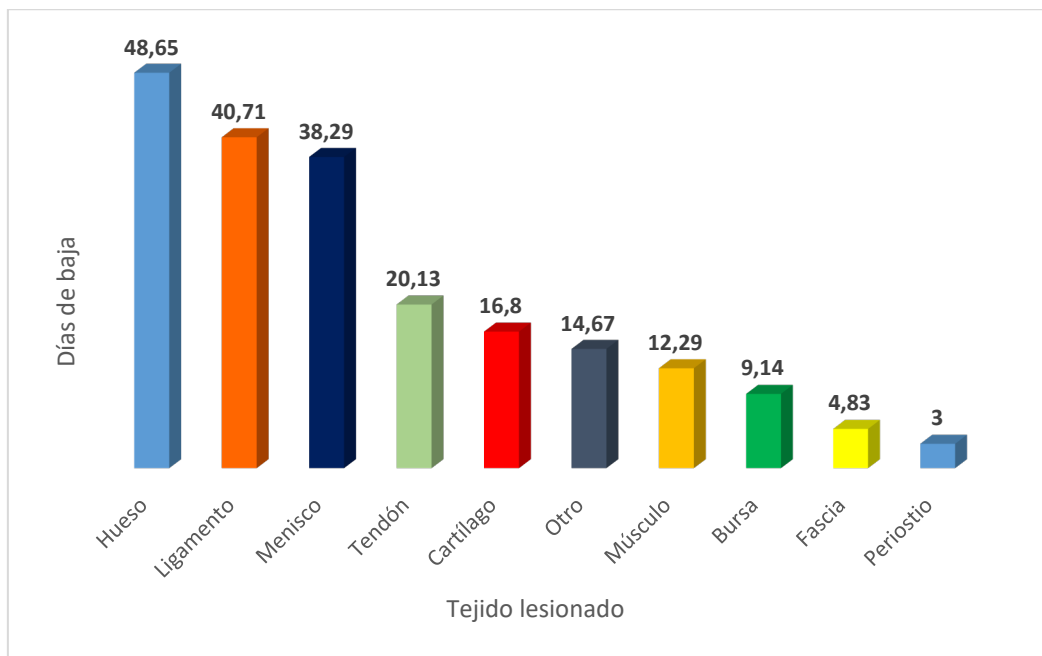


Gráfico 13. Media de días de baja en función del tejido lesionado.

Tras el análisis ANOVA se ha obtenido como hay diferencias significativas ( $p= 0,005$ ) en cuanto al tiempo de baja según el tejido lesionado. De manera descriptiva en el estudio se observa como el mayor tiempo de baja es cuando tiene lugar una lesión ósea. Sin embargo, globalmente las lesiones ligamentosas son las que más tiempo de baja producen.

#### 4.9.1.1. Hueso

La duración media de días de baja de las lesiones del tejido óseo es de 43,46 días. De las 26 lesiones que afectan al hueso, el 34,62 % impidieron la práctica deportiva durante una semana o menos. El 30,77 % de las lesiones provocaron tiempos de baja entre una semana y un mes. El 23,08 % de las lesiones ocasionaron un período de baja entre un mes y dos meses y media. Por último, el 19,23 % de las lesiones tuvieron una duración de al menos 120 días, siendo 186 días de baja el tiempo más largo en recuperarse de la lesión.

#### 4.9.1.2. Tendón

Con respecto a las lesiones tendinosas, las 23 lesiones que ocasionaron pérdida de práctica deportiva, el tiempo medio de baja que provocaron fue de 19,91 días. Hasta en el 30,43 % de las ocasiones, el tendón solo ocasionó la pérdida de un día de actividad deportiva. En 26,09 % de los casos, fue suficiente una semana para volver a la normalidad, y en el mismo porcentaje, dos semanas. 13,04 % de las lesiones conllevaron un tiempo de baja de entre un mes y dos meses y medio. La lesión que más tiempo necesitó para una completa vuelta a la práctica deportiva provocó 195 días de baja.

#### 4.9.1.3. Bursa

Las 7 lesiones de bursa registradas implicaron de media 9,14 días de baja. El 42,86 % de los casos requirieron una semana de baja, mientras que el otro 57,14 % se solucionaron antes de los 20 días.

#### 4.9.1.4. Cartílago

El tiempo medio de las lesiones de cartílago fue de 16,8 días. De las lesiones registradas, el 60 % se solucionaron en la primera semana, el 20 % a la segunda semana y el otro 20 % necesitaron 57 días para volver a la normalidad junto al resto del equipo.

#### 4.9.1.5. Fascia

De las 6 fascitis diagnosticadas, el 16,67 % de las lesiones implicaron 9 días de baja, mientras que el 83,34 % restante se solucionaron en la primera semana.

#### 4.9.1.6. Ligamento

Las 74 lesiones ligamentosas han provocado 3001 días de baja, siendo una media de 40,55 días de baja. De ellas, el 13,51 % fueron de más de 3 meses, llegando hasta los 250 días de baja. Dentro de este porcentaje, la mitad implicaron al menos 5 meses de baja. 14,86 % de las lesiones se solucionaron entre el mes y los tres meses. 41,89 % de las lesiones ligamentosas provocaron tiempos de baja entre una semana y un mes. En el 29,73 % de los casos, la lesión ligamentosa se solucionó en una semana o menos.

#### 4.9.1.7. Menisco

En las lesiones en las que se vio implicado el tejido meniscal, el tiempo medio necesario para una completa reincorporación al trabajo grupal fue de 38,29 días. En 28,57 % de los casos una semana o menos fue suficiente para la vuelta a la normalidad, mientras que en 42,86 % de los casos se necesitó entre una semana y un mes para esa vuelta. El 14,29 % de las lesiones implicaron dos meses y medio de baja mientras que el mismo porcentaje necesitaron 4 meses.

#### 4.9.1.8. Músculo

Las 71 lesiones musculares han implicado un tiempo medio de baja de 11,92 días. En el 29,58 % de los casos, con un solo día de baja ha sido suficiente para volver a incorporarse a la normalidad. En el 28,17 % de las lesiones fue necesario una semana o menos para la recuperación. El 32,40 % de las lesiones necesitaron entre una semana y un mes. El 9,86 % restante requirió entre un mes y dos meses para completar la recuperación.

#### 4.9.1.9. Periostio

Los casos de periostitis se solucionaron en la primera semana.

## 4.10. DIAGNÓSTICOS ESPECÍFICOS

El diagnóstico más habitual ha sido el esguince de tobillo (17,62 %). De manera general, el segundo diagnóstico más repetido ha sido la sobrecarga muscular (18,06 %), afectando principalmente a espalda, isquiotibiales, cuádriceps y gemelos. En estos tres últimos grupos musculares y en el aductor se dan la mayoría de las roturas musculares, que implican un 13,66 % del total. A nivel tendinoso, la tendinopatía aquilea (2,20 %) y la rotuliana (1,76 %) son las más habituales. Diversos tendones también han sido lesionados, siendo todos juntos un 3,96 % de las lesiones totales. Las contusiones y fracturas óseas son lesiones muy habituales, aunque se han producido en sitios muy variados. La rotura de ligamento cruzado anterior ha sido un 3,08%, mismo porcentaje que el esguince de LLI de la rodilla (*Tabla 22*).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	40	17,62
Contusión	14	6,17
Lumbalgia	11	4,85
Fractura	10	4,41
Otras tendinopatías	9	3,96
Esguince (otros)	9	3,96
Otras sobrecargas musculares	8	3,52
Otras roturas musculares	8	3,52
Sobrecarga isquiotibial	7	3,08
Rotura cuádriceps	7	3,08
Esguince LLI rodilla	7	3,08
Rotura LCA	7	3,08
Bursitis	7	3,08
Fascitis	6	2,64
Sobrecarga cuádriceps	6	2,64
Otras	6	2,64
Tendinopatía aquilea	5	2,20
Rotura menisco interno	5	2,20
Rotura isquiotibial	5	2,20

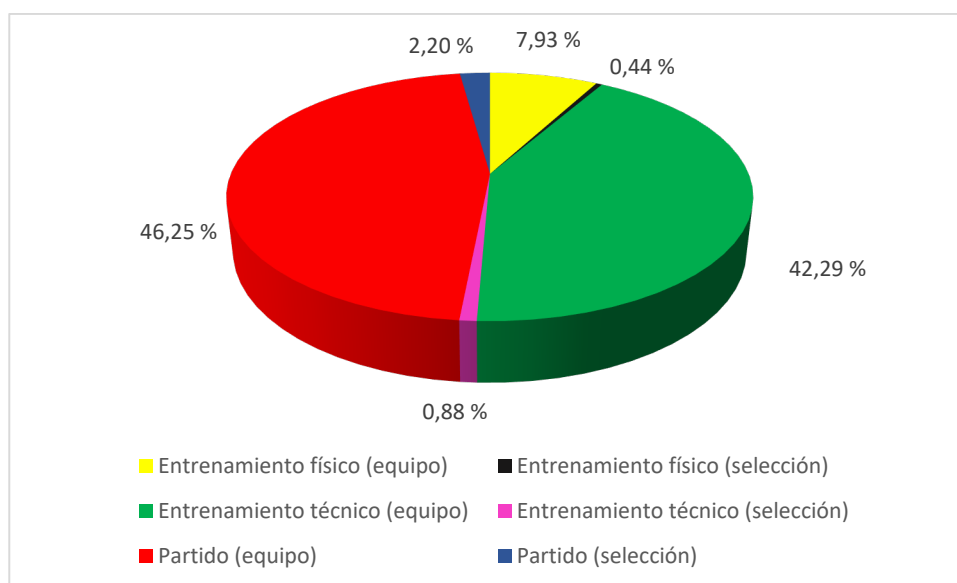
<b>Rotura gemelos</b>	5	2,20
<b>Rotura aductor</b>	5	2,20
<b>Sobrecarga gemelos</b>	5	2,20
<b>Condropatía</b>	5	2,20
<b>Tendinopatía rotuliana</b>	4	1,76
<b>Sobrecarga aductor</b>	4	1,76
<b>Subluxación</b>	4	1,76
<b>Luxación</b>	4	1,76
<b>Edema</b>	4	1,76
<b>Rotura menisco externo</b>	2	0,88
<b>Rotura tendón Aquiles</b>	2	0,88
<b>Tendinopatía supraespinoso</b>	2	0,88
<b>Periostitis</b>	2	0,88
<b>Artrosis</b>	1	0,44

*Tabla 22.* Número y porcentaje de casos de diagnósticos específicos.

## 4.11. MOMENTO LESIONAL

Sobre el momento en el que se producen las lesiones, 48,46 % se han producido durante la competición y 51,54 % en los entrenamientos. Dentro de estas últimas, 16,24 % se han producido en el apartado exclusivamente físico y 83,76 % en la parte de aplicación técnico-táctica (*Gráfico 14*).

De manera general, la tasa de lesiones en entrenamientos ha sido de 40 lesiones por cada 1000 horas, mientras que en competición ha sido de 58 lesiones por cada 1000 horas.



*Gráfico 14.* Porcentaje de lesiones en cada momento lesional.

En este apartado se debe de tener en cuenta que hay en determinados grupos donde la muestra no es suficiente para obtener conclusiones claras. Son muy pocas las jugadoras de este estudio que juegan con su selección y son escasos también los equipos en los que hay sesiones exclusivamente físicas.

En los entrenamientos físicos predominan las lesiones musculares, especialmente las sobrecargas, que son el 33,34 % del total de las lesiones producidas en este ámbito.

Los esguinces son claramente el diagnóstico más repetido en los entrenamientos técnicos; principalmente el esguince de tobillo. En competición, a pesar de que también son un diagnóstico habitual, dominan los problemas musculares. Las roturas de ligamento cruzado anterior se producen mucho más en competición (85,71 %) que en entrenamiento (14,39 %), igual que las contusiones, que son más abundante en competición (83,33 %) que en entrenamiento (11,37 %) (*Tablas 23 y 24*).

TIPO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	26	25,24%
Esguince (otros)	14	13,59%
Sobrecarga muscular	14	13,59%
Tendinopatía	12	11,65%
Rotura muscular	10	9,71%
Bursitis	5	4,85%
Rotura menisco	4	3,88%
Edema óseo	3	2,91%
Fractura ósea	3	2,91%
Subluxación	3	2,91%
Rotura LCA	2	1,94%
Contusión ósea	2	1,94%
Periostitis	1	0,97%
Rotura tendón	1	0,97%
Artrosis	1	0,97%
Condropatía	1	0,97%
Fascitis	1	0,97%

Tabla 23. Lesiones producidas en entrenamiento técnico en los equipos.

TIPO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Sobrecarga muscular	20	18,09%
Esguince LLE tobillo	15	13,33%
Rotura muscular	12	10,48%
Tendinopatía	8	7,62%
Contusión ósea	8	7,62%
Rotura LCA	7	6,67%
Esguince LLI rodilla	6	5,71%
Fascitis	5	4,76%
Luxación	4	3,81%
Fractura ósea	4	3,81%
Condropatía	3	2,86%
Esguince (otros)	3	2,86%
Rotura menisco	3	2,86%
Bursitis	2	1,90%
Contusión muscular	2	1,90%
Periostitis	1	0,95%

Tabla 24. Lesiones producidas en partidos en los equipos.

## 4.12. LESIONES EN FÚTBOL

### 4.12.1. Incidencia lesional

En el fútbol se han registrado un total de 16 lesiones entre las 61 jugadoras participantes. Son 15 las jugadoras lesionadas, lo que supone un porcentaje del 26,23 % del número de participantes de este deporte y un 5,09 % del total de la muestra. La tasa de lesiones ha sido de 30 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y 58 lesiones por cada 1000 horas de competición.

### 4.12.2. Gravedad de las lesiones

En este deporte el 75 % de las lesiones producidas han sido severas. Ninguna lesión ha sido leve. Las lesiones medias han sido el 18,75 % de los casos, mientras que las moderadas han sido el 6,25 % (*Tabla 25*).

GRAVEDAD	PORCENTAJE
Leves	0,00%
Medias	18,75%
Moderadas	6,25%
Severas	75,00%

*Tabla 25.* Lesiones en fútbol según gravedad.

### 4.12.3. Mecanismos lesionales

En fútbol las lesiones más abundantes y que mayor impacto ocasiona son las lesiones traumáticas, que son el 31,25 % de las lesiones y que causan 89 días de baja de media. Las lesiones tras un salto son un 25 % de las lesiones totales y provocan 62,5 días de baja. Es el deporte en el que mayor porcentaje ocupan las lesiones producidas en el sprint (18,75 %), ocasionando 27 días de media de baja (*Tabla 26*).

MECANISMO LESIONAL	% DE LESIONES	DÍAS DE BAJA
Cambio de dirección	12,5	24,5
Caída- recepción	25	62,5
Crónica	0	0
Lanzamiento	12,5	27
Esprint	18,75	27
Traumatismo	31,25	89
Otro	0	0

Tabla 26. Mecanismos lesionales en fútbol y media de días de baja que provocan.

#### 4.12.4. Tipo de lesión

En fútbol predominan las lesiones musculares (50%) y las ligamentosas (31,25%). Las lesiones óseas son el 12,5% y las tendinosas el 6,25% (Gráfico 15).

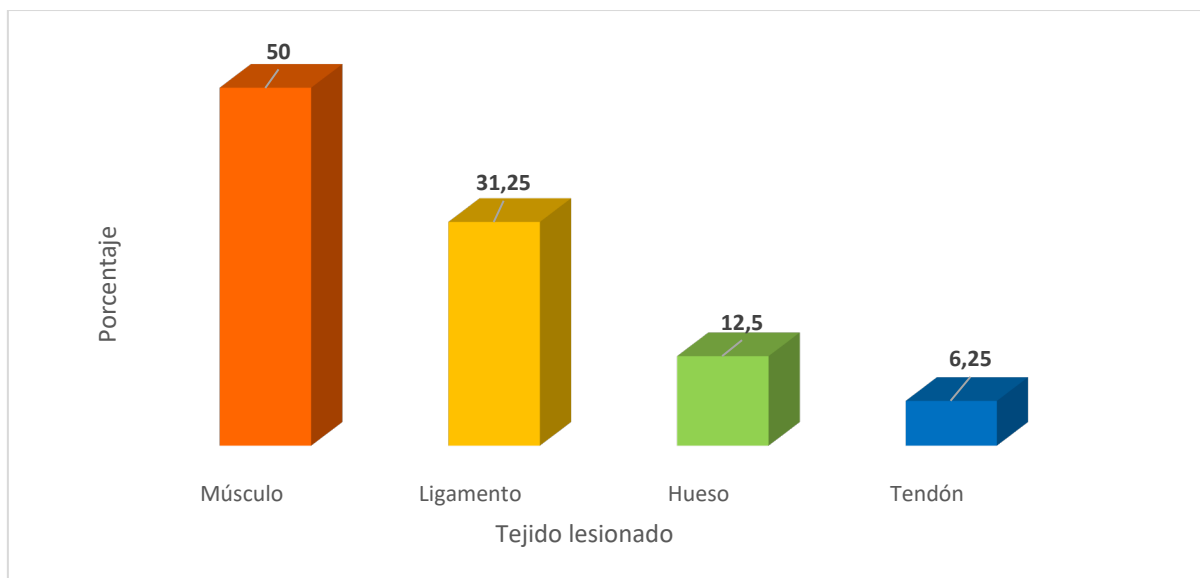


Gráfico 15. Porcentaje de lesiones en fútbol según el tejido lesionado.

#### 4.12.5. Diagnósticos específicos

De las 16 lesiones producidas en fútbol, destaca el porcentaje que implica la rotura de ligamento cruzado anterior con respecto al total de las lesiones producidas en este deporte (12,50 %), aunque el esguince de ligamento lateral externo de tobillo (18,75%) también es la lesión más habitual. Con respecto a las lesiones musculares, la rotura de aductor, cuádriceps e isquiotibial son también el 12,50 % de las lesiones totales. Existe un caso de rotura de los tendones peroneos (Tabla 27).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	3	18,75
Rotura LCA	2	12,50
Rotura aductor	2	12,50
Rotura cuádriceps	2	12,50
Rotura de isquiotibial	2	12,50
Rotura de gemelo	1	6,25
Lumbalgia	1	6,25
Rotura tendón peroneos	1	6,25
Contusión ósea	1	6,25
Fractura ósea	1	6,25

Tabla 27. Diagnósticos específicos en fútbol.

## 4.13. LESIONES EN BALONCESTO

### 4.13.1. Incidencia lesional

En el baloncesto se han registrado un total de 113 lesiones entre las 77 jugadoras participantes. Son 49 las jugadoras lesionadas, lo que supone un porcentaje del 63,29 % del número de participantes de este deporte y un 18,55 % del total de la muestra. La tasa de lesiones ha sido de 40 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y 78 lesiones por cada 1000 horas de competición.

### 4.13.2. Gravedad de las lesiones

En este deporte las lesiones más habituales son las leves (68,14 %). Mucho menos habituales son las severas (14,16 %) y las medias (13,27 %). En último lugar están las lesiones moderadas (4,42 %) (Tabla 28).

GRAVEDAD	PORCENTAJE
Leves	68,14%
Medias	13,27%
Moderadas	4,42%
Severas	14,16%

Tabla 28. Lesiones en baloncesto según gravedad.

#### 4.13.3. Mecanismos lesionales

Con respecto a cómo ha influido el mecanismo lesional en el baloncesto, un 47,22 % de las lesiones tienen un origen crónico, pero no son las lesiones que más días de baja producen. Un 28,7 % de las lesiones se producen por contacto directo y ocasionan una media de 19,26 días de baja. Las acciones de recepción tras un salto (12,04 %) y de cambio de dirección (6,48 %) también causan abundantes días de baja (18,15 y 16,86 días respectivamente). En baloncesto sólo el 1,8 % de las lesiones se producen en el sprint mientras que el gesto de lanzamiento no es lesivo (Tabla 29).

MECANISMO LESIONAL	% DE LESIONES	DÍAS DE BAJA
Crónica- sobrecarga	47,22	3,82
Traumatismo	28,7	19,26
Caída- recepción	12,04	18,15
Cambio de dirección	6,48	16,86
Otro	3,7	6,5
Esprint	1,85	8,5
Lanzamiento	0	0

Tabla 29. Mecanismos lesionales en baloncesto y media de días de baja que provocan.

#### 4.13.4. Tipo de lesión

Predominan tanto las lesiones ligamentosas como las musculares (28,32%). Las lesiones tendinosas (13,27%) y las óseas (8,85%) están en un segundo nivel (Gráfico 16).

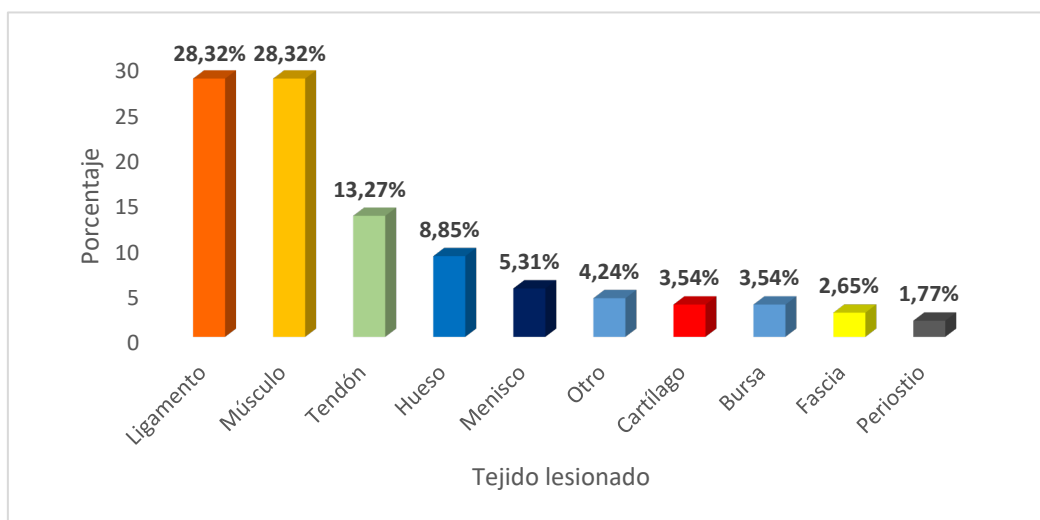


Gráfico 16. Porcentaje de lesiones en baloncesto según el tejido lesionado.

#### 4.13.5. Diagnósticos específicos

En baloncesto, de las 113 lesiones registradas, la lesión predominante es el esguince de ligamento lateral externo de tobillo, siendo un 17,69 % de las lesiones producidas en baloncesto. En un segundo escalón se sitúan los problemas musculares a nivel de espalda (6,19 %), isquiotibiales (4,42 %) y sóleo (3,54 %). En la rodilla también encontramos un 3,54 % de las lesiones en el ligamento lateral interno y el mismo porcentaje de rotura de menisco interno. Dentro de las tendinopatías, destaca la del tendón de Aquiles, que implica un 3,54 % de las lesiones totales en baloncesto, seguido de los tendones peroneos y tendón rotuliano (2,65%) (Tabla 30).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	20	17,69
Sobrecarga muscular	20	17,69
Lumbalgia	8	7,08
Esguince (otros)	7	6,19
Tendinopatía (otros)	7	6,19
Condrotipatía rotuliana	4	3,54
Esguince LLI rodilla	4	3,54
Rotura menisco interno	4	3,54
Tendinopatía de Aquiles	4	3,54
Contusión ósea	4	3,54
Bursitis	4	3,54
Fascitis plantar	3	2,65
Luxación articular	3	2,65
Contusión muscular	3	2,65
Tendinopatía rotuliana	3	2,65
Rotura menisco externo	2	1,77
Rotura cuádriceps	2	1,77
Rotura gemelo	2	1,77
Tendinopatía del manguito de los rotadores	2	1,77
Edema óseo pie	2	1,77
Fractura ósea	2	1,77
Rotura LCA	1	0,88
Periostitis Tibial	1	0,88
Artrosis	1	0,88

Tabla 30. Diagnósticos específicos en baloncesto.

## 4.14. LESIONES EN BALONMANO

### 4.14.1. Incidencia lesional

En el balonmano se han registrado un total de 26 lesiones entre las 51 jugadoras participantes. Son 20 las jugadoras lesionadas, lo que supone un porcentaje del 39,22 % del número de participantes de este deporte y un 7,27 % del total de la muestra. La tasa de lesiones ha sido de 20 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y 28 lesiones por cada 1000 horas de competición.

### 4.14.2. Gravedad de las lesiones

En este deporte la severidad de las lesiones se encuentra repartida en los cuatro niveles de clasificación, aunque con diferencia clara entre las lesiones severas (38,46 %) y las medias (30,77 %) con respecto a las leves y moderadas (15,38 % ambas) (*Tabla 31*).

GRAVEDAD	PORCENTAJE
Leves	15,38%
Medias	30,77%
Moderadas	15,38%
Severas	38,46%

*Tabla 31.* Lesiones en balonmano según gravedad.

### 4.14.3. Mecanismos lesionales

Una gran cantidad de lesiones tienen origen crónico o por traumatismo (24 % del total cada mecanismo). Sin embargo, las lesiones de origen crónico ocasionan el doble de días de baja. Pese a ello, es el gesto de lanzamiento (4 %) en el que se producen las lesiones con mayor tiempo de baja (167 días de media). El cambio de dirección en balonmano produce un 16 % de las lesiones, las cuales provocan una media de 66,25 días de baja (*Tabla 32*).

MECANISMO LESIONAL	% DE LESIONES	DÍAS DE BAJA
Traumatismo	24	42,71
Crónica	24	84,67
Caída- recepción	20	16
Cambio de dirección	16	66,25
Esprint	8	104
Lanzamiento	4	167
Otro	4	16

Tabla 32. Mecanismos lesionales en balonmano y media de días de baja que provocan.

#### 4.14.4. Tipo de lesión

En balonmano el 50% de las lesiones son ligamentosas. Las lesiones musculares (19,23%) y las óseas (15,38%) también son abundantes (Gráfico 17).

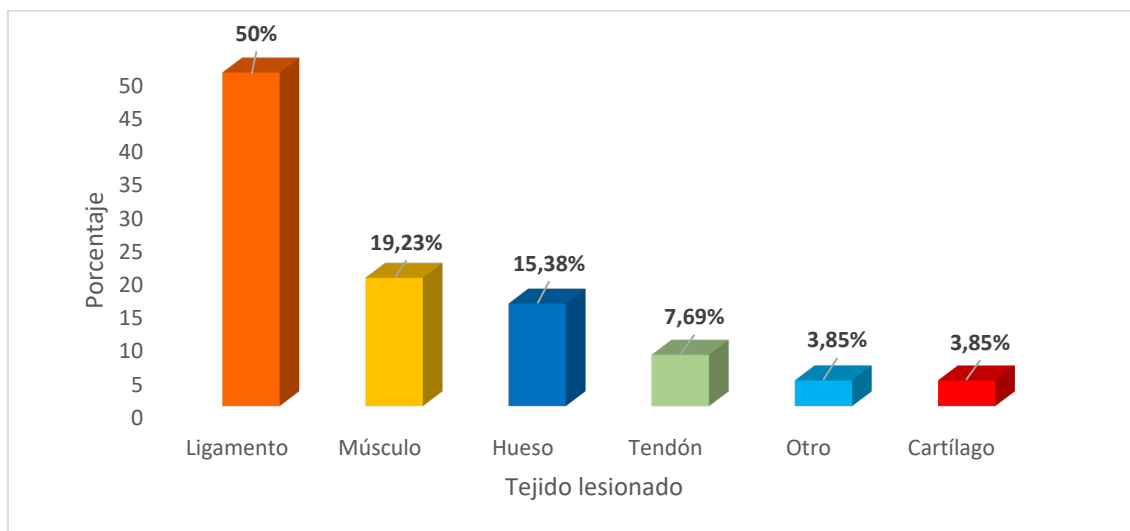


Gráfico 17. Porcentaje de lesiones en balonmano según el tejido lesionado.

#### 4.14.5. Diagnósticos específicos

En balonmano también se repite el hecho de que, dentro de las 26 lesiones registradas, el esguince de ligamento lateral externo de tobillo es la lesión más abundante (30,77 %), mientras que todas las demás se repiten en el mismo porcentaje (3,84 %). Dentro de éstas destacar un caso de rotura de ligamento cruzado anterior y una rotura del tendón de Aquiles (Tabla 33).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Esguince LLE tobillo	8	30,77
Rotura muscular	3	11,55
Sobrecarga muscular	2	7,7
Contusión ósea	2	7,7
Fractura ósea	2	7,7
Condrotipatía rotuliana	1	3,85
Esguince LLI Rodilla	1	3,85
Rotura Labrum	1	3,85
Rotura LCA	1	3,85
Luxación glenohumeral	1	3,85
Tendinopatía manguito de los rotadores	1	3,85
Rotura tendón de Aquiles	1	3,85
Pubalgia	1	3,85

Tabla 33. Diagnósticos específicos en balonmano.

## 4.15. LESIONES EN FÚTBOL SALA

### 4.15.1. Incidencia lesional

En el fútbol sala se han registrado un total de 63 lesiones entre las 73 jugadoras participantes. Son 41 las jugadoras lesionadas, lo que supone un porcentaje del 56,76 % del número de participantes de este deporte y un 15,27 % del total de la muestra. La tasa de lesiones ha sido de 80 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y 92 lesiones por cada 1000 horas de competición.

### 4.15.2. Gravedad de las lesiones

Un 41 % de las lesiones en este deporte son severas. En un segundo nivel están las lesiones medias, que afectan al 38,09 % de las lesiones. Menos habituales son las lesiones leves (14,29 % y las moderadas (6,35 %) (Tabla 34).

GRAVEDAD	PORCENTAJE
Leves	14,29%
Medias	38,09%
Moderadas	6,35%
Severas	41,27%

Tabla 34. Lesiones en fútbol sala según gravedad.

#### 4.15.3. Mecanismos lesionales

En fútbol sala también predominan las lesiones por traumatismo (33,33 %) y de origen crónico (31,74 %). Son las lesiones producidas en el cambio de dirección (6,35 %) y en la recepción tras un salto (7,94 %) las que mayor tiempo de baja producen (61 días y 45,4 respectivamente) (Tabla 35).

MECANISMO LESIONAL	% DE LESIONES	DÍAS DE BAJA
Traumatismo	33,33	31,81
Crónica	31,74	20,2
Esprint	9,52	28,83
Caída- recepción	7,94	45,4
Lanzamiento	7,94	15,6
Cambio de dirección	6,35	61
Otro	3,17	30

Tabla 35. Mecanismos lesionales en fútbol sala y media de días de baja que provocan.

#### 4.15.4. Tipo de lesión

En fútbol sala predominan las lesiones musculares (39,68 %) seguido de las ligamentosas (33,33%). Tanto las lesiones óseas como las tendinosas son un 7,94% de las lesiones totales (Gráfico 18).

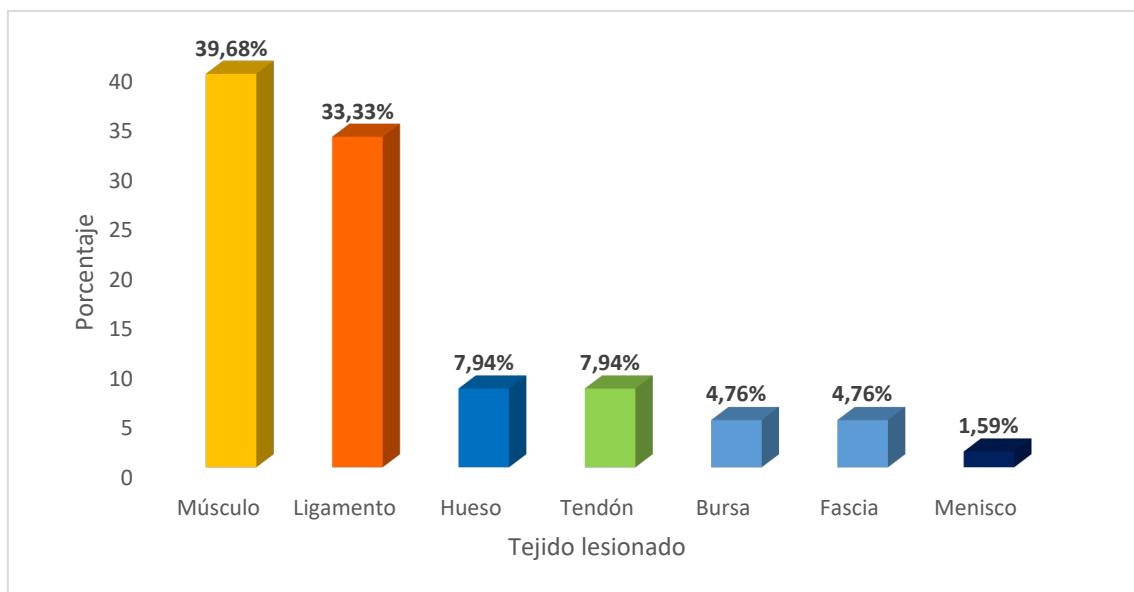


Gráfico 18. Porcentaje de lesiones en fútbol sala según el tejido lesionado.

#### 4.15.5. Diagnósticos específicos

De las 63 lesiones registradas en fútbol sala también domina el esguince de ligamento lateral externo (15,87 %) sobre todas las demás. La fascitis plantar es la segunda lesión más repetida (4,76 %) junto con las lesiones de aductor (4,76 % de roturas y de sobrecargas). La lesión de ligamento cruzado anterior aparece en un 3,17 %, igual que las lesiones de ligamento lateral interno de rodilla y que las roturas de cuádriceps e isquiotibiales. Con este porcentaje también aparecen las contusiones en el pie y la sobrecarga de la cadena muscular posterior (gemelos, isquiotibiales, glúteo y espalda) (Tabla 36).

DIAGNÓSTICO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Sobrecarga muscular	13	20,62
Rotura muscular	11	17,45
Esguince LLE tobillo	10	15,87
Tendinopatía	5	7,95
Luxación articular	4	6,36
Bursitis rotuliana	3	4,76
Fascitis plantar	3	4,76
Contusión ósea	3	4,76
Esguince LLI Rodilla	2	3,17
Esguince (otros)	2	3,17
Rotura LCA	2	3,17
Rotura menisco interno	2	3,17
Contusión muscular	1	1,59
Edema óseo	1	1,59
Fractura ósea	1	1,59

Tabla 36. Diagnósticos específicos en fútbol sala.

## 4.16. LESIONES EN RUGBY

Con respecto a los datos recogidos en este deporte, es importante destacar que debido a la situación de pandemia por la Covid 19 y las grandes restricciones que sufrió este deporte es escasa la muestra participante como para obtener conclusiones.

### 4.16.1. Incidencia lesional

En el rugby se han registrado un total de 9 lesiones entre las 13 jugadoras participantes. Son 8 las jugadoras lesionadas, lo que supone un porcentaje del 64,29 % del número de participantes de este deporte y un 3,27 % del total de la muestra. La tasa de lesiones ha sido de 30 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y 34 lesiones por cada 1000 horas de competición. Es importante destacar que se jugaron muy pocos partidos durante el año de recogida de datos.

### 4.16.2. Gravedad de las lesiones

En este deporte las lesiones severas son con diferencia las más habituales, hasta en un 66,67 % de los casos. A un nivel mucho menos habitual están las lesiones medias (22,22 %) y las leves (11,11 %) (Tabla 37).

GRAVEDAD	PORCENTAJE
Leves	11,11%
Medias	22,22%
Moderadas	0,00%
Severas	66,67%

Tabla 37. Lesiones en rugby según gravedad.

### 4.16.3. Mecanismos lesionales

En rugby las lesiones se producen principalmente por traumatismo (88,89 %), pero las lesiones por cambio de dirección implican más días de baja (169 días) (Tabla 38).

MECANISMO LESIONAL	% DE LESIONES	DÍAS DE BAJA
Traumatismo	88,89	50
Cambio de dirección	11,11	169

Tabla 38. Mecanismos lesionales en rugby y media de días de baja que provocan.

#### 4.16.4. Tipo de lesión

En rugby las lesiones óseas son las más abundantes (55,56 %), seguidas de las lesiones musculares y ligamentosas (22,22% cada una) (Gráfico 19).

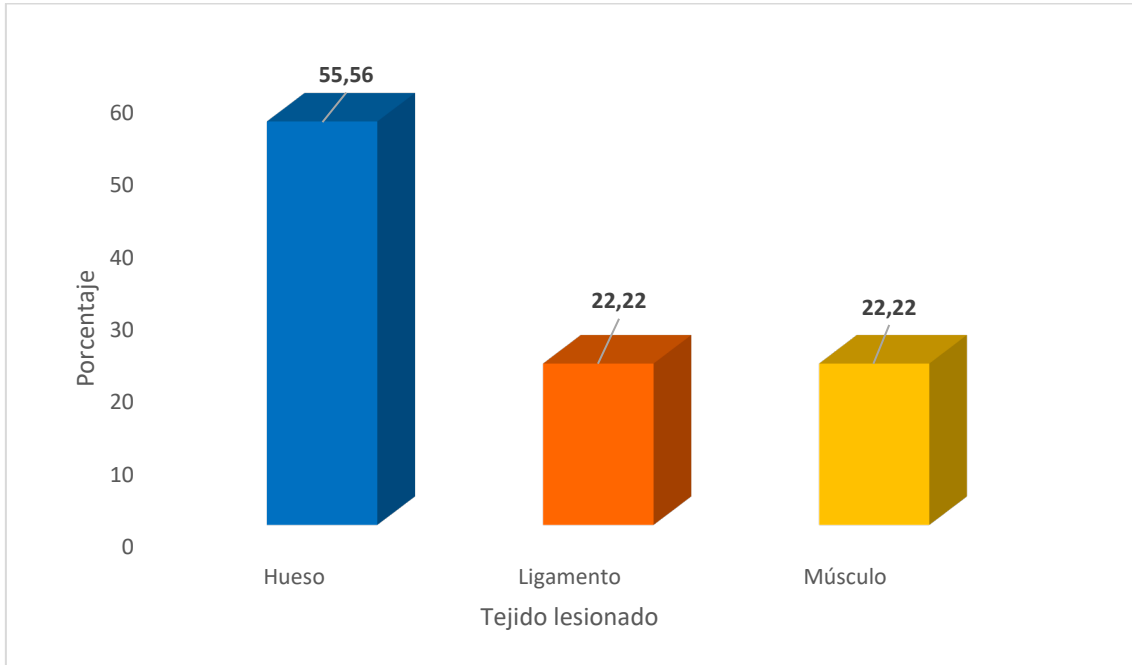


Gráfico 19. Porcentaje de lesiones en rugby según el tejido lesionado.

#### 4.16.5. Diagnósticos específicos

De las 9 lesiones registradas en rugby predominan las lesiones óseas, divididas en un 11,11 % las contusiones y un 44,44 % las fracturas (Tabla 39).

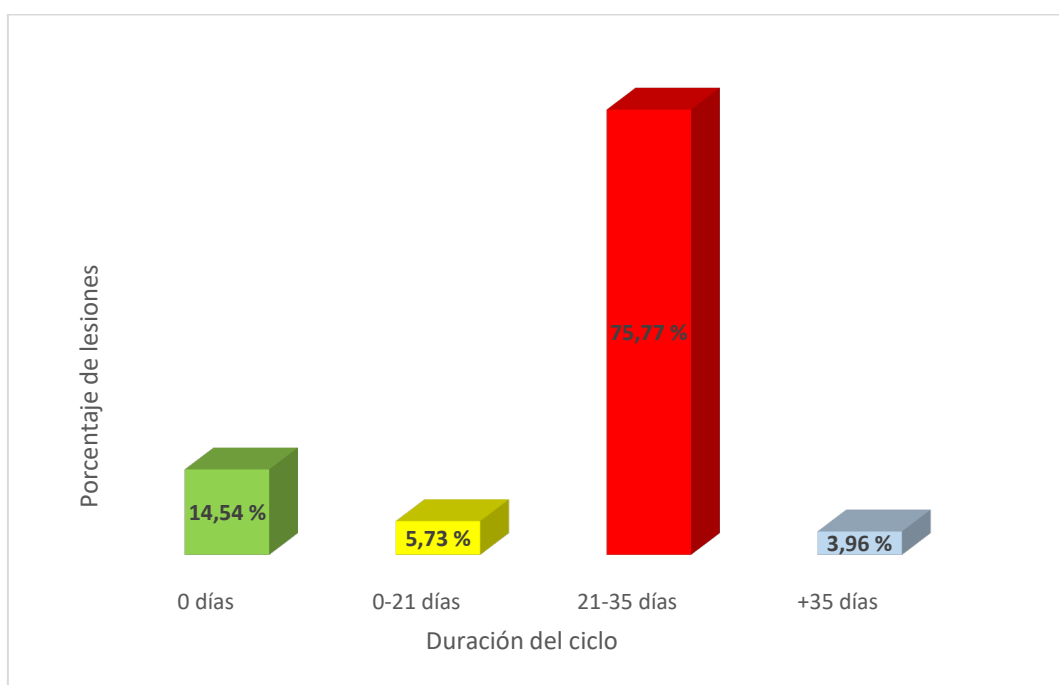
DIAGNOSTICO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Fractura ósea	4	44,44
Esguince acromioclavicular	1	11,11
Esguince LLE tobillo	1	11,11
Rotura LCA	1	11,11
Rotura isquiotibial	1	11,11
Contusión ósea	1	11,11

Tabla 39. Diagnósticos específicos en rugby.

## 4.17. LESIONES Y CICLO MENSTRUAL

### 4.17.1. Duración del ciclo y jugadoras lesionadas

De las 135 jugadoras lesionadas, 94 (69,63 %) presentan un ciclo menstrual de duración normal, entre 21-35 días. En ellas se han producido el 75,77 % del total de lesiones. En segundo lugar, están las que tienen ausencia de ciclo, 23 jugadoras (17,04 %), que han padecido el 14,54 % de las lesiones. Le siguen las jugadoras con un ciclo menstrual inferior a 21 días, que implica a 11 jugadoras (8,15 %), con un 5,73 % del total de las lesiones. Por último, 7 jugadoras lesionadas (5,19 %) tienen un ciclo mayor a 35 días, habiendo sufrido un 3,96 % de las lesiones (*Gráfico 20 y Tabla 40*).



*Gráfico 20.* Lesiones según la duración del ciclo menstrual.

DURACIÓN DEL CICLO	Nº LESIONES	% DE LAS LESIONES REGISTRADAS
0 días	20	14,54
0-21 días	8	5,73
21-35 días	102	75,77
+35 días	5	3,96

*Tabla 40.* Lesiones distribuidas en función de la duración del ciclo menstrual.

#### 4.17.2. Días de baja y relación con el ciclo menstrual

Dentro de las jugadoras que sí presentan ciclo menstrual, la estadística descriptiva muestra que la media de días de baja va disminuyendo a medida que aumenta la duración del ciclo o con la ausencia de este (Tabla 41 y Gráfico 21).

DÍAS DE BAJA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CICLO			
Duración del ciclo	Media	N	Desv. Típ.
Ausencia de ciclo	30,14	22	40,29
Más de 35 días	34,20	5	25,72
21- 35 días	48,86	97	65,95
Menos de 21 días	50,36	11	68,62

Tabla 41. Días de baja en función del tipo de ciclo.

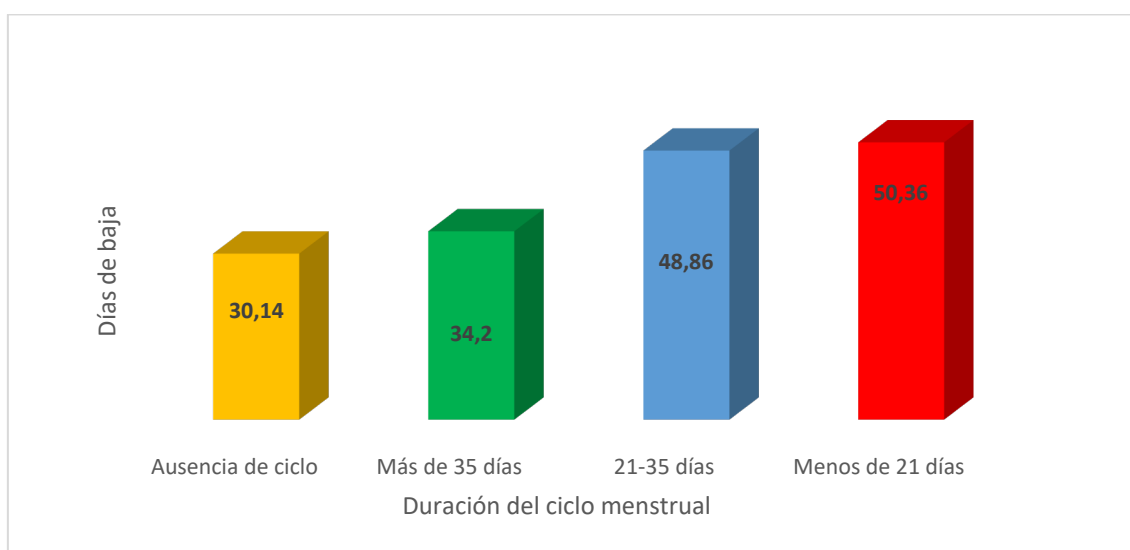


Gráfico 21. Días de baja en función de la duración del ciclo menstrual.

A pesar de que la estadística descriptiva así parece sugerirlo, la duración del ciclo no influye significativamente en los días de baja que pueda estar una jugadora al aplicar regresión lineal. Tras el análisis ANOVA se obtiene con una significación del 0,190 que las jugadoras que presentan ciclos menstruales más largos o no lo presentan, tienen menos días de baja al sufrir una lesión. Se necesitaría un mayor tamaño de la muestra para ver si se demuestra un valor significativo.

Los mismos resultados se obtienen tras el análisis de coeficientes. Se ha aplicado regresión lineal, considerando como variable dependiente la duración del ciclo menstrual,

codificado como 0= ausencia de ciclo, 1= ciclo mayor a 35 días, 2= ciclo de 21 a 35 días y 4= ciclo menor de 35 días. La significación encontrada también ha sido de  $p= 0,190$ .

#### 4.17.2.1. Días de baja según el ciclo menstrual y el deporte

Los días de baja que implica cada tipo de duración del ciclo menstrual por deporte son los siguiente (*Tabla 42*):

DEPORTE	DURACIÓN DEL CICLO	MEDIA	N	DSV. TÍP.
Baloncesto	Ausencia de ciclo	17,69	13	29,69
	Más de 35 días	38,00	3	23,81
	21- 35 días	27,58	34	52,40
Balonmano	Ausencia de ciclo	39,00	2	21,21
	Más de 35 días	2,00	1	.
	21- 35 días	86,06	17	86,32
Fútbol sala	Ausencia de ciclo	35,00	2	33,94
	Más de 35 días	55,00	1	.
	21- 35 días	43,50	34	50,51
	Menos de 21 días	50,00	5	62,89
Fútbol	21- 35 días	71,87	8	76,26
	Menos de 21 días	50,67	6	79,07
Rugby	Ausencia de ciclo	57,00	5	63,41
	21- 35 días	71,00	4	110,54
Total	Ausencia de ciclo	30,14	22	40,29
	Más de 35 días	34,20	5	25,72
	21- 35 días	48,86	97	65,94
	Menos de 21 días	50,36	11	68,61

*Tabla 42.* Días de baja según el ciclo menstrual y el deporte.

#### 4.17.2.2. Días de baja según el ciclo menstrual y el tipo de lesión

Con respecto a los días de baja de media según cuánto dure el ciclo y el tejido que se ha lesionado, se han obtenido los valores mostrados en la *tabla 43*.

Especialmente en las lesiones ligamentosas y musculares se observa que a medida que disminuye la duración del ciclo menstrual, aumenta el tiempo de baja.

Al aplicar regresión logística lineal entre duración del ciclo y días de baja según tejido lesionado se queda muy lejos la significación estadística por tejidos afectados ( $p=0,502$ ), salvo en el caso de las lesiones ligamentosas. En ellas, con una significación del  $0,145$ , se observa cómo a medida que el ciclo menstrual disminuye su duración aumentan los días de baja que implica la propia lesión.

DURACIÓN DEL CICLO	TEJIDO LESIONADO	MEDIA	N	DESV. TÍP.	MÍNIMO	MÁXIMO
Ausencia de ciclo	Bursa	14,00	1	.	14,00	14,00
	Ligamento	16,55	9	34,61	,00	108,00
	Menisco	18,00	2	16,97	6,00	30,00
	Músculo	11,55	9	11,57	1,00	31,00
	Hueso	55,33	6	57,52	10,00	169,00
	Otra	3,00	2	1,41	2,00	4,00
	Periostio	2,00	1	.	2,00	2,00
	Tendón	6,66	3	6,02	1,00	13,00
Más de 35 días	Ligamento	27,75	4	26,47	3,00	54,00
	Músculo	2,50	2	2,12	1,00	4,00
	Hueso	29,00	2	38,18	2,00	56,00
	Otra	2,00	1	.	2,00	2,00
21- 35 días	Bursa	8,33	6	6,28	2,00	17,00
	Cartílago	16,80	5	22,88	3,00	57,00
	Fascia	4,83	6	3,37	1,00	9,00
	Ligamento	42,69	53	68,18	,00	250,00
	Menisco	46,40	5	50,97	2,00	123,00
	Músculo	12,43	57	15,17	,00	56,00
	Hueso	50,05	17	59,09	1,00	186,00
	Otro	26,66	3	36,69	4,00	69,00
	Periostio	4,00	1	.	4,00	4,00
Tendón	22,57	19	46,02	,00	195,00	
Menos de 21 días	Ligamento	64,14	7	84,01	7,00	209,00
	Músculo	16,75	4	20,17	6,00	47,00
	Hueso	24,00	1	.	24,00	24,00
	Tendón	14,00	1	.	14,00	14,00

Tabla 43. Días de baja según la duración del ciclo menstrual y el tipo de lesión.

#### 4.17.3. Gravedad de las lesiones y duración del ciclo menstrual

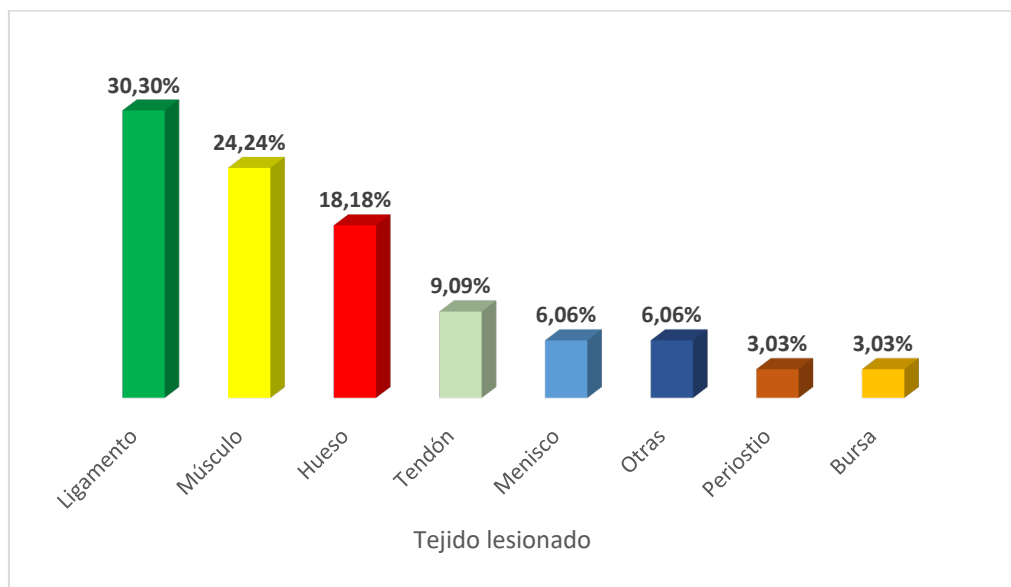
Con respecto a la severidad de las lesiones en función de la duración del ciclo menstrual, se observa como también a medida que disminuye la duración del ciclo, disminuye el número de lesiones leves. En los ciclos menores de 21 días, el porcentaje de lesiones severas es mayor, mientras que, en ciclos regulares, largos o en ausencia de ciclo los porcentajes son muy similares (Tabla 44).

DURACIÓN DEL CICLO	LEVES	MEDIAS	MODERADAS	SEVERAS
Sin ciclo	44,11%	23,53%	2,94%	29,41%
>35 días	66,67%	0%	0%	33,33%
21-35 días	45,03%	17,54%	7,60%	29,82%
< 21 días	30,77%	23,08%	0%	46,15%

Tabla 44. Gravedad de las lesiones en función de la duración del ciclo menstrual.

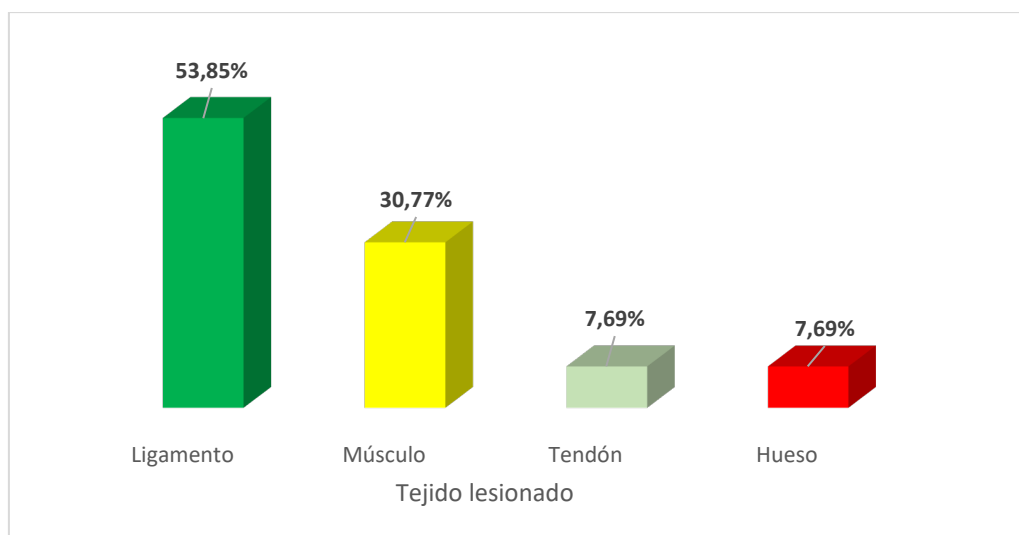
#### 4.17.4. Tipo de lesión y duración del ciclo menstrual

En ausencia de ciclo, en términos descriptivos, las jugadoras sufren más lesiones ligamentosas (30,30 %) y musculares (24,24 %) (*Gráfico 22*).



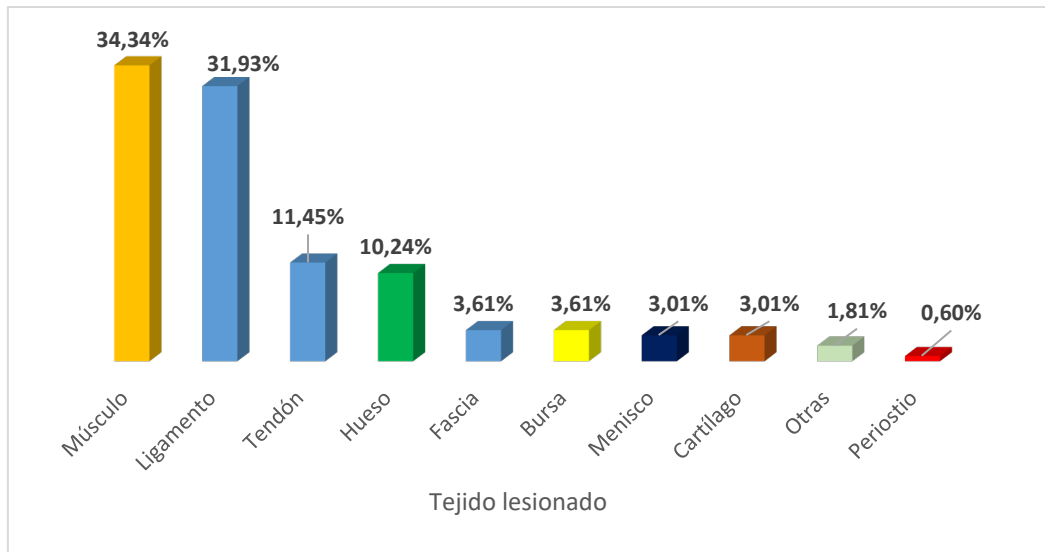
*Gráfico 22.* Tejido lesionado en jugadoras con ausencia de ciclo menstrual.

En las mujeres con ciclos menores a 21 días las lesiones ligamentosas son más de la mitad (53,85%) del total de las lesiones en este grupo. Las lesiones musculares también implican un gran porcentaje (30,77 %) (*Gráfico 23*).



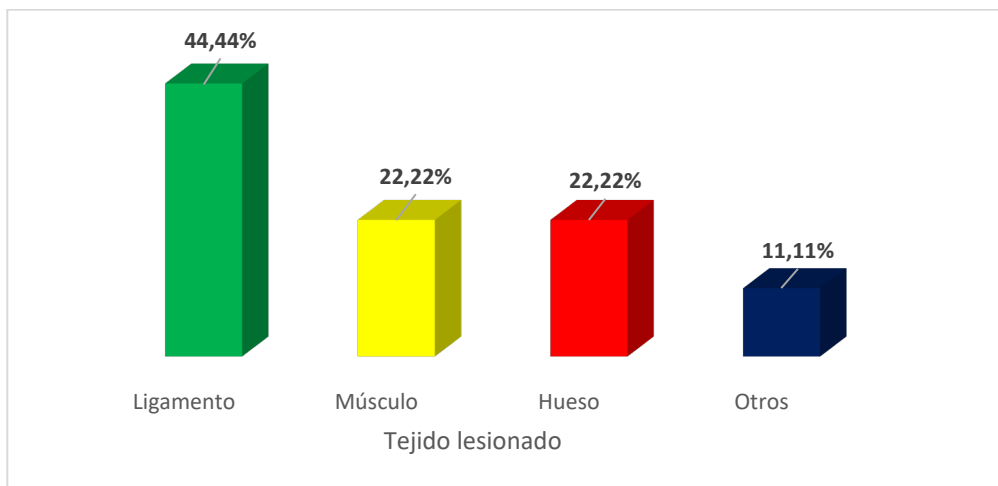
*Gráfico 23.* Tejido lesionado en jugadoras ciclo menstrual de 0 a 21 días.

En las deportistas con ciclo menstrual de duración entre 21 y 35 días, las lesiones musculares (34,34 %) y las ligamentosas (31,93 %) destacan especialmente por encima del resto (*Gráfico 24*).



*Gráfico 24.* Tejido lesionado en jugadoras con ciclo menstrual de 21 a 35 días.

Las jugadoras que presentan ciclos menstruales más largos de 35 días sufren más lesiones ligamentosas (44,44 %) en términos descriptivos. Las lesiones musculares y óseas producen la otra gran parte de las lesiones (22,22 %) (*Gráfico 25*).



*Gráfico 25.* Tejido lesionado en jugadoras con ciclo menstrual más largo de 35 días.

#### 4.17.5. Mecanismo lesional y duración del ciclo menstrual

En las deportistas con ausencia de ciclo, de las 33 lesiones registradas, los traumatismos ocasionan el 33,33 % de las lesiones. Las sobrecargas (21,21 %) y los cambios de dirección (15,15 %) son los otros mecanismos más habituales (*Tabla 45*).

MECANISMO LESIONAL	Nº LESIONES	PORCENTAJE
<b>Traumatismo - Contacto directo</b>	11	33,33 %
<b>Crónica - Sobrecarga</b>	7	21,21 %
<b>Cambio de dirección</b>	5	15,15 %
<b>Otro</b>	5	15,15 %
<b>Esprintar</b>	3	9,09 %
<b>Caída - recepción</b>	2	6,06 %

*Tabla 45.* Mecanismo lesional en jugadoras con ausencia de ciclo.

En las deportistas con ciclos menstruales cortos (0- 21 días), de las 13 lesiones sufridas el mecanismo lesional más habitual es el de recepción tras salto (38,45 %), seguido por el gesto de lanzamiento (23,08 %) y por los traumatismos (15,38 %) (*Tabla 46*).

MECANISMO LESIONAL	Nº LESIONES	PORCENTAJE
<b>Caída - recepción</b>	5	38,45 %
<b>Lanzamiento</b>	3	23,08 %
<b>Traumatismo - Contacto directo</b>	2	15,38 %
<b>Crónica - Sobrecarga</b>	1	7,69 %
<b>Esprintar</b>	1	7,69 %
<b>Cambio de dirección</b>	1	7,69 %

*Tabla 46.* Mecanismo lesional en jugadoras con ciclo menstrual de entre 0-21 días.

En las jugadoras con ciclo menstrual de duración de entre 21 y 35 días las lesiones por sobrecarga (38,95 %) y las traumáticas (33,14 %) son las más habituales dentro de las 169 lesiones registradas. El resto de mecanismos se distribuyen de manera muy similar, destacando ligeramente las lesiones por caída tras salto (10,47 %) y por cambio de dirección (6,98 %) (*Tabla 47*).

MECANISMO LESIONAL	Nº LESIONES	PORCENTAJE
Crónica - Sobrecarga	66	38,95 %
Traumatismo - Contacto directo	56	33,14 %
Caída - recepción	17	10,47 %
Cambio de dirección	12	6,98 %
Esprintar	9	5,23 %
Lanzamiento	5	2,91 %
Otro	4	2,33 %

Tabla 47. Mecanismo lesional en jugadoras con ciclo menstrual de entre 21-35 días.

El mecanismo lesional más habitual en las jugadoras con ciclos de larga duración (más de 35 días) es por contacto directo. Este es el mecanismo de la mitad de las nueve lesiones registradas en este grupo. Los otros dos mecanismos son el gesto de recepción tras salto y por sobrecarga (Tabla 48).

MECANISMO LESIONAL	Nº LESIONES	PORCENTAJE
Traumatismo - Contacto directo	5	55,55 %
Crónica - Sobrecarga	2	22,22 %
Caída - recepción	2	22,22 %

Tabla 48. Mecanismo lesional en jugadoras con ciclo menstrual mayor a 35 días.

#### 4.17.6. Lesionadas con ciclo menstrual regular

##### 4.17.6.1. Momento lesional

Si se divide el ciclo en cuatro fases, se encuentra como es entre el día 8 y 15 en el que mayor número de lesiones aparecen (Tabla 49). Se observa como el número de lesiones es mucho mayor en la primera mitad del ciclo (102 lesiones, 59,35 %) que en la segunda mitad (70 lesiones, 40,65 %)

FASE DEL CICLO	Nº DE CASOS	% DE CASOS
Día 1 al 7	41	23,86
Día 8 al 15	61	35,49
Día 16 al 25	53	30,83
Día 26 al 35	17	9,82

Tabla 49. Fase del ciclo en la que se producen las lesiones.

#### 4.17.6.2. Momento lesional según el tejido lesionado

Al dividir el ciclo menstrual de duración normal en dos fases, nos encontramos como tan solo el cartílago y la fascia no se lesionan más en la primera fase. El cartílago se lesiona ligeramente más (60%) en la segunda fase mientras que la fascia se lesiona por igual en ambas fases.

Con respecto a las principales lesiones, y de las que más muestra se tiene, tanto el ligamento (66,04%) como el tendón (63,16%) se lesionan notablemente más en los primeros 15 días. El músculo por su parte se lesiona en un 54,39 % en la primera fase por un 45,61 % en la segunda fase (*Tabla 50*).

TEJIDO LESIONADO	DÍA 1 AL 15	DÍA 16 AL 35
Ligamento	66,04%	33,96%
Músculo	54,39%	45,61%
Tendón	63,16%	36,84%
Hueso	52,94%	47,06%

*Tabla 50.* Fase del ciclo en la que se producen las lesiones según el tejido lesionado.

No se observan diferencias significativas ( $p= 0,418$ ) de la duración de los días de baja en función de si tienen lugar en la primera fase del ciclo o en la segunda para ninguno de los tejidos lesionados.

Al dividir el ciclo en cuatro fases, entre el día 8 y 15, además de ser la fase en la que más lesiones ocurren, es cuando mayor número de lesiones se producen en los principales tejidos (ligamento, músculo y tendón).

En las lesiones ligamentosas, las lesiones en la segunda mitad de la primera fase son el 43,39 % de las lesiones. En la primera mitad de esta misma fase, se producen el 22,64% de las lesiones de este tejido. Entre los días 16 y 25 se producen el 24,53 % de las lesiones, mientras que entre los días 26 y 35 solo el 9,43%.

En las lesiones musculares, a pesar de que también es entre los días 8 y 15 cuando más lesiones se producen (31,58%), el porcentaje de lesiones es muy similar entre los días 16 y 25 (29,82%). Entre los días 1 y 7 (22,81%) y los días 26 y 35 se producen el menor porcentaje de lesiones (15,79%).

En las lesiones tendinosas, a las lesiones producidas entre los días 8 y 15 (42,11%) le siguen las lesiones producidas entre los días 16 y 25 (31,57 %). En la primera semana del ciclo se producen el 21,05 % de las lesiones y en la última, solo el 5,26 %.

En las lesiones óseas el porcentaje de lesiones producidas entre los días 8 y 15 son altos (35,29 %), aunque es entre los días 16 y 25 cuando mayor porcentaje de lesiones se sufren (41,18 %) (Tabla 51).

TEJIDO LESIONADO	DÍA 1 AL 7	DÍA 8 AL 15	DÍA 16 AL 25	DÍA 26 AL 35
Fascia	33,33%	16,67%	33,33%	16,67%
Ligamento	22,64%	43,39%	24,53%	9,43%
Músculo	22,81%	31,58%	29,82%	15,79%
Tendón	21,05%	42,11%	31,57%	5,26%
Hueso	17,65%	35,29%	41,18%	5,88%

Tabla 51. Fase del ciclo en la que se lesionan los diferentes tejidos.

#### 4.18. ANTICONCEPTIVOS Y LESIONES

De las jugadoras lesionadas, el 27 % tomaban anticonceptivos mientras que el 73 % no lo hacían (Gráfico 26).

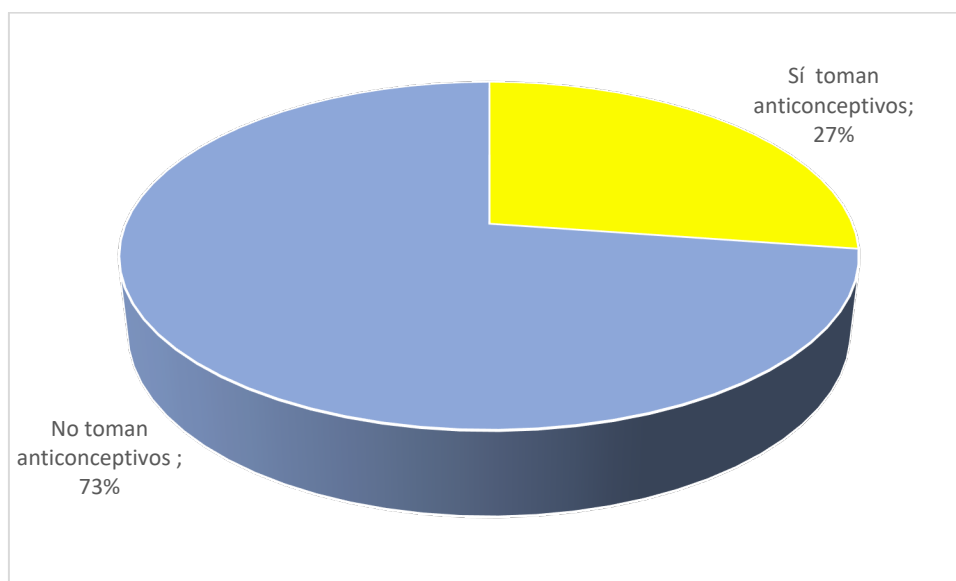


Gráfico 26. Lesionadas que toman o no anticonceptivos.

#### 4.18.1. Lesiones por deporte según la toma de anticonceptivos

En función del deporte realizado, predominan las lesiones en jugadoras que no toman anticonceptivos (Tabla 52).

DEPORTE	ANTICONCEPTIVOS	RECuento	PORCENTAJE
Baloncesto	No	71	62,83 %
	Sí	42	37,17 %
Balonmano	No	18	69,23 %
	Sí	8	30,77 %
Fútbol sala	No	54	85,71 %
	Sí	9	14,29 %
Fútbol	No	15	93,75 %
	Sí	1	6,25 %
Rugby	No	7	77,78 %
	Sí	2	22,22 %

Tabla 52. Lesiones en cada deporte en función de la toma o no de anticonceptivos.

#### 4.18.2. Lesiones según la duración del ciclo menstrual y la toma de anticonceptivos

En función de la duración del ciclo, también predominan las lesiones en jugadoras que no toman anticonceptivos. Es importante tener en cuenta que precisamente los anticonceptivos regulan la duración del ciclo, por lo que el apartado más fiable es en las jugadoras con un ciclo menstrual de entre 21 y 35 días (Tabla 53).

DURACIÓN DEL CICLO	ANTICONCEPTIVOS	RECuento	% DEL TOTAL DE LESIONES
0 días	No	31	13,66
	Sí	2	0,88
+35 días	No	8	3,52
	Sí	1	0,44
21-35 días	No	115	50,22
	Sí	57	25,11
0-21 días	No	11	4,85
	Sí	2	0,88

Tabla 53. Lesiones según la duración del ciclo menstrual y la toma de anticonceptivos.

#### 4.18.3. Tipo de lesión y anticonceptivos

Con respecto al tipo de tejido lesionado, de las lesiones musculares, el 78,87 % se han producido en deportistas que no tomaban anticonceptivos. En las lesiones tendinosas este porcentaje es muy similar, un 78,26 %. De las lesiones ligamentosas, el 71,62 % han sido sobre este grupo de deportistas. Las siete lesiones meniscales han sido en jugadoras que no tomaban anticonceptivos y cinco de las seis deportistas que han sufrido fascitis tampoco lo hacían. En las lesiones óseas el porcentaje se iguala, ya que, del total de lesiones de este tejido, el 61,54 % han sido en jugadoras que no tomaban anticonceptivos mientras que el 38,46 % han sido en aquellas que sí que lo hacían (Tabla 54).

TEJIDO LESIONADO	ANTICONCEPTIVOS	NÚMERO DE LESIONES	PORCENTAJE
Bursa	No	4	57,14
	Sí	3	42,86
Cartílago	No	1	20
	Sí	4	80
Fascia	No	5	83,33
	Sí	1	16,67
Ligamento	No	53	71,62
	Sí	21	28,38
Menisco	No	7	100
	Sí	0	0
Músculo	No	56	78,87
	Sí	15	21,13
Otro	No	4	66,67
	Sí	2	33,33
Periostio	No	1	50
	Sí	1	50
Tendón	No	18	78,26
	Sí	5	21,74
Hueso	No	16	61,54
	Sí	10	38,46

Tabla 54. Lesiones según el tejido lesionado y la toma de anticonceptivos.

#### 4.18.4. Días de baja y anticonceptivos

La media de días de baja es muy similar en las jugadoras que toman anticonceptivos (42,33) y en las que no lo hacen (46,37) (*Tabla 55*).

ANTICONCEPTIVOS	MEDIA	N	DESV. TÍP.
No	46,37	102	60,34
Sí	42,33	33	66,25

*Tabla 55.* Días de baja en función de la toma de anticonceptivos.

La toma de anticonceptivos no influye en los días de baja que ha estado una jugadora, considerándolo globalmente. Las diferencias observadas distan mucho de ser estadísticamente significativas. No obstante, al observar por tejidos en detalle las diferencias de medias en días de baja entre toma de ACO se acercan a la significación para las lesiones ligamentosas ( $p= 0,0970$ ) con prueba T de Welch, y alcanza la significación estadística para días de baja por lesiones musculares ( $p= 0,000$ ) con prueba T de Welch.

#### 4.18.5. Momento lesional y anticonceptivos

Las jugadoras que no toman anticonceptivos se lesionan más en la primera mitad del ciclo que en la segunda (*Tabla 56*). Sin embargo, las diferencias no son muy grandes.

MOMENTO LESIONAL		
FASE DEL CICLO	Nº DE CASOS	% DE CASOS
Día 1 al 7	27	23,48
Día 8 al 15	37	32,17
Día 16 al 25	38	33,04
Día 26 al 35	13	11,30

*Tabla 56.* Momento lesional en jugadoras que no toman anticonceptivos.

Las jugadoras que toman anticonceptivos también se lesionan más en la primera mitad del ciclo, aunque la diferencia tampoco es grande (*Tabla 57*).

MOMENTO LESIONAL		
FASE DEL CICLO	Nº DE CASOS	% DE CASOS
Día 1 al 7	14	23,48
Día 8 al 15	24	32,17
Día 16 al 25	15	33,04
Día 26 al 35	4	11,30

*Tabla 57.* Momento lesional en jugadoras que toman anticonceptivos.

#### 4.19. LESIONES EN DEPORTISTAS CON CICLO MENSTRUAL REGULAR SEGÚN LA TOMA DE ANTICONCEPTIVOS

De las jugadoras que no toman anticonceptivos y que se han lesionado, en el músculo se lesionan por igual en los primeros 15 días del ciclo que del día 16 al 35. Los porcentajes son muy similares entre el día 16 y el 25 (34,88 %) y el día 8 y 15 (32,56 %). Con respecto a las lesiones ligamentosas, las lesiones son más frecuentes en los primeros quince días (58,82 %) que en el resto del ciclo (42,18 %). Las lesiones producidas entre los días 8 y 15 son las más frecuentes (32,35 %), seguido de las sufridas entre los días 16 y 25 (29,41 %) y entre el día 1 y el 7 (26,47 %). Las lesiones tendinosas son mucho más habituales entre los días 8 y 15 (42,86 %) comparado con el resto de fases (*Tabla 58*).

TEJIDO LESIONADO	DÍA 1 AL 7	DÍA 8 AL 15	DÍA 16 AL 25	DÍA 26 AL 35
Ligamento	26,47%	32,35%	29,41%	11,76%
Músculo	18,60%	32,56%	34,88%	13,95%
Tendón	21,43%	42,86%	28,57%	7,14%
Hueso	11,11%	33,33%	44,44%	11,11%

*Tabla 58.* Momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que no toman anticonceptivos.

En las jugadoras que sí toman anticonceptivos es especialmente destacable la diferencia que existe sobre cuándo se producen principalmente las lesiones ligamentosas. Un 78,95 % de las lesiones aparecen antes del día 15. Entre los días 8 y 15 del ciclo se lesionan el 63,16 % de los ligamentos. Un 15,79 % de los casos se lesionan entre el día 1 y 7 del ciclo y de la misma manera entre el día 16 y el 25. Las lesiones musculares se dan en un 64,28 % en la primera parte del ciclo. Un 35,71 % de los casos ocurren en la primera semana del ciclo y el 28,57 % en la segunda semana. Entre el día 16 y 25 aparecen un 14,29 % de las lesiones musculares y entre el 26 y el 35 el 21,43 % restante. Con respecto a las lesiones tendinosas, se dan en el mismo porcentaje entre los días 8 y 15 y los días 16 y 25, un 40 % en cada una. El 20 % restante aparece en la primera semana del ciclo. Valores muy similares se encuentran en las lesiones óseas (*Tabla 59*).

TEJIDO LESIONADO	Día 1 al 7	Día 8 al 15	Día 16 al 25	Día 26 al 35
<b>Ligamento</b>	15,79%	63,16%	15,79%	5,26%
<b>Músculo</b>	35,71%	28,57%	14,29%	21,43%
<b>Tendón</b>	20%	40%	40%	0
<b>Hueso</b>	25%	37,50%	37,50%	0

*Tabla 59.* Momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que sí toman anticonceptivos.

#### 4.19.1. Días de baja

Al comparar el momento en el que jugadoras con un ciclo de entre 21 y 35 días que no toman anticonceptivos se lesionan en función del tejido, no se halla diferencia significativa en función de los días en los que se produce la lesión (*Tabla 60*). Aun así, en las lesiones ligamentosas producen en la primera semana del ciclo provocan mucho más tiempo de baja que las demás. En el tendón esto ocurre entre los días 8 y 15.

TEJIDO LESIONADO	DÍA 1 AL 7	DÍA 8 AL 15	DÍA 16 AL 25	DÍA 26 AL 35
<b>Ligamento</b>	80,56	48,29	58,67	31,00
<b>Músculo</b>	18,20	20,82	15,42	33,00
<b>Tendón</b>	3,50	41,00	18,00	3,00
<b>Hueso</b>	12,00	17,00	27,33	4,00

*Tabla 60.* Días de baja en función del momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que no toman anticonceptivos.

En jugadoras que sí toman anticonceptivos, tampoco existen grandes diferencias (*Tabla 61*). Se debe tener en cuenta que la muestra existente ante tanta división es escasa como para sacar conclusiones.

TEJIDO LESIONADO	DÍA 1 AL 7	DÍA 8 AL 15	DÍA 16 AL 25	DÍA 26 AL 35
<b>Ligamento</b>	29,40	18,27	39,50	84,00
<b>Músculo</b>	2,20	1,00	1,00	1,00
<b>Tendón</b>	4,00	3,50	35,50	
<b>Hueso</b>	63,67	186,00	82,75	

*Tabla 61.* Días de baja en función del momento en el que se lesionan los principales tejidos en jugadoras que sí toman anticonceptivos.

Se observa cómo tanto las lesiones ligamentosas como las musculares producen menos días de baja en aquellas jugadoras que toman anticonceptivos. Esta posible disminución puede ser debida al propio efecto farmacológico de los ACO o ser una consecuencia secundaria de la regularización del ciclo que provocan, al hacerlo más largo o eliminarlo. Realizado análisis multivariante de regresión lineal con estas dos variables en el modelo y siendo la variable dependiente los días de baja, se obtiene que el efecto protector de los ACO en el caso de las lesiones ligamentosas y musculares se debería directamente a su efecto farmacológico y es independiente de la duración del ciclo.

#### 4.19.2. Lesiones específicas

El 66,66 % de las lesiones de ligamento cruzado anterior se producen entre el día 7 y el 15 del ciclo menstrual regular. De ellas, la mitad tomaban anticonceptivos (*Tabla 62*).

FASE DEL CM	ANTICONCEPTIVOS	PORCENTAJE
<b>1-7</b>	No	16,67%
	No	33,33%
<b>7-15</b>	Sí	33,33%
	No	16,67%

*Tabla 62.* Momento en el que se lesiona el LCA en jugadoras con ciclo menstrual regular.

Con respecto al esguince de tobillo, el 61,53 % de las lesiones se da en la fase folicular. Especialmente en la segunda semana de ciclo se dan el 38,46 % de las lesiones, de las cuales la mitad toman ACO y la otra mitad no. En la segunda mitad del ciclo se lesionan especialmente jugadoras que no toman ACO (26,92 %) (Tabla 63).

FASE DEL CM	ANTICONCEPTIVOS	PORCENTAJE
1-7	No	15,38%
	Sí	7,69%
7-15	No	19,23%
	Sí	19,23%
15-25	No	11,54%
	Sí	7,69%
25-35	No	15,38%
	Sí	3,85%

Tabla 63. Momento en el que se produce el esguince de tobillo en jugadoras con ciclo menstrual regular.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. INCIDENCIA LESIONAL EN DEPORTES DE EQUIPO

Los deportes colectivos de contacto siempre han supuesto un elevado riesgo de lesión debido a la complejidad de sus características y demandas, tanto con el balón, como con los compañeros y los rivales. El aumento de la práctica deportiva por parte de las mujeres ha planteado la cuestión sobre la incidencia lesional de cada deporte en su modalidad femenina y si existen diferencias entre el número de lesiones en ambos sexos.

En este estudio se ha observado que prácticamente la mitad de las jugadoras que participaron se han lesionado (49,09 %). En ellas se incluyen jugadoras de fútbol, fútbol sala, rugby, baloncesto y balonmano. La incidencia varía en función del deporte del que se considere. En el presente estudio, el rugby ha resultado ser el deporte con mayor porcentaje de lesiones (64,29 %), seguido por el baloncesto (63,29 %), el fútbol sala (56,76 %), el balonmano (39,22 %) y el fútbol (24,56 %)

Existen pocos estudios que obtengan datos claros sobre si la incidencia lesional en los deportes de equipo varía en función del sexo. Esto se debe a que muchos estudios son realizados en circunstancias específicas y con una metodología propia, por lo que no se pueden extrapolar los resultados para hacer comparaciones entre ambos sexos. Por lo general, los datos que se obtienen no muestran una conclusión clara para afirmar que el sexo sea un factor de riesgo sobre una mayor incidencia lesional (237,238).

En las dos últimas Olimpiadas se registró la epidemiología lesional según el género en balonmano (10,7 % y 26,3 % en mujeres y 17,4 % y 18 % en hombres), fútbol (14,8 % y 45 % en mujeres y 13,2 % y 27 % en hombres) y rugby (15,3 % en mujeres y 21,21 % en hombres). Se registró otro deporte como el hockey sobre hierba (9,4 y 17,2 % en mujeres y 17,3 % y 18 % en hombres). Por lo tanto, obtuvieron como en general los hombres se lesionaron ligeramente más que las mujeres, salvo en fútbol en las últimas Olimpiadas, donde la incidencia lesional en chicas fue casi el doble que en chicos. También obtuvieron que en los hombres la incidencia lesional era mayor tanto en partidos como en entrenamientos (237). Al compararlo con nuestro estudio se observa como los porcentajes de lesiones son mucho mayores que en las Olimpiadas. Hay que tener en cuenta que las

Olimpiadas se desarrollan durante aproximadamente un mes mientras que en este estudio se han recogido los datos durante toda una temporada. Es posible que también influya que en los Juegos Olímpicos compiten las mejores deportistas de cada país y las condiciones de los terrenos de juego son idóneas.

Una reciente revisión coincide con nuestro estudio en que el rugby también es el deporte con mayor incidencia lesional, tanto en hombres (45 cada 1000 h) como en mujeres (40,8 cada 1000 h). En fútbol obtuvieron valores desde 4,6 a 9,9 lesiones cada 1000 h en mujeres y 6,4 y 9,5 lesiones cada 1000 h en hombres (238). A pesar de coincidir en que el mayor porcentaje de jugadoras lesionadas se encuentra en el rugby, la tasa de lesiones es mucho mayor en el fútbol en el presente estudio. Se han registrado 30 lesiones por cada 1000 h de entrenamiento y 58 por cada 1000 h de competición. En el rugby los valores encontrados son un poco más bajos (30 lesiones cada 1000 h de entrenamiento y 34 lesiones cada 1000 h de competición), pero se debe tener en cuenta que apenas hubo competición en el año de registro de datos debido a la situación de la pandemia por la Covid-19.

Sí parece claro que los hombres por lo general presentan mayor número de lesiones de gravedad (más tiempo de baja) mientras que las mujeres mayor número de molestias físicas más leves. Se necesita más información para poder afirmar esto de manera concluyente (238). Pese a ello, las mujeres presentan hasta ocho veces más probabilidad de lesionarse el ligamento cruzado anterior (LCA) que los hombres (114). Con respecto a la gravedad de las lesiones, en el presente estudio también se encuentra como un 32,76 % han sido severas, por lo que han tenido un tiempo de recuperación superior al mes. Se trata de un elevado porcentaje de lesiones severas, aunque han predominado las lesiones leves (41,94 %), que han quedado resueltas en la primera semana. Por último, están las lesiones medias (23,96 %), que necesitan entre una y dos semanas para la recuperación completa y las lesiones moderadas (6,45 %), que conllevan entre dos y tres semanas de recuperación.

Teniendo en cuenta las lesiones de todos los deportes, en esta investigación se ha confirmado que el tipo de deporte que se realice varía significativamente los días de baja que implica.

Se deben entender las lesiones en los deportes de equipo como multifactoriales, provocadas tanto por factores modificables como no modificables. Se encuentran muchos condicionantes que pueden influir en la incidencia lesional de un deportista (tipo de deporte, nivel competitivo, momento lesional, superficie...). Sin embargo, parece que el sexo no es un condicionante claro que implique mayor o menor riesgo para sufrir una lesión, aunque sí que influya en las características de las mismas. A pesar de las grandes diferencias fisiológicas, hormonales y físicas, existen otros factores como la toma de riesgo y las demandas en el juego que son distintos entre hombres y mujeres y que influyen en la aparición de las lesiones. Con respecto a la toma de riesgos, se ha comprobado como las mujeres presentan mayores niveles de riesgo percibido y menores de riesgo real, lo que está asociado a un mayor riesgo de lesión (239). Sobre las demandas que surgen en el juego, se ha analizado como en general en todos los deportes, aunque con mayor diferencia en el fútbol, los hombres realizan mayores distancias y a mayores velocidades que las mujeres, lo que también puede influir a la hora de sufrir una lesión (240).

## 5.2. DOMINANCIA LATERAL Y LESIÓN

Las lesiones, independientemente de su mecanismo lesional, son multifactoriales y presentan una gran variedad de factores de riesgo, muchos de ellos muy estudiados: carga de entrenamiento, impacto, edad, sexo, lesión previa, superficie... Hasta la fecha hay un déficit de investigación que valore el riesgo que supone la dominancia lateral en el deporte, sobre todo en las extremidades inferiores. En deportes lateralmente dominantes, cada lado realiza patrones de movimiento diferentes y están sometidos a distintas cargas. A largo plazo, puede generar adaptaciones y asimetrías entre el lado dominante y el que no lo es, lo cual sí está asociado a un mayor riesgo de lesión. En deportes no lateralmente dominantes, como correr o nadar, ambas extremidades participan de la misma manera y presentan el mismo desarrollo y dominio técnico, por lo que ese riesgo no existe (241).

En general, en todos los deportes de equipo, predomina en mayor o menor medida la dominancia hacia un lado en los diferentes patrones de movimiento y demandas que exigen.

En fútbol se encuentra algún estudio donde se muestra como en futbolistas (de ambos géneros, de todas las edades y niveles) el lado dominante se lesiona más que el lado no dominante (242). Se debe tener en cuenta que no sólo es la acción de golpear al balón en la que afecta la dominancia, sino que también se ha mostrado como incluso en tareas bilaterales (correr y salto bipodal) los futbolistas las realizan con asimetría en las extremidades (243).

En el presente estudio el lado dominante (52 %) se lesiona más que el lado no dominante (30 %). Especialmente marcada esta diferencia es en los tendones, que se lesionan hasta 4 veces más en el lado dominante (80 %). Estos valores se pueden ver explicados por el estudio de Alireza *et al.* (244) donde muestran cómo tanto el tendón de Aquiles como el tendón rotuliano de la pierna dominante están más engrosados y degenerados que en el lado no dominante, lo que facilita la aparición de tendinopatías.

En las lesiones meniscales (71,43 % lado dominante / 28,57 % lado no dominante) y en las lesiones ligamentosas (59,38 % lado dominante / 39,06 lado no dominante) esta diferencia también es importante. En las lesiones musculares, a pesar de que predominan en el lado dominante (43,66 %) más que en el no dominante (32,39 %), la diferencia es escasa. Precisamente con respecto a las lesiones musculares, la única diferencia significativa que encontraron Svenson *et al.* (245) en futbolistas de élite es que las lesiones en la musculatura isquiotibial de la pierna dominante son de mayor extensión que en la pierna no dominante.

Con respecto a las lesiones ligamentosas, no se ha demostrado que ni en los cambios de dirección ni en las recepciones tras saltos influya la dominancia de la extremidad. No se ha encontrado ningún artículo en el que se analice su relación con la dominancia de las extremidades. Este riesgo puede aparecer cuando hay un desequilibrio muscular tanto dentro de la misma extremidad como con respecto a la pierna contraria (246).

### 5.3. MECANISMOS LESIONALES EN DEPORTES DE EQUIPO

En los deportes de equipo de colaboración y oposición las lesiones traumáticas son una fuente importante de lesiones. Precisamente en este estudio han supuesto el 33,04 % de las lesiones. Entender aquellas que se producen sin contacto ayudará a disminuir el número de lesiones producidas por cada mecanismo lesional. Para ello hay que tener en cuenta que cada tejido presenta unos mecanismos lesionales más habituales que otros en función de las propias demandas del deporte que se practique y las características propias de cada tejido.

El mayor porcentaje de lesiones en este estudio (33,92 %) es por sobrecarga o por origen crónico. Sin embargo, un 74 % de estas son lesiones leves. En ellas, la bibliografía muestra como el tendón es el principal tejido lesionado (247). En este trabajo el tejido más dañado es el músculo (46,75 %), seguido del tendón (17,06 %). A pesar de que las lesiones de origen crónico presentan numerosos factores de riesgo, en deporte las causas más habituales son: sobrecarga debido a fuerzas repetidas en una zona con debilidad muscular, factores biomecánicos que provocan que la carga aumente en un punto determinado del tendón, así como una mala planificación y asimilación de las cargas de trabajo (247).

En los deportes de equipo, donde los ligamentos son el tipo de tejido más comúnmente lesionado, los cambios de dirección, la recepción tras salto y las desaceleraciones son los mecanismos lesionales más habituales cuando la lesión se produce sin contacto. En ellos influye mucho la posición de tronco, cadera, rodilla y tobillo al realizar los gestos deportivos. Se ha comprobado como un aumento de la flexión del tronco, aumenta la flexión de cadera y rodilla, disminuyendo las lesiones en tobillo y rodilla (248).

En acciones de aterrizaje, habituales en deportes de equipo, las mujeres presentan mayor dificultad para reclutar un número necesario de fibras de la musculatura isquiotibial que estabilice la rodilla pudiendo evitar exceso de movimiento rotacional. Por ello, la capacidad para absorber el impacto con solo una pierna es menor en la mujer, por lo que se entiende por qué es en este gesto donde más ligamentos de la rodilla se lesionan (249). Este tipo de mecanismo ha sido en este estudio el desencadenante del 11,89 % de las lesiones. El tobillo ha sido claramente la articulación más afectada por este mecanismo lesional (62,96 %). La rodilla se ha visto afectada en el 22,92 % de las lesiones originadas tras la recepción de un salto. Mientras que en las lesiones sufridas en un cambio de

dirección, la rodilla sí que ha sido la articulación más dañada, afectada en un 38,89 % de las lesiones así producidas. En ellas, se incluyen lesiones meniscales y lesiones ligamentosas (LCA y LLI). El tobillo se lesionó en el 27,78 % de los casos. Un 38,89 % de los casos producidos por este mecanismo han sido lesiones severas.

El esprint ha sido el mecanismo con el que se han producido el 5,73 % de las lesiones en nuestro estudio. Pese al escaso porcentaje en el que se han dado estas lesiones, un 53,85 % de las mismas han necesitado más de un mes para una completa recuperación. El músculo ha sido el tejido más lesionado (76,92 %). La pierna dominante se ha lesionado en un 61,54 % de los casos, por un 38,46 % de la no dominante. El hecho de dirigir la fuerza de manera horizontal resulta clave para mejorar el rendimiento en el esprint, especialmente cuanto más cortas son las distancias. De esta manera, se busca disminuir al máximo el ángulo del tronco con el suelo, para ir incorporando la posición vertical a medida que se aumenta la velocidad, hasta alcanzar una posición cercana a los 90° cuando se alcanza la mayor velocidad. La fuerza vertical también es muy importante para elevar y después mantener la altura del centro de gravedad (250). Es en la fase de oscilación donde mayor número de lesiones se producen debido al gran trabajo excéntrico que hace la musculatura y a los niveles tan elevados de excitación y tensión muscular (251–253). Van Hooren y Bosch (254) postularon que los isquiotibiales no se alargan activamente en el esprint, sino que trabajan de manera isométrica. La incapacidad para mantener este trabajo es la que facilita la aparición de la rotura muscular.

## 5.4. LESIONES EN FÚTBOL

Al hablar de deportes específicos, el fútbol es el deporte en el que hay más información acerca de la diferencia en la incidencia lesional entre hombres y mujeres, aunque tampoco existe evidencia clara. Un estudio muestra como la incidencia lesional en hombres es mayor que en mujeres, tanto en entrenamientos como en partidos (7,7 y 8,3 por cada 1000 h en hombres y 5,5 y 6,3 por cada 1000h en mujeres) (255). Sin embargo, otro estudio reporta como las mujeres se lesionan más que los hombres (1,42 cada 1000 h las mujeres y 0,95 cada 1000 h los hombres) (256). Con respecto a la severidad de las lesiones, ambos coinciden en que la incidencia es similar en ambos sexos. Los dos estudios consideran trascendental comprender las características físicas, anatómicas y fisiológicas de la mujer para entender las diferencias en las lesiones de las deportistas. Herrero *et al.* (236) muestran también cómo, tras realizar la misma investigación en futbolistas hombres y mujeres amateurs, los hombres tienen un porcentaje de lesiones ligeramente mayor que las mujeres (11 % los hombres y 8,3 % las mujeres). Estos datos también coinciden en el estudio de Mufty *et al.*(257), donde el porcentaje lesional en ellas es de 5,2 % y en ellos de 6,8 %.

Sin comparar con hombres, se ha mostrado como entre el 48-70 % de las futbolistas se lesionan al menos una vez a lo largo de la temporada (236). Sobre cómo se producen estas lesiones, entre el 51 % y el 83 % se producen de forma traumática, mientras que entre el 19 % y el 39 % por acciones propias del juego en las que no hay contacto (258). En nuestro estudio los porcentajes difieren. Tan solo el 24,56 % de las futbolistas participantes sufrieron una lesión durante la temporada. A pesar de que las lesiones traumáticas son las que mayor número de días de baja implican (89 días de media), el porcentaje de lesiones que aparecen por este mecanismo son el 31,25 %. El porcentaje restante, se debe a acciones propias del juego. Destacan especialmente las roturas musculares producidas en el esprint (31,25 %), las lesiones ligamentosas producidas en el gesto de caída tras salto (25 %) y las ligamentosas y meniscales producidas en el cambio de dirección (12,5 %). Lo que sí es unánime en toda la bibliografía y en nuestro estudio es a través de qué mecanismo lesional se producen, en su mayoría, ciertas lesiones. Las fracturas y contusiones se producen principalmente tras un trauma, mientras que las lesiones musculares, meniscales y tendinosas se dañan sin contacto. Las lesiones

ligamentosas se ven provocadas tanto por acciones de contacto, especialmente LLI de rodilla y LLE del tobillo, como por acciones sin contacto, como el LCA (258).

Con respecto a cuando se producen las lesiones, la tasa de lesiones durante el entrenamiento varía de 1 a 4,6 lesiones cada 1000 horas de exposición. En competición, las lesiones aumentan de 6,1 a 24 lesiones por cada 1000 horas (236). La tasa de lesiones en el presente estudio es mucho mayor que las indicadas, ya que es de 30 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y 58 lesiones por cada 1000 horas de competición. Una posible explicación puede deberse a que en el presente estudio se han registrado los datos de futbolistas de nivel amateur, mientras que la bibliografía recoge principalmente datos de jugadoras profesionales y semiprofesionales. La mejor condición física, la seriedad de la planificación de los programas de entrenamiento y la inclusión de trabajos de prevención de lesiones pueden ayudar a justificar por qué las futbolistas amateurs se lesionan más.

Sobre la severidad de las lesiones, la bibliografía muestra como el 44 % de las lesiones son leves (menos de una semana), el 40 % moderadas (entre 7 y 21 días) y el 16 % son severas (más de tres semanas) (209,259,260). Sin embargo, en futbolistas españolas se observó cómo casi un 50 % de las lesiones eran severas, mientras que menos del 20 % de las lesiones eran leves (236). Estos datos son más parecidos a los encontrados en esta investigación, donde las lesiones severas también destacan claramente (75 %). Llama la atención que no se producen lesiones leves. Las lesiones medias (de 8 a 15 días de baja) sí que se dan en un 18,75 % de los casos. El hecho de que los equipos de fútbol participantes en el estudio presenten un nivel competitivo bajo y por tanto, pocos recursos a nivel médico, puede haber influido en que las lesiones medias hayan sido diagnosticadas tarde y poco tratadas, por lo que se podía haber acelerado su proceso de recuperación, dando lugar a lesiones leves. Esto no parece que pueda tener una especial trascendencia en las lesiones severas, donde el porcentaje en nuestro estudio es mucho más alto que el encontrado en la bibliografía.

Las lesiones más habituales son en los tobillos, rodillas y muslos. Las lesiones de tobillo son las más habituales, aunque son las lesiones de rodilla las que mayor tiempo de baja provocan. También se ha visto como el dolor lumbar es una causa importante de baja en las futbolistas (236). En el presente estudio los datos obtenidos son similares. Las lesiones de tobillo (más específicamente, el esguince) han sido la lesión más habitual (18,75 % de las lesiones). Mientras que las lesiones de rodilla, especialmente la rotura de LCA (12,50

% de las lesiones), son las que mayor inactividad han provocado. Las lumbalgias han sido un 6,25 % del total de las lesiones.

El hecho de que las principales zonas lesionadas sean las rodillas y los tobillos en fútbol femenino es unánime en la mayoría de la bibliografía al respecto. Este hecho es común también en los hombres españoles, donde hasta el 69,8 % de las lesiones se producen en las extremidades inferiores, afectando principalmente a las rodillas (29,9 %) y tobillos (12,4 %) (236). En deportistas élite, al comparar hombres y mujeres, se ha visto como la gran mayoría de lesiones afectan principalmente al muslo (23 % en ambos), la rodilla (16 % en hombres y 22 % en mujeres) y al tobillo (14 % en hombres y 16 % en mujeres). Sí se vio diferencia en que los hombres tienen lesiones más variadas que implican diferentes partes del cuerpo (256). Estos datos son similares a los encontrados en esta investigación, donde hasta un 25 % de las lesiones afectan al muslo (divididos en 12,50 % roturas musculares de isquiotibiales y 12,50 % de cuádriceps), un 18,75 % al tobillo y un 12,50 % a la rodilla (ligeramente inferior con respecto a la bibliografía).

Con respecto al tipo de tejido lesionado, en las futbolistas españolas se observó como las lesiones ligamentosas son las más habituales a lo largo de una temporada (en torno al 38,5 % del total de lesiones) (236). En nuestro estudio el porcentaje de lesiones ligamentosas en las futbolistas es ligeramente inferior (31,25 %), aunque se ven claramente superadas por las lesiones musculares (50,00 %). En hombres, pese a ser los ligamentos también el tipo de tejido más lesionado, el porcentaje que muestra la bibliografía es levemente inferior que en ellas, 32,1 % (236). Este porcentaje es muy similar al encontrado en esta muestra. Estos datos coinciden con otros estudios que también muestran como las lesiones ligamentosas, especialmente las que implican al ligamento cruzado anterior, son mayores en mujeres que en hombres (261,262). Precisamente el ligamento cruzado anterior es la lesión ligamentosa severa más frecuente en futbolistas, tanto en hombres (34,8 %) como en mujeres (39,2 %) (261). Sin embargo, no es el tipo de lesión ligamentosa más habitual, ya que los ligamentos del tobillo son los lesionados más veces, en mujeres y en hombres. Estos datos también coinciden con nuestro estudio. Resulta interesante el hallazgo que encontraron en las futbolistas españolas, donde se observó que la laxitud articular era mucho mayor en jugadoras lesionadas con respecto a las no lesionadas (las jugadoras con mayor laxitud articular presentaban un odds ratio de 5,3 sobre las jugadoras con menor laxitud). Sugirieron la relación de esta laxitud articular con la fase del ciclo menstrual y los factores hormonales (209).

## 5.5. LESIONES EN BALONCESTO

El baloncesto es un deporte en el que la participación femenina ha aumentado notablemente y por tanto es necesario entender cómo, cuándo y qué tipos de lesiones se producen.

Diversos estudios observan como las mujeres se lesionan más que los hombres en baloncesto, aunque hay controversia sobre si la diferencia es significativa o no. Cumps *et al.* (263) muestran una gran diferencia en la incidencia lesional en el baloncesto femenino con respecto al masculino. Otro estudio aporta datos en los que se revela como la frecuencia de las lesiones en las mujeres jugadoras de baloncesto es 1,6 veces mayor que en los hombres (264). En cambio, Andreoli *et al.* (5) muestran valores muy similares entre ambos géneros (65,2 % en hombres y 68,4 % en mujeres). Estos datos son muy similares a los encontrados en nuestro estudio, donde el porcentaje de jugadoras lesionadas fue del 63,29 %.

Sobre el momento lesional, al igual que en otros deportes, el riesgo de lesionarse es mayor en partidos que en entrenamientos (200). La misma conclusión se obtiene en esta investigación, donde la tasa de lesiones en competición (78 lesiones/ 1000 horas) es casi el doble que en entrenamientos (40 lesiones/ 1000 horas).

Al comparar las regiones anatómicas de lesión más habituales entre hombres y mujeres, Iwamoto *et al.* (200) observaron cómo la más frecuente es la rodilla (41,7 % en hombres y 50,4 % en mujeres), seguida del tobillo (24,8 % en hombres y 23,8 % en mujeres), de la zona lumbar (11,8 % en hombres y 11,4 % en mujeres) y de las extremidades superiores (9,7 % en hombres y 5,1 % en mujeres). Por lo tanto, obtuvieron que las mujeres se lesionan más en la rodilla y los hombres más en las extremidades superiores. Otros estudios no tienen tan claro si la rodilla o el tobillo son las zonas más lesionadas, aunque coinciden en que las mujeres se lesionan más en las dos localizaciones, pero con porcentajes más pequeños (19,5 % en tobillo las mujeres y 14,6 % los hombres; 20,6 % en rodilla las mujeres y un 17,5 % los hombres) (5,263). Porcentajes muy similares se obtienen en este estudio, con un 15,93 % de lesiones que afectan al tobillo y un 19,46 % de ellas que afectan a la rodilla. En la zona lumbar son el 6,19 % de las lesiones.

En las extremidades superiores sólo se recogen entre un 12 y 14 % de las lesiones totales en jugadoras de baloncesto durante una temporada (265,266). Dentro de ellas, las mujeres

se lesionan más las manos, dedos y muñecas (8,6 %) que hombro y antebrazo (5,8 %) (5). En esta proporción coincide con nuestro estudio, del que también obtenemos cómo apenas el 10 % de las lesiones sufridas son en la región superior. Otros estudios sí que obtienen un elevado número de lesiones en la extremidad superior, a pesar de que fueron más habituales en hombres que en mujeres, y más específicamente a nivel ligamentoso, donde las mujeres sufren el doble de lesiones (11,3 % en hombres y 22,9 % en mujeres) (200).

Con respecto al diagnóstico específico, Román *et al.* (264) coinciden en que un 60 % de las lesiones fueron esguinces en diferentes articulaciones, especialmente en tobillo y rodilla. Las asocian a alteraciones propioceptivas y de fuerza, cambios en la laxitud articular y déficit de movilidad articular y de fuerza. Todos apoyan que tras una lesión previa, las probabilidades de sufrir un nuevo esguince aumentan notablemente. En nuestro estudio nos encontramos como el esguince de tobillo (15,93 %) es el diagnóstico más habitual, superando claramente a las lesiones ligamentosas de la rodilla (4,42 %). En la rodilla existen otros tejidos que también se han lesionado (meniscos, tendón rotuliano y cartílago) y que hacen que el porcentaje de lesiones de rodilla sea superior al de lesiones en tobillo. Otros estudios defienden que claramente el tobillo es la zona más lesionada y el esguince de tobillo la lesión más habitual en baloncesto femenino. El hecho de haber sufrido un esguince anterior es el principal factor de riesgo para sufrir otro (266,267). Lo que está claro es que tanto como rodillas y tobillos son las zonas que más sufren en este deporte, influidos por la dureza de la superficie y los continuos gestos de saltos, frenadas, aceleraciones, recepciones y cambios de dirección. También se ha relacionado el ciclo menstrual y las lesiones ligamentosas, especialmente en el ligamento cruzado anterior. Durante la fase preovulatoria las mujeres alcanzan una mayor laxitud de este ligamento, mayor valgo de rodilla y mayor rotación externa tibial en actividades funcionales, por lo que tienen mayor riesgo de lesión. Por ello se explica que gran parte de estas lesiones se producen en acciones de giro y sin contacto (264). Iwamoto *et al.* (200) hallaron una gran diferencia en la ruptura del LCA en las deportistas (30,3 % en hombres y 48,7 % en mujeres). En este estudio sólo el 0,88 % de los casos ha sido la ruptura del LCA.

Hay otras lesiones que los hombres las sufren más que las mujeres, como la tendinopatía del tendón rotuliano (14,8 % en hombres y 7,2 % en mujeres) (200). En esta investigación, la tendinopatía rotuliana sólo ha supuesto un 2,65 % de las lesiones totales. Ha sido la tendinopatía aquilea la que se ha dado en un mayor porcentaje, 3,54 %. Las tendinopatías en general sí que han sido abundantes, llegando a ser el 13,25% del total.

Por lo tanto, parece claro concluir que los esguinces son el diagnóstico específico más repetido en baloncesto, especialmente femenino. Se ha llegado a afirmar que las mujeres tienen un riesgo 25 veces mayor de tener un esguince articular que los hombres (264). También son frecuentes los problemas musculares y tendinosos, así como las concusiones (268). Sin embargo, en nuestro estudio, las lesiones ligamentosas y las musculares se producen en el mismo porcentaje (28,32 %), mientras que las lesiones tendinosas están en un segundo escalón, con un 13,27 % de las lesiones totales. Por lo tanto, se coincide en los tipos de tejidos más lesionados, pero se difiere en el porcentaje en los que se dan estas lesiones. Pese a ello, las principales lesiones musculares halladas en este estudio han sido sobrecargas (15,93 %), siendo raras las roturas musculares, que implican un mayor tiempo de baja. Las lesiones que afectan a la cabeza/ cara son comunes, especialmente en la competición, algo que se explica por la gran intensidad con la que se juegan los partidos y por el contacto propio del deporte (268).

Con respecto a cómo se producen las lesiones, prácticamente hay unanimidad en la bibliografía con lo obtenido en este estudio, en el que el principal mecanismo es por contacto (58 %). Este número de lesiones ha disminuido en los últimos años, debidos a cambios en la normativa, que han aumentado el número de faltas y han abierto más espacio para disminuir el contacto. Entrenamientos preventivos en los que se simule el contacto con otros jugadores de forma segura puede ser muy efectivo para disminuir las lesiones en el baloncesto femenino (268). También hay autores, como Román *et al.* (264), que obtuvieron como el gesto de recepción tras salto fue en el que más lesiones se producían, incluso por delante de las lesiones producidas por contacto directo. En nuestro estudio diferimos de lo concluido anteriormente, ya que la gran mayoría de las lesiones registradas han tenido un origen crónico o por sobrecarga (47,22 %). Pese a ello, es cierto que este tipo de lesiones han provocado el menor número de días de baja comparado con el resto de mecanismos lesionales, siendo tan sólo 3,82 días de media los que han tenido que estar sin entrenar con normalidad. Tras las lesiones con este origen, nos encontramos las lesiones sufridas tras traumatismo (28,7 %) y tras caída/ recepción de un salto (12,04 %). Son los dos mecanismos que más días de baja provocan, con 19,26 y 18,15 respectivamente. Es remarcable que el esprint (1,85 %) y el gesto de lanzamiento (0 %) apenas provocan lesiones. Entender qué mecanismos son los que mayor número de lesiones provocan nos ayudará a dirigir nuestros trabajos de prevención.

## 5.6. LESIONES EN BALONMANO

En balonmano, pese a ser uno de los deportes con mayor riesgo lesional dentro de los deportes colectivos (269), no existen muchos estudios en los que se compare el número y tipo de lesiones en hombres con las mujeres.

En los estudios existentes, no hay tampoco unanimidad sobre si las mujeres se lesionan más que los hombres o no. Un estudio sobre los jugadores eslovenos encontró como un 62 % de las mujeres se lesionaban mientras que los hombres sólo lo hacían en un 38 %. La incidencia lesional por cada mil horas de práctica deportiva era de 27,7 lesiones en partidos y 0,97 en entrenamientos en las mujeres, mientras que en hombres era de 10,6 y 0,5 respectivamente (270). Con ellos coinciden diversos estudios, que encuentran mayor porcentaje lesional en mujeres (66 %) que en hombres (33 %) (271–273). Sin embargo, otros estudios, uno en la categoría sub 18 (274) y otro en profesionales (275), sí que encontraron más lesiones en hombres (33 %) que en mujeres (20 %). Por lo tanto, se observa que las variaciones de porcentajes son muy grandes y que no existe unanimidad sobre qué género se lesiona más y con qué frecuencia lo hace. En esta investigación el porcentaje de jugadoras lesionadas no fue tan alta como marca alguna bibliografía, ya que han sido un 39,22 % de jugadoras de balonmano las que se han lesionado a lo largo de una temporada. Sí que ha sido el deporte que más días de baja de media ha provocado, 77,15 días.

Lo que sí es común en ambos géneros es que la gran mayoría de lesiones afectaban a la extremidad inferior (62 %), siendo la lesión más habitual el esguince de tobillo (55 %) (270). Otro estudio en el que se compararon ambos sexos muestra como las lesiones de tobillo y rodilla prevalecen en los hombres, mientras que en las mujeres destacan las lesiones en la rodilla (47,02 %). Dentro de estas lesiones, son especialmente elevadas las rupturas de ligamento cruzado anterior, que se dan tres veces más en mujeres que en hombres (276). Olsen *et al.* (277) afirmaron que el riesgo de sufrir una ruptura de ligamento cruzado anterior era mucho mayor en mujeres, pero reciente bibliografía no encuentra estas evidencias (276). En este estudio se coincide en que el 92,30 % de las lesiones se han producido en la extremidad inferior. Al contrario de lo que muestran estos estudios, es el tobillo la zona más lesionada (30,77 %), mientras que la rodilla solo se ha lesionado en el 7,70 % de los casos. Con respecto a la extremidad superior, otros autores

muestran claramente que el hombro es la zona que más se lesiona (269). En el presente trabajo, todas las lesiones producidas en la extremidad superior han sido en el hombro.

Por lo tanto, parece que en extremidad inferior está claro que las lesiones tanto en la rodilla (26 %) como en el tobillo (19 %) son las más comunes (278). Giroto *et al.* (271) también coincide en los porcentajes de lesiones de rodilla en balonmano del 13 al 19% y de tobillo del 19 al 24%. Los cambios en la normativa estos últimos años han favorecido que cada vez sea menos la diferencia de lesiones sin contacto con respecto a las producidas por un traumatismo. Pese a ello, las lesiones producidas por traumatismo son las que mayor tiempo de baja ocasionan (278).

Otra zona habitual de lesiones es la cadena posterior, especialmente en la musculatura isquiotibial y en el tendón de Aquiles, debido a los gestos realizados a gran velocidad, los continuos saltos y la carga física a la que se ven sometidos (276). Estos datos también coinciden con lo que se refleja en nuestra investigación, donde hay hasta un 11,55 % de roturas musculares en cadena posterior y un 7 % de sobrecargas en esa zona. Respecto al tendón de Aquiles, también es el segundo que más se lesiona, solo superado por los tendones del hombro.

Con respecto al tipo de tejido lesionado, Goes *et al.*(279) establecieron como las lesiones musculares, ligamentosas y tendinosas eran las más comunes, en ese orden específico. Dentro de las lesiones musculares, los isquiotibiales (28 %), musculatura del hombro y cuádriceps (16 % cada una) son los que más se lesionan. Dentro de las lesiones articulares, el tobillo (33 %) y la rodilla (30 %) fueron los que más sufrieron. En tendinopatías, también destacaba la rodilla (43 %) y el hombro (33 %). Nuestro estudio revela datos diferentes, ya que las lesiones ligamentosas (50 %) son las más abundantes, seguidas de las musculares (19,23 %). El tejido óseo es el tercero que más se lesiona (15,38 %) y en cuarto lugar aparece el tendón (7,69 %). Los datos también difieren en los esguinces de rodilla, que sólo significaron un 4 % del total de las lesiones. En cambio, sí que encontramos valores similares en la incidencia de esguince de tobillo (31 %).

Las tendinopatías de hombro son mucho más comunes en balonmano que en cualquier otro deporte, algo que se puede explicar por los lanzamientos a gran velocidad que se realizan. Esto también concuerda con nuestro estudio, donde el hombro es la zona con mayor número de lesiones de la extremidad superior, siendo la tendinopatía del manguito de los rotadores y la luxación glenohumeral los diagnósticos más habituales. No se ha

encontrado relación entre la lesión y la discinesia escapular durante la abducción de hombro en las mujeres, algo que en hombres sí que se ha observado. En ellas se ha visto como había debilidad con respecto a la relación de fuerza isométrica en la rotación externa y en la interna, algo que se ha relacionado con riesgo de sufrir lesión (280). Asker *et al.*(281) establecen como factor de riesgo para sufrir lesión crónica de hombro ser mujer. Comprobaron como las mujeres, comparadas posición por posición con los hombres, se lesionan más del hombro.

La naturaleza propia del juego, en el que la inestabilidad, incertidumbre, cambios de dirección, saltos, recepciones, arrancadas y frenadas, y todo ello a una gran velocidad, contribuyen al elevado número de lesiones que aparecen en el balonmano. Debido a esto, los principales mecanismos lesionales que muestra la bibliografía son tres. Primero, las lesiones por contacto, que para muchos son las más abundantes. En segundo lugar, lesiones producidas tanto en el aterrizaje como en el lanzamiento, debido a la inestabilidad y velocidad que se plantean en ambos. Y por último, acciones como esprintar o cambios de dirección que también se realizan a grandes velocidades. Un factor determinante de todas estas lesiones es la fatiga, ya que se ha observado en seis campeonatos internacionales como los últimos 9 minutos de cada parte son en los que más lesiones se producen (278). Otro estudio también encuentra con hasta un 85,61 % de las lesiones se producen por contacto directo. Los continuos 1 vs 1, fintas, bloqueos y espacios reducidos favorecen que se de este tipo de mecanismo. Encontraron como de esta manera eran habituales los esguinces de tobillo, especialmente cuando se pisaba a un rival/ compañero en un bloqueo defensivo o en el despegue anterior al lanzamiento. Sin embargo, las lesiones de cadera, muslo, y tendones presentaban un componente claramente asociado al sobreuso. En la rodilla ambos mecanismos se dan prácticamente por igual (276). Bere *et al.*(282) establecieron que un 61 % de las lesiones se producen por el contacto entre dos jugadores. Un 16 % por mecanismos sin contacto y un 12 % por sobrecarga. Dentro de las zonas más afectadas por traumatismos, en un estudio sobre jugadores alemanes (283), destacaron la cabeza (87 % de lesiones en esa zona se produjeron por este mecanismo), las manos (84 %), los hombros (70 %) y los tobillos (63 %). Dentro de las lesiones que se produjeron sin contacto aparecen el muslo (56 % de lesiones en esa zona se produjeron sin traumatismo), la rodilla (28 %) y el tobillo (19 %).

La mayoría de estudios que analizan el mecanismo lesional en balonmano es en hombres. Pese a que la gran mayoría obtienen que las lesiones traumáticas son las más habituales,

no todos hallan los mismos resultados. Por ejemplo, en otro estudio se obtiene que el 64 % de las lesiones fueron sin contacto, un 34 % de las lesiones causadas por contacto con otro jugador y un 2 % por contacto con el balón (284). En otro estudio se observa que un 33 % de los casos fue por contacto directo mientras que un 36 % de lesiones fueron síndromes de sobreuso, que afectaban especialmente al tobillo y al hombro. El porcentaje restante implicó a gestos propios de las demandas del deporte (270). Datos similares a este último estudio obtenemos en nuestra investigación, ya que tanto las lesiones de origen por sobrecarga como las traumáticas se dan en un 24 %. El 54 % restante se dan especialmente en la caída tras salto (20 %), en la maniobra de cambio de dirección (16 %), en el esprint (8 %) y en el lanzamiento (4 %). A pesar de que las lesiones que se producen en el gesto de lanzar o de esprintar son las menos comunes, son las que mayor número de días de baja de media provocan (167 y 104 días respectivamente). Las lesiones por sobreuso provocan una media de 85 días de baja y las traumáticas, 43 días.

De nuevo lo que parece claro es que el número de lesiones durante la competición es más abundante que durante los entrenamientos (de 3 a 10 veces mayor) y la severidad de estas lesiones también es mayor (278). Al comparar ambos sexos, en competición las mujeres se lesionan más (56 %) comparados con los hombres (46 %), mientras que en entrenamientos el porcentaje se invertía (271). En este estudio se ha encontrado tasas más altas que las mencionadas, con 20 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y 28 por cada 1000 horas de competición.

Con respecto al tiempo de baja, más mujeres sufren lesiones de más de 7 días de baja, aunque en ambos géneros las lesiones más frecuentes son las de 2-7 días. Sin embargo, en esta investigación las lesiones leves y las moderadas sólo se han dado en el 15,38 % de los casos cada una. Con respecto a los esguinces de tobillo, el 38 % eran lesiones moderadas. Respecto a las lesiones con gran tiempo de baja (29 %) destacaban las lesiones de rodilla (más del 70% de estas) y de hombro (50 %) (270). El porcentaje de lesiones severas encontradas en esta investigación han sido ligeramente más altos, siendo el 38,46 % de las lesiones.

## 5.7. LESIONES EN FÚTBOL SALA

El fútbol sala es el deporte sobre el que menos estudios hay publicados, especialmente cuando queremos conocer la sección femenina. Uno de los escasos estudios que comparan fue realizado por Larruskain *et al.* (255) y en él se analiza la epidemiología de un equipo masculino y uno femenino, dentro del mismo club profesional. El porcentaje lesional fue más alto para los hombres tanto en partidos (30-40 %) como en entrenamientos (20 %). Otros estudios analizan de manera retrospectiva, por lo que la fiabilidad no es muy alta, ya que se recuperan datos del pasado, en ocasiones por parte de las jugadoras. En ellos se obtiene como la incidencia estuvo entre 5,15- 15,68 lesiones cada 1000 horas de práctica, siendo más habitual las lesiones en competición que en entrenamientos (285,286). Los resultados obtenidos en esta investigación difieren de los estudios mencionados, ya que tanto la incidencia como las tasas lesionales son mucho más altas. El porcentaje lesional hallado ha sido del 56,76 %. Aunque se respeta que la tasa lesional es mayor en competición que en entrenamientos, son tasas lesionales muy elevadas: 80 lesiones por cada 1000 horas de entrenamientos y 92 por cada 1000 horas de competición.

Al comparar hombres con mujeres con respecto al tipo de tejido lesionado, encuentran que las contusiones óseas eran hasta 4,82 veces más en los hombres, pero el número de lesiones musculares y ligamentosas fue muy similar (255). En este estudio se coincide en cuanto a los tres tejidos más lesionados, aunque el orden es diferente. En primer lugar, han estado las lesiones musculares (39,68 %), seguidas de las lesiones ligamentosas (33,33 %). En un porcentaje mucho más inferior están las lesiones óseas (7,94 %).

Con respecto a las zonas lesionadas, diversos estudios defienden que el tobillo es la zona más lesionada (12- 38,46 %) (285,286). Uluoz *et al.* (287) obtuvieron un 57 % de lesiones en las extremidades inferiores, por solo un 23,70 % en las superiores. Las lesiones más habituales son de tobillo (26,90 %), rodilla (21,50 %), lumbares (16 %) y cadera, muslo y pierna (11,80 % entre las tres zonas). Los datos obtenidos en esta investigación también encuentran como el tobillo es la zona más lesionada, aunque en un porcentaje ligeramente inferior al que muestra la bibliografía (15,87 %). La rodilla es la segunda zona más lesionada, con el 12,69 % de las lesiones.

Con respecto a la severidad de las lesiones, las mujeres presentan un 21 % más de días de baja, ya que las lesiones ligamentosas graves, tanto de rodilla como de tobillo, eran 5,36 veces más altas. El ligamento cruzado anterior se lesiona 4,59 veces más en las mujeres

que en los hombres y la sindesmosis del tobillo hasta 5,36 veces más (288). Precisamente en nuestro estudio el 41,27 % de las lesiones son severas, mientras que solo el 14,29 % son leves, difiriendo de lo encontrado por otro estudio, donde las lesiones leves eran las más habituales (288). El 38,09 % de las lesiones se resuelven en la segunda semana.

La lesión específica más habitual en nuestra investigación fue la de esguince de tobillo, que se ha dado en el 16 % de las lesionadas. Especialmente destacable es también el porcentaje de roturas musculares (21 %) aunque afectando a diversos grupos musculares. Las sobrecargas musculares han afectado más a la musculatura de la cadena posterior, en vez de cadena anterior, como encontraron Larruskain *et al.* (255), que obtuvieron que los cuádriceps se lesionan más en las mujeres (2,25 veces más), mientras que lesiones en los isquiotibiales y de pubalgia afectan más a los hombres (1,93 y 11,10 veces más). En un segundo escalón hemos encontrado las lesiones óseas y tendinosas, ambas dadas en un 8 %. El ligamento cruzado anterior se ha lesionado en un 3,17 % de los casos.

Sobre el mecanismo lesional, hay estudios que no obtienen diferencias significativas entre las lesiones por contacto y las que no (255,286), mientras que otros sí que encuentran que el 78,50 % de las lesiones se deben a traumatismos (287). Coincidimos con la bibliografía anteriormente expuesta en que las lesiones traumáticas son las más habituales (33,33 %), aunque en un número muy similar a las lesiones de origen crónico o por sobrecarga (31,74 %). Sin embargo, las lesiones con mayor tiempo de baja son las provocadas en el cambio de dirección (6,35 % de las lesiones con una media de días de baja de 61), seguidas por las lesiones que se producen en el momento de caída/ recepción tras salto (7,94 % de lesiones y 45,4 días de media de baja). En el sprint se producen un 10 % de lesiones y en el momento de lanzar, un 8 %.

En el fútbol sala escasean las investigaciones y muchas se relacionan con conclusiones obtenidas para el fútbol, aunque las características y demandas del deporte no tienen nada que ver entre ambos. Es necesaria mucha más investigación en este deporte, ya que presenta una incidencia lesional bastante elevada.

## 5.8. LESIONES EN RUGBY

El rugby es un deporte en el que cada vez participa un mayor número de mujeres (2,7 millones de jugadoras en todo el mundo) y que está especialmente en auge desde 2014, donde la participación femenina ha aumentado en un 56 %, siendo un cuarto del total de los participantes en rugby (289). Este aumento no ha venido acompañado por un incremento de la investigación por conocer más cómo mejorar el rendimiento y como disminuir las lesiones en la sección femenina. Debido a las demandas de este deporte, con continuas carreras y esprints, además del gran contacto físico que se produce, la incidencia lesional suele ser muy elevada. Así es en este estudio, con un porcentaje de jugadores lesionados muy alto, del 64,29 %. De esta manera ha sido el deporte con mayor incidencia lesional de los estudiados.

En un estudio con jugadoras juveniles se produjeron 97,3 lesiones / 1000 horas de partidos. Hay que tener en cuenta que un 43 % de las jugadoras que participaron en el estudio no tenían experiencia previa en el deporte, que puede ayudar a explicar esta elevada tasa de lesiones (289). En la liga profesional inglesa femenina este número se redujo a 26 lesiones / 1000 horas de partido (290). En los pocos estudios realizados con jugadoras profesionales se obtiene una variación muy grande de lesiones, desde 3,6 a 37,5 lesiones por cada 1000 horas de práctica deportiva (290). Los datos obtenidos en esta investigación son similares a los valores más altos encontrados en la bibliografía. Por cada 1000 horas de entrenamiento se producen 30 lesiones, mientras que en el mismo tiempo de competición, las lesiones sufridas son 34. Se debe tener en cuenta que durante la temporada en la que se recogieron los datos para este estudio, la situación provocada por la COVID-19 hizo que se suspendieran numerosos partidos en este deporte.

En línea con lo encontrado en esta investigación está el estudio más completo realizado hasta el momento (291), donde analizaron las lesiones durante seis temporadas en la liga inglesa de rugby. Obtuvieron una tasa lesional ligeramente superior a la obtenida en este estudio, con 39 lesiones cada 1000 horas, con un tiempo de baja medio de 48 días. Estos datos variaban en función de la posición, lesionándose más los delanteros (46 cada 1000 horas) que los defensas (31 cada 1000 horas). Estos datos también son similares a los encontrados en las copas del mundo femeninas de 2006 y 2010 (38 y 36 lesiones respectivamente / 1000 horas de práctica de rugby) (292,293). En general, estos datos nos muestran como la incidencia es menor en mujeres que en hombres (87 / 1000 horas). Sin

embargo, la severidad de las lesiones es mayor en las mujeres (48 días), ya que en los hombres la media de días de baja fue de 25 por cada lesión (294). Estos hechos pueden ser explicados por factores anatómicos y fisiológicos. El hecho de que las mujeres no sean capaces de desarrollar velocidades y potencias tan altas como los hombres, reduce las fuerzas de impacto y disminuye el riesgo de lesión. Además, los servicios médicos de los equipos profesionales de rugby femenino suelen ser de disponibilidad limitada, por lo que no se realizan diagnósticos tan rápidamente ni se siguen tratamientos a diario, lo que alarga el tiempo de recuperación (291). Estos datos sobre la severidad de las lesiones coinciden con los encontrados en el presente trabajo, donde hasta el 66,67 % de las lesiones han sido severas. Muestra de ello es que la media de días de baja tras lesión ha sido de 63,22 días. Tan sólo un 11,11 % del total de las lesiones se han resuelto en la primera semana.

Con respecto a la zona lesionada, la bibliografía muestra como las lesiones en las extremidades inferiores son las más habituales y las que más gravedad presentan (102 días de baja). Sobre el tipo de tejido lesionado, las lesiones óseas y las ligamentosas son las más habituales (291,295). De la misma manera ocurre en este estudio, donde predominan las lesiones óseas (56 %), pero las ligamentosas y las musculares le siguen en un mismo porcentaje (22,22 % cada una).

Con respecto a las lesiones específicas, las lesiones de rodilla, especialmente de ligamento cruzado anterior, y de ligamento lateral del tobillo son las más habituales. Otro diagnóstico específico diferente a otros deportes y muy habitual es el de conmoción cerebral (289,291,295). En nuestro estudio la lesión más habitual es la fractura ósea (44,44 %). En lo que sí se coincide es que tanto la ruptura del LCA como el esguince de tobillo se dan en el mismo porcentaje (11,11 % cada una).

En lo que coincide toda la bibliografía consultada es en que las lesiones por contacto son las más habituales. El mecanismo lesional más abundante es el placaje (41 %). En él, en un 68 % de las ocasiones se lesionó la jugadora placada y en el 32 % restante la placadora. El siguiente mecanismo lesional más habitual fue el ruck (11 %) (291). Esta investigación coincide con la bibliografía en que las lesiones por contacto son las más habituales, en este caso en un 88,89 % de los casos. El porcentaje de lesiones restantes, incluida la rotura de LCA, se produjeron en un cambio de dirección.

## 5.9. LESIONES SEGÚN EL TIPO DE CICLO MENSTRUAL

De las jugadoras lesionadas participantes en este estudio, un 69,63 % presentan un ciclo menstrual regular, de entre 21 y 35 días. En ellas se ha dado el 75,77 % de las lesiones recogidas a lo largo del trabajo. El 17,04 % de las jugadoras presentaban amenorrea y han sufrido el 14,54 % de las lesiones. El 8,15 % de las jugadoras lesionadas presentaban polimenorrea, y en ellas se han producido el 5,73 % de las lesiones. En las jugadoras con oligomenorrea (5,19 % del total) se han producido 3,96 % de las lesiones.

Sobre la relación entre las disfunciones menstruales y el riesgo de lesión, la bibliografía nos muestra escasos y contradictorios resultados. Diversos estudios (296–298) relacionaron la disfunción menstrual con una mayor probabilidad de sufrir una lesión comparado con las deportistas eumenorreicas. Por el contrario, Von Rosen *et al.* (299) asociaron la disfunción menstrual con un menor número de lesiones (21,9 % vs 38 %). Otros estudios no han encontrado ningún tipo de relación (300–303). Sí que se ha asociado la disfunción menstrual con un mayor número de días perdidos como consecuencias de las lesiones (304,305). Esto se puede deber a la baja disponibilidad de energía que habitualmente presentan las deportistas que tienen una alteración menstrual (305). El principal problema en estos estudios es la inespecificidad al clasificar la alteración menstrual. Todos ellos comparan directamente de manera global todos los tipos de alteraciones menstruales con el ciclo menstrual regular, sin tener en cuenta de manera aislada cada tipo de alteración. Sólo dos estudios analizaron a las jugadoras con ciclos menstruales más largos, observando que ocurren un mayor número de lesiones en los días siguientes al día esperado de menstruación (192,306). Las lesiones ligamentosas y articulares fueron el doble en los días “de retraso” del ciclo.

En esta investigación sí se dividieron las alteraciones menstruales en función de la duración del ciclo menstrual. Comparando los días de baja de media como consecuencia de una lesión en función de la duración del ciclo, los datos mostraban como a menor duración del ciclo, mayor número de días de baja presentaban. Es decir, las jugadoras con ciclo menstrual regular, largo o sin ciclo mostraban menos días de baja. A pesar de que la estadística descriptiva así parecía sugerirlo, no se ha llegado a la significación entre los días de baja que pueda estar una jugadora y la duración del ciclo menstrual. En el futuro se sugiere estudiar con un mayor tamaño de muestra para ver si se alcanza un valor significativo. En la misma línea, al analizar de manera aislada las lesiones ligamentosas,

se ha obtenido, con un valor cercano a la diferencia significativa, que a medida que disminuye la duración del ciclo menstrual, aumentan los días de baja de las lesiones ligamentosas. No se ha encontrado bibliografía sobre este tema que permita comparar los resultados obtenidos con los de otros autores. Aun así, este hecho podría ser justificado con las explicaciones que ofrece la bibliografía, que relaciona una mayor estabilidad hormonal con una menor incidencia lesional (125,143). En ciclos más largos, habría fases más estables y con menos picos hormonales, anulando los efectos que estos pueden llegar a provocar sobre el tejido muscular y conectivo (143)

En los ciclos menores a 21 días son en los que un mayor número de lesiones severas se encuentran (46,15 % de las lesiones de las jugadoras con este tipo de ciclo). Información totalmente contraria se obtiene de las jugadoras con oligomenorrea; en ellas, hasta el 66,67 % de las lesiones son leves. Precisamente el porcentaje de lesiones leves va disminuyendo a medida que el ciclo dura menos. A pesar de que no existe bibliografía publicada al respecto, una posible explicación puede ir en línea de lo comentado anteriormente. La duración del ciclo, y por tanto la variación hormonal, puede no solo influir en la aparición o no de la lesión, sino también en la severidad de la misma cuando aparece (301,304,305). Se necesitaría una mayor muestra de jugadoras con distintas duraciones de ciclo menstrual para poder obtener más conclusiones y más significativas sobre este apartado.

En las jugadoras con ausencia de ciclo se lesionan todos los tipos de tejidos estudiados. Son las lesiones ligamentosas (30,30 %), las musculares (24,24 %) y las óseas (18,18 %) las que predominan. De manera similar ocurre en las jugadoras con ciclos regulares, aunque en ellas las musculares son más habituales que las ligamentosas. En las jugadoras con polimenorrea, las lesiones ligamentosas especialmente (53,85 %) y las lesiones musculares (30,77 %) abarcan casi la totalidad de las lesiones. Este hecho se explicaría con lo mencionado anteriormente. Precisamente, son el tejido conectivo (ligamentos y tendones) y el músculo en los que más se ha demostrado la influencia hormonal (117). El hecho de tener pocas lesiones tendinosas dificulta las conclusiones sobre este tejido.

Al observar los mecanismos lesionales en función de la duración del ciclo, nos encontramos cómo las lesiones por traumatismo se dan en un gran porcentaje en todos los tipos de ciclo. Puede resultar interesante el hecho de que en las lesionadas con polimenorrea, hasta un 38,45 % de las lesiones se producen en el gesto de caída o recepción tras salto.

## 5.10. MOMENTO LESIONAL EN EL CICLO MENSTRUAL REGULAR

Existe una tendencia clara que muestra cómo una gran parte de las lesiones suceden en la fase ovulatoria (169,307–311). Algún estudio aislado encuentra más lesiones en la fase folicular (312) o en la lútea (313). Cabe destacar que las principales diferencias marcadas en la bibliografía pueden estar relacionadas con el establecimiento de las fases del ciclo menstrual. Por esta razón en este estudio se encuentran más lesiones en la fase folicular tardía, momento más cercano a la ovulación, por lo que coincidiríamos con la gran mayoría de estudios.

En el presente estudio las lesiones ligamentosas se producen en un 43,39 % entre el día 8 y 15 del ciclo menstrual de las deportistas que presentan un ciclo regular. Estos datos coincidirían con diversos estudios que muestran cómo es en la fase folicular tardía cuando mayor número de lesiones ligamentosas se producen (186,192). Se ha sugerido que puede ser como consecuencia de una menor rigidez de los ligamentos, dando mayor inestabilidad a la articulación. Diversos estudios defienden el aumento de laxitud entre esta fase y la ovulación (308–311). Este hecho lo justifican con la relación entre una mayor laxitud ligamentosa y valores más altos de estrógenos (123,124). Por lo tanto, es el momento en el que mayor riesgo de lesión ligamentosa se produce. Precisamente, es en los días anteriores a la ovulación cuando se produce un gran pico de los estrógenos (117). Existen dos estudios (307,314) que no encontraron esta relación; se debe tener en cuenta los métodos de medición utilizados fueron menos objetivos (cajón anterior y posterior, signo del surco y prueba de Beighton).

Sin embargo, al dividir a las jugadoras en función de si tomaban anticonceptivos o no, esta teoría deja de tener validez. A pesar de que la gran mayoría de las lesiones se han producido en jugadoras que no tomaban anticonceptivos, en las que sí lo tomaban hasta en un 63 % de los casos se han producido entre los días 8 y 15. El hecho de tomar anticonceptivos hace que se eliminen los picos de estrógenos y progesterona, por lo que no se podría relacionar el momento en el que se lesionan con esos picos hormonales (117). Entre las jugadoras que no tomaban anticonceptivos, los porcentajes de casos de lesiones ligamentosas eran muy similares entre los días 1 y 7, 8 y 15 y 16 y 25, momentos en los

que los niveles de las hormonas relacionadas con las lesiones ligamentosas eran muy diferentes.

Con respecto a las lesiones tendinosas y musculares, se han encontrado hasta el doble de lesiones en la fase folicular tardía con respecto al resto de fases (192,315). El presente estudio difiere en parte de ello. En jugadoras que no tomaban anticonceptivos, las lesiones musculares que se producen entre los días 8 y 15 y los días 16 y 25 son muy similares y superiores a las que se sufren en el resto de fases. En el tendón en cambio sí se coincide en que las lesiones son muy superiores en esta fase folicular tardía, siendo el doble de las que se producen en la fase folicular temprana. Varios autores han intentado relacionar esta fase con la rigidez tendinosa para explicar los resultados. Las conclusiones obtenidas son contradictorias. Se debe entender que un exceso de rigidez del tendón, provoca una gran tensión en el músculo. La rigidez tendinosa evita que el tendón se estire, haciendo que el músculo se estire mientras se contrae, de manera que soporta una gran carga excéntrica (117,297). Pese a ello, distintas investigaciones han encontrado menor rigidez tendinosa en la fase folicular tardía, por lo que han relacionado negativamente los valores de estrógeno con la rigidez del tendón (190). Otros estudios no encontraron cambios en la rigidez tendinosa a lo largo del ciclo (315). Por ello, no se puede confirmar que la rigidez músculo-tendinosa en la fase folicular tardía sea la responsable de las lesiones del músculo y del tendón. Otro factor importante a tener en cuenta son las variaciones de las propiedades musculares que se dan a lo largo del ciclo (316). Con respecto a la fuerza, parece mejorar durante la fase ovulatoria (307), por lo que se ha llegado a afirmar que el estradiol mejora la calidad del tejido muscular al favorecer la unión entre actina y miosina, mejorando la capacidad contráctil del mismo (317). El control neuromuscular fue peor tanto en la fase folicular (310) como en la ovulatoria (308), lo que se puede deber a la relación entre estrógenos y progesterona sobre el sistema nervioso central, dificultando dicho control (318,319).

## 5.11. ANTICONCEPTIVOS Y LESIONES

De las jugadoras lesionadas que participaban en este estudio, el 27 % tomaban anticonceptivos mientras que el 73 % no lo hacían. Debemos considerar que la totalidad de jugadoras que no tomaban anticonceptivos era mayor. Para hacernos una idea, en la actualidad, se estima que un 35 % de las mujeres en edad fértil toman anticonceptivos (142). El porcentaje de uso en deportistas no está del todo claro. Aunque la gran mayoría de estudios encuentran mayores tasas de anticonceptivos en las deportistas de élite (98,100,101), otros no encuentran diferencias tan claras (100,101). Sí parece que en las deportistas amateur el uso es muy similar al de la población normal (100,101)

La bibliografía existente sobre los anticonceptivos y sus efectos sobre las lesiones en deportistas aún es escasa y contradictoria.

Un primer factor importante es analizar el efecto del ACO en las lesiones a lo largo de todas las fases del ciclo menstrual. Existe mucha controversia y se requieren más estudios para determinar si la fase del ciclo menstrual influye en el efecto del anticonceptivo y su relación con la salud de los tejidos músculo-esqueléticos. Lefevre *et al.* (180) mostraron cómo tanto las usuarias de ACO como las no usuarias se lesionaban más en la fase preovulatoria, sin diferencias entre ellas. Arendt *et al.* (182) en cambio obtuvieron que las usuarias de ACO se lesionaban más en los primeros días de ciclo, aunque no especificaron un margen de días claro. Wojtys *et al.* (178) sí que encontraron una gran diferencia en las lesiones que se producen en las no usuarias de ACO con respecto a las que sí lo son, lesionándose un 47 % de las veces en la fase preovulatoria. El número de jugadoras que tomaban ACO era muy bajo, por lo que la validez del estudio es muy baja. En este estudio, por el contrario, a pesar de que se producen más lesiones en la fase folicular que la lútea, la diferencia es muy pequeña. Un 65,21 % de las lesiones se dan entre el día 8 y el día 25.

Con respecto al tejido lesionado y la toma o no de anticonceptivos, se observa que en todos los tejidos son más las jugadoras que se lesionan que no toman a las que toman. Este porcentaje llama especialmente la atención en músculo y tendón (no toman el 78,87 %, sí toman el 28,38 %) y en ligamento (no toman el 71,62 %, sí toman el 21,74 %).

Dentro de las jugadoras lesionadas, al observar la duración de la media de los días de baja de una lesión en función de si toman o no anticonceptivos las diferencias distan mucho

de ser significativas. Sin embargo, la duración de las lesiones ligamentosas si toman anticonceptivos son muy próximas a la significación con respecto a las lesiones de aquellas jugadoras que no toman. Es decir, las lesiones ligamentosas son más largas en las jugadoras que no toman anticonceptivos. A pesar de que no se han encontrado artículos que estudien la severidad de las lesiones en función de la toma o no de anticonceptivos, sí que hay publicaciones que justificarían el por qué. La toma de anticonceptivos suprimiría los picos naturales y cíclicos de las hormonas. Al eliminar la ovulación, se inhibe la formación del cuerpo lúteo. Este es el principal lugar donde se sintetiza la relaxina en mujeres no embarazadas, por lo que los niveles de relaxina disminuyen notablemente (144). Al disminuir la relaxina, disminuiría la laxitud ligamentosa. A mayor laxitud ligamentosa, mayor probabilidad de lesión (124). En teoría, al ser esto así, los ACO que mayor inhibición de la ovulación producen reducirían en mayor medida el riesgo de lesionarse los ligamentos, y en caso de lesión, sería una lesión menos severa. Por lo tanto, las píldoras combinadas en comparación con las que sólo tienen progestina pueden ser mejor para disminuir este riesgo (175). Pese a ello, el único estudio que ha comparado el efecto de ambas sobre las tasas lesionales de LCA no encontraron diferencias significativas (176). Aun son pocos los estudios que han analizado la laxitud ligamentosa con el uso de ACO. Hace tiempo, Pokorny *et al.* (184) no encontraron cambios entre las usuarias y no usuarias de ACO, mientras que Martineu *et al.* (185) sí que hallaron menor laxitud de rodilla en las mujeres que toman anticonceptivos en un día aleatorio durante el ciclo. Más adelante Lee *et al.* (166) compararon la laxitud en todas las fases del ciclo, y en todas ellas las no usuarias tenían más laxitud, especialmente en fase ovulatoria y lútea. Al comparar diariamente durante todo el ciclo, los resultados fueron muy similares durante casi todos los días, salvo en la fase lútea temprana, justo después del pico posterior de estrógeno, antes de aumentar la progesterona, cuando las mujeres que no consumían ACO aumentaron la laxitud. De manera general (142), los niveles de laxitud ligamentosa son más estables en mujeres que tomaban anticonceptivos con respecto a aquellas mujeres eumenorreicas que no lo hacían.

Con respecto a las lesiones musculares, en nuestro estudio sí que se ha encontrado significación en la duración de las lesiones, que son significativamente más cortas si las jugadoras toman anticonceptivos. Esto contradice en parte lo publicado por la bibliografía, que relacionan los anticonceptivos con menor síntesis de colágeno a nivel tendinoso, provocando una peor adaptación a la carga del entrenamiento y aumentando

el daño muscular tras el ejercicio (125). Se ha encontrado que la creatinquinasa (CK), marcador de daño muscular, es más elevado en las usuarias de ACO. Ningún otro marcador se modifica (320). No se ha encontrado ningún estudio que evalúe la severidad de lesión mediante la toma de ACO. Sí que los hay sobre cómo afecta la toma de ACO sobre la fuerza muscular, aunque también es clara la controversia. Algunos estudios encuentran un incremento de los valores de fuerza (157,321,322), otros una disminución (155,323) y otros no encontraron ningún efecto (109,126,190,324). Todos ellos presentan puntuaciones de calidad de evidencia bajas, por lo que no se pueden sacar conclusiones claras. Un aumento de fuerza se podría llegar a relacionar con una disminución de las lesiones provocadas por el déficit de la misma.

Teniendo en cuenta que aproximadamente un 35 % de las mujeres en países occidentales ya toman ACO, la toma de estos puede ser una estrategia eficiente para prevenir lesiones ligamentosas, especialmente de LCA, y musculares en chicas que presenten un alto riesgo (142). Los datos obtenidos en este trabajo pueden servir de base para comprobar en futuros estudios no sólo si disminuyen el riesgo de lesión, sino en el caso de que existan, si disminuyen su severidad. Sin embargo, aún se desconoce si puede ayudar de manera igual a todas las mujeres, o si pueden resultar de más ayuda en aquellas que tienen unos valores de relaxina más altos. Tampoco existe certeza del tipo de ACO más eficaz, la dosis y tipo de estrógeno o progestina o el calendario de administración.

Un estudio de cohorte a largo plazo con deportistas que tomaran o no ACO sería de gran ayuda en el futuro. La calidad de la evidencia actual existente es muy baja.

## 5.12. LESIONES ESPECÍFICAS

### 5.12.1. Lesión de ligamento cruzado anterior

Al comparar la laxitud de rodilla en ambos géneros se ha observado que durante la infancia la laxitud es similar, aunque es durante la pubertad cuando las diferencias empiezan a aumentar a favor de las mujeres, alcanzando los mayores valores durante la edad adulta (180). Debido a la alta incidencia de lesiones ligamentosas en las mujeres, son muchos los estudios que han analizado la relación entre los cambios de laxitud, la probabilidad de lesión y las hormonas sexuales. Al dividir el ciclo menstrual en dos fases, se observa cómo hay más lesiones en la fase folicular que en la fase lútea, algo que ha sido confirmado en recientes metaanálisis (115,188). Al ser más específicos, diversos estudios han encontrado un mayor riesgo de lesión en las fases preovulatoria y ovulatoria (115,195,325). Encontraron relación en esas fases con el aumento de laxitud de la rodilla, la cual aumentaba directamente con el aumento de los niveles de estradiol. Se ha llegado a reportar un aumento del 17 % de la laxitud de la rodilla en la fase ovulatoria, coincidiendo con el aumento de los valores de estrógenos (163). Es importante considerar que en una misma mujer la laxitud de rodilla va cambiando a lo largo de las fases del ciclo. En general, durante los días en torno a la ovulación la laxitud de rodilla es mayor. En menor medida, también se encuentra una mayor laxitud en torno a la mitad de la fase lútea al compararlos con los días de menstruación (114,115,326).

Dentro de los estudios que recogen más lesiones en la fase folicular, algunos encuentran más lesiones al principio (con valores hormonales en su punto más bajo) y otro lo hacen al final (rápido incremento del estrógeno). Ambos muestran perfiles hormonales muy distintos pero tienen en común que abarcan rápidos cambios hormonales. Todos estos estudios se hicieron a través del cálculo de días a partir del día de la menstruación. Incluso de manera más analítica, los niveles hormonales pueden cambiar súbitamente en los momentos cercanos a la menstruación y ovulación (326).

Es importante tener en cuenta que estos cambios de laxitud se han observado en los 3 o 4 días siguientes a los cambios de concentración hormonal, y no inmediatamente en ese momento. El cambio de laxitud varió mucho entre unas mujeres y otras. Fue mucho más pronunciado en las que presentaban concentraciones mínimas de estradiol más bajas y mínimos niveles de progesterona más altos. Este hecho es muy importante porque

explicaría el por qué algunas jugadoras se lesionan y otras no (327). El presente estudio coincide en que es en la fase ovulatoria y preovulatoria cuando más lesiones se encuentran, ya que el 66,66 % de las lesiones de LCA producidas han sido en estos momentos. La mitad de ese porcentaje tomaban anticonceptivos, lo que eliminaría los picos hormonales relacionados con el incremento de lesiones de este tipo. Aun así sí que ha habido estudios que han observado valores entre el 18 y el 20 % menos de probabilidad de lesión de LCA en aquellas deportistas que utilizaban anticonceptivos orales (328,329). De ahí deducían que eliminando los cambios en los valores de estrógeno se puede disminuir el riesgo de lesión ligamentosa. Con la información obtenida en nuestro estudio no se puede confirmar esa conclusión, aunque es necesaria una mayor muestra y más investigaciones para determinar si el momento del ciclo influye en las deportistas que no toman ACO y si la ingesta de ACO disminuye el riesgo de lesión del LCA.

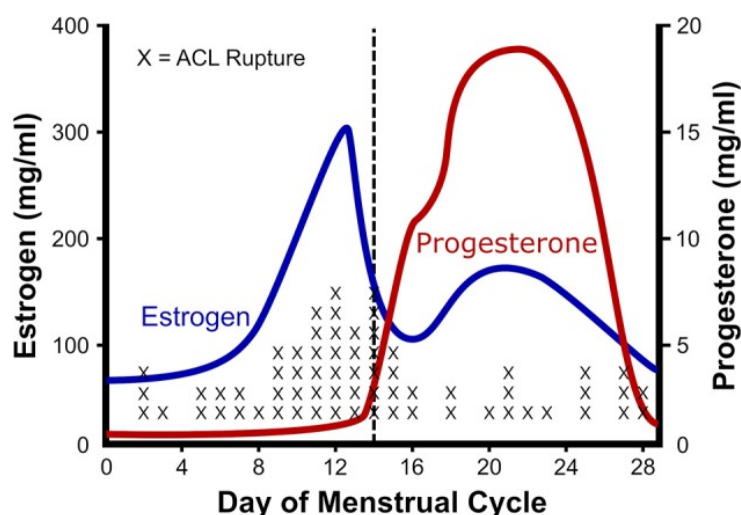


Figura 22. Relación entre los estrógenos y la ruptura del LCA en un ciclo menstrual estándar. Tomada de: Chidi-Ogbolu N, Baar K. Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. Front Physiol. 2019; 9:177-188.

A pesar de que los recursos de investigación consiguieran avanzar y determinar exactamente los niveles hormonales en el momento de la lesión, seguirá siendo muy complicado relacionar la fase del ciclo menstrual con la ruptura del LCA (330). En primer lugar, porque aún se debe relacionar que cambios hormonales provocan el aumento de riesgo en el momento de la lesión para saber qué acciones hormonales son las más importantes para conseguir prevenir lesiones. El segundo motivo es porque aún no se

conoce de qué manera las hormonas afectan los tejidos blandos y a ligamentos. Pese a ello existe evidencia de que son capaces de alterar el metabolismo del colágeno y la integridad del LCA. Sin embargo, no todas las deportistas se lesionan el LCA; comprender esta variabilidad es esencial. Se ha demostrado que existe una relación entre el tiempo y la dosis hormonal por la que se afecta al tejido blando como consecuencia de cambios de concentración hormonal, por lo que dificulta mucho determinar las concentraciones de hormonas que provocan el riesgo. Por último, el riesgo no depende de una sola hormona sino de la interacción entre muchas de ellas y otros factores, como la genética de cada individuo o sus hábitos (114).

Sobre cómo se producen estas lesiones, es importante reconocer la diferencia entre las lesiones de LCA que se producen por contacto y las que se producen sin contacto. Dentro de las lesiones por contacto, están las que se lesionan por un traumatismo de manera directa en la rodilla y las que lo hacen de manera indirecta por un traumatismo en otras zonas corporales (196). Sobre las lesiones que no se producen por contacto, se producen en distintos patrones de movimiento, como recepciones tras salto (331), cambios de dirección (332) y desaceleraciones (333). Tanto en hombres como en mujeres, el principal mecanismo lesional es el de recepción tras salto. Como es lógico, este mecanismo lesional predomina más en deportes de equipo donde la acción de salto es constante o en aquellos en los que se producen desequilibrios en el aire o en la recepción (balonmano o baloncesto). En fútbol especialmente, y también en parte en baloncesto, son abundantes las lesiones producidas en las desaceleraciones y en los cambios de dirección (196). En el presente estudio las roturas de LCA se han producido tanto por traumatismo, como sin él. La gran mayoría de lesiones han sido sin contacto. Al comparar mecanismos lesionales entre hombres y mujeres en futbolistas, se observó como la relación entre las lesiones sin contacto y las lesiones con contacto fue más alta en las mujeres que en los hombres. A pesar de que las lesiones por contacto directo también son muy habituales, lo son más en hombres (334).

Dentro de las lesiones sin contacto, el cambio de dirección y especialmente la recepción tras salto han sido los mecanismos más habituales. Aunque la bibliografía también recoge otros mecanismos lesionales posibles, como hiperextensión y la hiperflexión de rodilla (207), en nuestro estudio no se ha producido ninguna lesión de esta manera. Biomecánicamente, todos estos gestos implican valgo de rodilla, rotación interna con momentos de rotación externa y fuerzas de traslación anterior. Precisamente esta última

resulta ser la fuerza más perjudicial, en especial en flexión de rodilla en torno a 20- 30°. Si a esta fuerza se le combina el valgo o la rotación interna, el riesgo es mucho mayor (335,336).

En análisis de vídeo se ha comprobado como en la gran mayoría de las rupturas del LCA en mujeres el mecanismo es: rotación externa de la tibia, rodilla en extensión casi completa, pie apoyado, valgo de rodilla y desaceleración. En el gesto de desaceleración muchas deportistas dejaban el centro corporal hacia atrás y alejado del apoyo (337).

El hecho de cambiar de dirección de manera rápida y segura desde cualquier extremidad es muy importante en los deportes de equipo dada la imprevisibilidad de los deportes multidireccionales. Los desequilibrios de fuerza, neuromecánicos y de control dinámico entre las extremidades pueden provocar asimetrías entre ambas extremidades de manera que una pierna pueda tener más riesgo de lesión (246).

#### 5.12.2.Lesión de esguince de tobillo

Con respecto al esguince de tobillo, el 61,53 % de los esguinces en el presente estudio aparecen en los primeros 15 días del ciclo. Especialmente habituales han sido entre los días 7 y 15, en los que se dieron el 38,46 % de los esguinces. Estos, se repartieron por igual entre jugadoras que tomaban anticonceptivos y las que no lo hacían. Esta fase incluye la ovulación, momento en el que la mayoría de la bibliografía ha encontrado que hay más probabilidad de sufrir el esguince de tobillo. En el estudio realizado por Yim *et al.* (338) estudiaron las diferencias en tono, rigidez y elasticidad de la musculatura que influye en el tobillo y su relación con el balance postural en la ovulación y en la menstruación. Obtuvieron importantes conclusiones: 1) en la ovulación las mujeres tienen menor tono de la musculatura estabilizadora de tobillo que en la menstruación, especialmente el tibial anterior y el peroneo largo; 2) el tibial anterior es más elástico en la ovulación que en la menstruación; 3) existe más balanceo postural en la ovulación que en fase folicular y 4) existe una relación importante entre las propiedades de la musculatura periarticular del tobillo con el balanceo postural.

Coinciden con ellos Lee y Yim (339), que también observaron que el balanceo era mayor en la fase de ovulación que en la folicular. Observaron que en ese momento la estabilidad del tobillo dependía del tibial anterior, que equilibraba el exceso de laxitud articular. Por

su parte, el peroneo largo disminuía su actividad, coincidiendo con elevados niveles de estradiol. Estos resultados también lo encontraron Petrofsky *et al.* (340), que vieron como en la ovulación aumenta el balanceo postural, y con él, se incrementa la elasticidad muscular y disminuye el tono y rigidez muscular. Khowaied *et al.* (310) encontraron una situación similar en la rodilla, con una mayor actividad de isquiotibiales y cuádriceps para estabilizarla cuando aumentaba la laxitud en la ovulación.

El por qué se debe a los efectos del estrógeno (310). Una mayor laxitud del tobillo incrementaría el balanceo de la postura, debido a un retraso en la activación de la musculatura. Algunos autores han relacionado esto también con el incremento de temperatura que sufren los tejidos en la ovulación. Por el contrario, la temperatura de los tejidos disminuye en la menstruación. En algún estudio cuando estabilizaron la temperatura, aunque aún había efectos del estrógeno en tendones y ligamentos, el aumento de laxitud fue menor (338). Por lo tanto, la combinación del estrógeno con el aumento de temperatura en la pierna son los responsables del incremento de la laxitud de los tejidos. En la muestra de este trabajo hasta la mitad de las mujeres lesionadas en esa fase tomaban anticonceptivos, por lo que los grandes picos hormonales desaparecerían.

Con respecto a si el sexo condiciona la probabilidad de sufrir esguince de tobillo existe mucha controversia. Hay estudios que no obtienen diferencias entre hombres y mujeres (341), mientras que otros observan el doble de esguinces de tobillo en mujeres con respecto a hombres (342). En el presente trabajo ha sido la lesión más habitual en las deportistas.

Pese a que en algunos estudios sí se reflejan cambios de laxitud a lo largo del ciclo, existen otros (343–345) en los que no se tuvo esta relación. Defienden que, aunque las mujeres tienen mayores niveles de laxitud y menos control dinámico, no se ven influidos por los cambios hormonales que se producen en el ciclo menstrual.

Lo que aún se desconoce es si el nivel de receptores de estrógenos encontrados en el LCA es igual en los ligamentos del tobillo, lo que aclararía la relación de las hormonas con las lesiones de tobillo (339).

Aún son pocos e insuficientes los estudios para determinar si las distintas fases del ciclo menstrual se relacionan con alteraciones en la propiocepción.

## 6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio no ha estado exento de limitaciones. En primer lugar, la pandemia sufrida por la COVID-19 dificultó en gran parte los datos tomados durante la temporada 2020-2021 debido a la suspensión o retraso de gran parte de las competiciones, así como las fuertes medidas restrictivas aplicadas a jugadoras y/o equipos cuando se presentaban casos de la enfermedad. Este hecho influyó notablemente en una disminución del tamaño de la muestra. A pesar de tener un correcto número de lesiones, las cifras son relativamente pequeñas para desglosar el tipo de lesión y su relación con el ciclo menstrual. En segundo lugar, ha existido posibilidad de sesgo ya que han sido los responsables del área médica de cada equipo los encargados de anotar los datos, muchas veces sin los recursos necesarios para establecer un diagnóstico totalmente correcto, algo por desgracia muy habitual en el deporte femenino. En tercer lugar, el tipo de ciclo menstrual fue anotado por la propia deportista y su división en las distintas fases ha sido establecido por lo que dice la bibliografía, asumiendo una tasa de error debido a la gran variabilidad hormonal que presentan las mujeres a lo largo del ciclo y que puede variar en función del tiempo o de las demandas de entrenamiento. La manera más exacta de saber cómo se encuentran hormonalmente en el momento de la lesión sería hacer un análisis de sangre y determinar los valores hormonales, algo que se escapa de nuestros recursos. Por último, el estudio no ha incluido los datos del tipo de ciclo menstrual y del uso de anticonceptivos en las jugadoras no lesionadas debido a la dificultad en el año de recogida de datos, ya que muchas jugadoras no cumplían con toda la actividad deportiva del equipo (especialmente en equipos amateur: jugadoras que entrenaban pero no competían, jugadoras que dejaban los equipos ante la falta de competición por la pandemia, falta de compromiso a la asistencia a entrenamientos...). Se recomienda añadir estos datos en futuras investigaciones para poder tener una comparativa sobre como influyen los distintos tipos de ciclo menstrual y el uso de anticonceptivos en la aparición de lesiones.

## 7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Uno de los principales problemas encontrados en este estudio es la escasa bibliografía existente sobre el deporte femenino y la falta de un plan de investigación común para poder comparar adecuadamente los resultados obtenidos. Por lo tanto, el seguir investigando sobre las lesiones que se producen en cada deporte femenino y los factores que influyen permitirá conocer mejor la epidemiología de cada deporte y así establecer programas de prevención de lesiones adecuados para las deportistas.

A nivel hormonal, son varios los objetivos a largo plazo que se pueden marcar en futuras investigaciones, aunque algunos de ellos puedan resultar difíciles de ejecutar.

En primer lugar, lo ideal para conocer si las hormonas realmente influyen o no en la aparición de lesiones sería determinar exactamente los valores hormonales de cada deportista en cada momento y no calculando los niveles de hormonas por días del ciclo menstrual, ya que como se ha visto, se asume un error bastante grande. Esta es la única manera de que se pueda observar en que momentos hormonales las deportistas tienen un mayor riesgo de lesión.

En segundo lugar, sería muy importante conocer la acción de cada hormona sobre cada tejido y como pueden llegar a influir unas hormonas sobre otras, afectando de manera distinta a cada tipo de tejido. Una vez que se conozcan estas dos cosas, será mucho más sencillo entender si las hormonas realmente influyen sobre las lesiones en el deporte femenino.

Con respecto a la duración del ciclo menstrual y los días de baja que pueda estar una jugadora, este estudio ha mostrado indicios interesantes de que, a menor duración del ciclo, mayor tiempo de baja. En el futuro se sugiere estudiar con un mayor tamaño de muestra para ver si se alcanza un valor significativo.

En último lugar, se debe mejorar la investigación y el conocimiento sobre la toma de los ACO. Si las fluctuaciones hormonales realmente provocan un mayor riesgo de lesión, eliminar estos cambios mediante la toma de ACO debería reducirlo. Los datos obtenidos en este trabajo pueden servir de base para comprobar en futuros estudios no sólo si

disminuyen el riesgo de lesión, sino en el caso de que existan, si disminuyen su severidad. Se debe estudiar si esta ayuda sería igual para todas las mujeres o sólo en aquellas con determinados cambios o niveles hormonales. De ser así, individualizar el tipo de ACO, la dosis y el calendario de administración también será fundamental para poder realmente disminuir el riesgo lesional.

## 8. APLICACIONES PRÁCTICAS

Este estudio muestra diversos apartados que pueden resultar muy útiles en el trabajo diario de las deportistas. Entendiendo que la lesión es multifactorial y no siempre se puede evitar, sí que se puede disminuir la probabilidad de lesión al considerar diversos factores que influyen en la aparición de la misma. En primer lugar, conocer la epidemiología de cada deporte en las mujeres permite elaborar programas de prevención más adecuados. Especial atención se tiene que poner en aquellas lesiones más habituales en la mujer, como son las lesiones musculares, el esguince de tobillo y la ruptura de LCA. La realización de programas específicos para prevenir estas lesiones resulta clave y además debe ser individualizado, teniendo en cuenta todos los factores de riesgo que influyen en dichas lesiones.

Otro apartado a tener en cuenta son los mecanismos lesionales a través de los cuales se produce la lesión. En este estudio se han analizado qué patrones de movimientos presentan un mayor riesgo lesional, con el fin de entrenar su ejecución y así poder disminuir el riesgo de lesión que implican. Especialmente interesante en las mujeres puede ser abordar el cambio de dirección, la recepción tras salto y las deceleraciones, ya que en ellos se produce la gran mayoría de rupturas del LCA.

Con respecto a la dominancia lateral, tras comprobar que los tendones del lado dominante se lesionan más y comprobar con la bibliografía que suelen estar más degenerados, se recomienda un trabajo compensatorio y de recuperación, así como un control de la carga para poder regular y disminuir el daño del tendón, fuente de la gran mayoría de lesiones crónicas.

Precisamente con respecto a las lesiones crónicas, en este estudio se han recogido muchas lesiones por sobrecarga muscular. Una correcta gestión del control de la carga (tanto interna como externa), la realización de estrategias de recuperación de fatiga, la importancia del sueño, los tratamientos de fisioterapia y una correcta nutrición e hidratación son fundamentales para disminuir este tipo de lesiones.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta todo lo que se conoce sobre la prevención de lesiones, se recomienda el trabajo de fuerza, de movilidad y de propiocepción para disminuir el riesgo de lesiones ligamentosas y musculares en las deportistas. Los trabajos

compensatorios y las estrategias de recuperación de la fatiga también son muy importantes de cara a reducir la probabilidad de sufrir estas lesiones.

Sobre el aspecto hormonal, este estudio muestra que la severidad de las lesiones puede cambiar en función del tipo de ciclo y de la toma o no de anticonceptivos. Como apenas existen estudios en esta línea de investigación, se necesitan más trabajos antes de establecer pautas claras sobre el ciclo menstrual y la gravedad de las lesiones. Este estudio puede ser utilizado como base para investigaciones futuras y así poder establecer conclusiones claras en esta área. Se ha demostrado como aquellas deportistas con mayores cambios hormonales (ciclos más cortos o ausencia de toma de anticonceptivos), sufren lesiones con mayor tiempo de baja. También parece existir un mayor riesgo lesional en la fase folicular tardía y preovulatoria. Ante la dificultad de valorar hormonalmente a todas las jugadoras, se sugiere que las deportistas controlen la duración de su ciclo menstrual mediante aplicaciones de seguimiento, para poder reconocer fácilmente el patrón de ciclo menstrual que presenta. La identificación de dichos ciclos será de gran ayuda para establecer medidas adecuadas por parte de las jugadoras y del cuerpo médico para facilitar el bienestar y la salud de la deportista.

## 9. CONCLUSIONES

1. No existen evidencias claras para afirmar que el género sea un factor de riesgo para sufrir lesiones deportivas. La incidencia lesional entre hombres y mujeres es muy similar.
2. El tipo de deporte que se practique y el tipo de tejido lesionado influyen significativamente sobre los días de baja que se producen tras una lesión.
3. Las lesiones ligamentosas son las más habituales en el deporte femenino. En especial, al comparar con los hombres, la ruptura de LCA es la lesión que más se da en mujeres, hasta ocho veces más.
4. Las lesiones en las extremidades inferiores son las más habituales en las mujeres que participan en deportes de equipo, especialmente en la rodilla y en el tobillo.
5. La dominancia lateral puede influir en las lesiones tendinosas. Los tendones de la pierna dominante se lesionan más que los de la no dominante. A nivel muscular y ligamentoso, no existen estas diferencias.
6. En las mujeres participantes en deportes colectivos, las lesiones de origen no traumático se producen por diferentes mecanismos lesionales. Las lesiones ligamentosas ocurren principalmente en recepciones tras salto, cambios de dirección y desaceleraciones. Las lesiones musculares se sufren en la acción del esprint. Las lesiones tendinosas tienen un origen crónico.
7. Las fluctuaciones hormonales pueden suponer un factor de riesgo lesional en las mujeres, debido a la gran influencia que presentan sobre el tejido músculo-esquelético. Sin embargo, aún se desconoce de qué manera las hormonas interactúan entre ellas para poder afectar a los tejidos. Un tejido especialmente susceptible es el LCA de las mujeres, que presenta receptores de las diferentes hormonas, algo que no ocurre en los hombres. La gran variedad de valores hormonales y días en los que se producen estos cambios dificultan el establecer momentos de más riesgo lesional en algunos tejidos. Es necesaria una mayor investigación con análisis hormonales sanguíneos a lo largo del ciclo menstrual para poder tener una referencia clara sobre el riesgo lesional que causan los valores hormonales.

8. La fase folicular tardía y ovulatoria parecen ser los momentos en los que mayor número de lesiones ligamentosas se producen, coincidiendo con una mayor laxitud articular. No todos los estudios están de acuerdo con esta afirmación. El número de lesiones en la musculatura y en los tendones también parece mayor en estas fases.
9. Tanto la lesión de LCA como de esguince de tobillo son multifactoriales, aunque hay indicios de que los cambios hormonales pueden influir en su incidencia y severidad.
10. No se pueden obtener conclusiones claras sobre los ACO y la incidencia lesional con la bibliografía actual. Aunque los datos sugieren cierta reducción de las lesiones de LCA en las usuarias de ACO, no existe evidencia suficiente como para afirmarlo. Es necesario determinar el tipo de ACO, la dosis, la vía de administración y el tiempo necesario de toma y ver cómo influyen en los distintos rangos de edad, a lo largo del tiempo y en cada una de las distintas fases del ciclo menstrual.
11. Cuando ya existe lesión, no se ha podido demostrar que los anticonceptivos disminuyan globalmente el tiempo de baja. Sin embargo, alcanzan la significación estadística a la hora de disminuir los días de baja en el caso concreto de las lesiones musculares y se aproxima a la significación en el caso de las lesiones ligamentosas. Este efecto sería mediado directamente por la acción farmacológica de los ACO y no sería derivado de la modificación que provocan en la duración del ciclo.
12. Son necesarios más estudios antes de establecer la recomendación sistemática de ACO toma para prevenir lesiones musculares y ligamentosas en féminas.
13. Se recomienda el trabajo de fuerza, de movilidad y de propiocepción para disminuir el riesgo de lesión muscular y ligamentosa. Es importante la realización de las distintas estrategias de recuperación de fatiga. Los programas de prevención de lesiones deben ser individualizados. Para poder considerar el ciclo menstrual de cada jugadora, se sugiere que las deportistas lo controlen mediante aplicaciones de seguimiento, y así poder establecer medidas adecuadas.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Frérot M, Lefebvre A, Aho S, Callier P, Astruc K, Glélé SA. What is epidemiology? Changing definitions of epidemiology 1978-2017. PLoS One [Internet]. 2018; 13(12). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30532230/>
2. Muralidar S, Ambi SV, Sekaran S, Krishnan UM. The emergence of COVID-19 as a global pandemic: Understanding the epidemiology, immune response and potential therapeutic targets of SARS-CoV-2. Biochimie. 2020; 179: 85-100.
3. Youlden DR, Cramb SM, Dunn NAM, Muller JM, Pyke CM, Baade PD. The descriptive epidemiology of female breast cancer: An international comparison of screening, incidence, survival and mortality. Cancer Epidemiol. 2012; 36(3): 237-48.
4. Horn SR, Stoltzfus KC, Lehrer EJ, Dawson LA, Tchelebi L, Gusani NJ, et al. Epidemiology of liver metastases. Cancer Epidemiol. 2020; 67.
5. Andreoli CV, Chiaramonti BC, Biruel E, Pochini A de C, Ejnisman B, Cohen M. Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. BMJ Open Sport Exerc Med. 2018; 4(1): e000468.
6. García C. Epidemiología de las lesiones deportivas en deporte amateur en España: la carrera popular (Tesis doctoral). Madrid: Universidad Politécnica. 2017.
7. Osorio Ciro JA, Clavijo Rodríguez MP, Arango V E, Patiño Giraldo S, Gallego Ching IC. Lesiones deportivas. Iatreia [Internet]. 2007; 20(2): 167-77. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-07932007000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932007000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
8. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. Scand J Med Sci Sports [Internet]. 2006; 16(2): 83-92. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x>
9. Camacho E, Ochoa D, Rincón J. Revisión teórica de la planificación tradicional y contemporánea en el entrenamiento deportivo. R. Act fis. y deporte. 2019; 5(2): 10.
10. Lewis M. It's a Hard-Knock Life: Game Load, Fatigue, and Injury Risk in the National Basketball Association. J Athl Train [Internet]. 2018; 53(5): 503-9.
11. Eliakim E, Morgulev E, Lidor R, Meckel Y. Estimation of injury costs: financial damage of English Premier League teams' underachievement due to injuries. BMJ open sport & exercise med. 2020; 6(1): e000675corr1.
12. Öztürk S. What is the economic burden of sports injuries? Jt Dis Relat Surg. 2013; 24(2): 108-11.
13. Cos F, Cos MÁ, Buenaventura L, Pruna R, Ekstrand J. Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. Apunts Med l'Esport. 2010; 45(166): 95-102.
14. McIntosh A. Compensación de riesgos, motivación, lesiones y biomecánica en el deporte competitivo. Br J Sports Med. 2005; 39(1): 2-3.

15. Martínez LC. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts Med l'Esport*. 1 de enero de 2008; 43(157): 30-40.
16. Aceña A. Lesiones musculares en fútbol: revisión y diseño de protocolos preventivos en la lesión del bíceps femoral. *FútbolPF*. 2014; (11): 33-47.
17. Prieto-Andreu J. *Ágora para la EF y el deporte*. Universidad de Valladolid. 2016; 18(2): 184- 198.
18. Raya-González J, Estévez-Rodríguez JL. Revisión: factores de riesgo asociados a la aparición de lesiones en fútbol. *FútbolPF*. 2016; (21): 8-19.
19. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med* [Internet]. 2005; 39(6): 324-9. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/39/6/324>
20. Powell JW, Barber-Foss KD. Injury patterns in selected high school sports: a review of the 1995-1997 seasons. *J Athl Train*. 1999; 34(3): 277-84.
21. Brant JA, Johnson B, Brou L, Comstock RD, Vu T. Rates and patterns of lower extremity sports injuries in all gender-comparable us high school sports. *Orthop J Sports Med*. 1 2019; 7(10).
22. McCabe K, Collins C. Can genetics predict sports injury? The association of the genes *gdf5*, *ampd1*, *col5a1* and *igf2* on soccer player injury occurrence. *Sports*. 2018; 6(1).
23. Rodas G, Osaba L, Arteta D, Pruna R, Fernández D, Lucia A. Genomic prediction of tendinopathy risk in elite team sports. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2019; 15(4): 489-95. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31615970/>
24. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. 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. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14751943/>
25. Carolina D, Gómez E. Perfil epidemiológico de lesiones deportivas en la Universidad Nacional: una perspectiva desde el modelo multinivel de los determinantes en salud. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia. 2015.
26. Romero-Moraleda B, Cuéllar Á, González J, Bastida N, Echarri E, Víctor Paredes JG. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. *Rev Int Ciencias Dep*. 2017; 13: 117- 138.
27. Prieto-Andreu J. *Asociación de variables deportivas y personales en la ocurrencia de lesiones deportivas*. Universidad Cardenal Herrera (Castellón). 2016.
28. Cagle JA, Overcash KB, Rowe DP, Needle AR. Trait anxiety as a risk factor for musculoskeletal injury in athletes: a critically appraised topic. *Int J Athl Ther Train*. 2017; 22(3): 26-31.
29. Timpka T, Jacobsson J, Bargaría V, Périard JD, Racinais S, Ronsen O, et al. Preparticipation predictors for championship injury and illness: cohort study at the Beijing 2015 International Association of Athletics Federations World Championships. *Br J Sports Med* [Internet]. 2017 [citado 11 de enero de 2023]; 51(4): 272-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27827793/>

30. Ivarsson A, Johnson U, Andersen MB, Traanaeus U, Stenling A, Lindwall M. Psychosocial Factors and Sport Injuries: Meta-analyses for Prediction and Prevention. *Sports Med* [Internet]. 2017; 47(2): 353-65. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27406221/>
31. Gouttebauge V, Aoki H, Ekstrand J, Verhagen EALM, Kerkhoffs GMMJ. Are severe musculoskeletal injuries associated with symptoms of common mental disorders among male European professional footballers? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2016; 24(12): 3934-42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26233596/>
32. Jansen P, Lehmann J, Fellner B, Huppertz G, Loose O, Achenbach L, et al. Relation of injuries and psychological symptoms in amateur soccer players. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2019; 5(1).
33. Nedelec M. Les stratégies de récupération du sportif de haut niveau : focus sur la quantité et la qualité du sommeil. *Rev Med Liege* [Internet]. 2020; 20(1):49-52. Disponible en: <https://hal-insep.archives-ouvertes.fr/hal-02524744>
34. Gupta L, Morgan K, Gilchrist S. Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review. *Sports Med* [Internet]. 2017; 47(7): 1317-33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27900583/>
35. Mata-Ordoñez F, Carrera Bastos P, Domínguez R, Sánchez-Oliver AJ. Importancia del sueño en el rendimiento y la salud del deportista. *Revista de Educación, Motricidad e Investigación*. 2018; (11): 70.
36. Fort A, Romero D. Neuromuscular risk factors of sports injury. *Apunts Medicina de l'Esport*. 2013; 48; 109-20.
37. Dvorak J, Junge A. Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *Am J Sports Med* [Internet]. 2000; 28(5 Suppl): 3-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11032101/>
38. Sánchez-Sánchez J, Gallardo-Guerrero AM, García-Gallart A, Sánchez-Sáez JA, Felipe JL, Encarnación-Martínez A. Influence of the structural components of artificial turf systems on impact attenuation in amateur football players. *Scientific Reports*. 2019; 9(1): 1-9. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-44270-8>
39. Toro V, Guerrero D, Muñoz D, Siquier J, Bartolomé I, Robles MC. Análisis de la incidencia de lesiones y hábitos usados durante el calentamiento en el baloncesto femenino. *Retos*. 2019; (38): 159-65.
40. Ekstrand J, Spreco A, Windt J, Khan KM. Are elite soccer teams' preseason training sessions associated with fewer in-season injuries? A 15-Year Analysis From the Union of European Football Associations (UEFA) Elite Club Injury Study. *Am J Sports Med* [Internet]. 2020; 48(3):723-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31990574/>
41. Calleja-Gonzalez J, Lalín C, Cos F, Marques-Jimenez D, Alcaraz PE, Gómez-Díaz AJ, et al. SOS to the soccer world. Each time the preseason games are less friendly. *Front Sports Act Living*. 2020; 2.
42. Hoffman JR. Epidemiology of Basketball Injuries. *Handbook of Sports Medicine and Science: Basketball* [Internet]. 2008; 1-11. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/9780470693896.ch1>

43. López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, García-Gómez A, Vera-García FJ, De Ste Croix M, Myer GD, et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2020; 54(12):711-8.
44. Villaquirán AF, Vernaza-Pinzón P, Portilla EF, Villaquirán AF, Vernaza-Pinzón P, Portilla EF. Calentamiento neuromuscular en la prevención de lesiones en deportistas caucanos. *Revista Salud Uninorte* [Internet]. 2021; 37(3): 647-63. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-55522021000300647&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522021000300647&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
45. Hader K, Rumpf MC, Hertzog M, Kilduff LP, Girard O, Silva JR. Monitoring the athlete match response: can external load variables predict post-match acute and residual fatigue in soccer? A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med Open*. 2019; 5(1): 48.
46. Poppendieck W, Wegmann M, Ferrauti A, Kellmann M, Pfeiffer M, Meyer T. Massage and performance recovery: a meta-analytical review. *Sports Med*. 2016; 46(2): 183-204.
47. Marqués-Jiménez D, Calleja-González J, Arratibel I, Delextrat A, Terrados N. Are compression garments effective for the recovery of exercise-induced muscle damage? A systematic review with meta-analysis. *Physiol Behav*. 2016; 153: 133-48.
48. Ihsan M, Watson G, Abbiss CR. What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise? *Sports Med* [Internet]. 2016; 46(8): 1095-109. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26888646/>
49. Machado AF, Ferreira PH, Micheletti JK, de Almeida AC, Lemes ÍR, Vanderlei FM, et al. Can water temperature and immersion time influence the effect of cold water immersion on muscle soreness? A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* [Internet]. 2016; 46(4): 503-14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26581833/>
50. Qu C, Wu Z, Xu M, Qin F, Dong Y, Wang Z, et al. Cryotherapy models and timing-sequence recovery of exercise-induced muscle damage in middle- and long-distance runners. *J Athl Train* [Internet]. 2020; 55(4): 329-35. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32160058/>
51. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther*. 2015; 10(6): 827-38.
52. Mujika I, Halson S, Burke LM, Balagué G, Farrow D. An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2018; 13(5): 538-61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29848161/>
53. Bahr R, Thorborg K, Ekstrand J. Evidence-based hamstring injury prevention is not adopted by the majority of Champions League or Norwegian Premier League football teams: the Nordic Hamstring survey. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015; 49(22): 1466-71. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25995308/>
54. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*. 2016; 50(5): 273-80.

55. Gabbett TJ, Nassis GP, Oetter E, Pretorius J, Johnston N, Medina D, et al. The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *Br J Sports Med.* 2017; 51(20): 1451-2.
56. González NF, Rivas AD. Actividad física y ejercicio en la mujer. *Rev Colomb Cardiol.* 2018; 25: 125-31.
57. Special Eurobarometer 334. Sport and physical activity. Bruselas: Comisión Europea; 2010 p. 5-63.
58. Special Eurobarometer 472. Sport and physical activity. Bruselas: Comisión Europea; 2018 p. 1-34.
59. Agencia EFE. Las mujeres que hacen deporte superan por primera vez el 50 %. *Heraldo* (Internet). 17 de febrero de 2023. Disponible en: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2023/01/17/las-mujeres-que-hacen-deporte-en-espana-superan-por-primera-vez-el-50-1624971.html>
60. Women and Sport by Nielsen Sports - Issuu [Internet]. 8 de Febrero 2015. Disponible en: <https://issuu.com/repucom.net/docs/women-and-sport-repucom>
61. López P. Nuevo hito del deporte femenino en España: roza las 900.000 federadas tras crecer un 5,7% en 2018. *Palco23.* 20 de Agosto 2019; 1-3. Disponible en: <https://www.palco23.com/entorno/nuevo-hito-del-deporte-femenino-en-espana-roza-las-900000-federadas-tras-crecer-un-57-en-2018>
62. Estadística de deporte federado. Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid. 2022. Disponible en: Estadística de Deporte Federado. Resultados - DEPORTEData | Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes ([educacionyfp.gob.es](http://educacionyfp.gob.es))
63. Jimenez R. El deporte femenino español en los Juegos Olímpicos. Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. 2015.
64. Carbajo M. El deporte español también se escribe en femenino [Internet]. 20 minutos. 3 de Julio 2020 [citado 11 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.20minutos.es/deportes/noticia/4485108/0/deporte-espanol-se-escribe-en-femenino/>
65. Barlovento Comunicación. El deporte femenino en TV. Informe Barlovento. Madrid. 2019; 2-11.
66. Garcia P. La final de España, partido de fútbol femenino más visto y con mayor cuota de la historia (Internet). *As.* 21 de Agosto 2023. Disponible en: <https://efe.com/deportes/2023-08-21/audiencia-final-mundial-femenino-futbol/#:~:text=%2D%20El%20partido%20de%20la%20selecci%C3%B3n,de%20la%20historia%20de%20Espa%C3%B1a.>
67. Hampson E. A brief guide to the menstrual cycle and oral contraceptive use for researchers in behavioral endocrinology. *Horm Behav.* 2020; 119: 104-106.
68. Andrea L, de los Ángeles M, Quintana A. La mujer, el ciclo menstrual y la actividad física. *Arch Méd Camagüey* [Internet]. 2017; 21(2): 294-307. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552017000200015&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552017000200015&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

69. Messinis IE, Messini CI, Dafopoulos K. Novel aspects of the endocrinology of the menstrual cycle. *Reprod Biomed Online*. 2014; 28(6): 714-22.
70. Almeida M, Laurent MR, Dubois V, Claessens F, O'Brien CA, Bouillon R, et al. Estrogens and Androgens in Skeletal Physiology and Pathophysiology. *Physiol Rev*. 2017; 97(1): 135-87.
71. Liening SH, Stanton SJ, Saini EK, Schultheiss OC. Salivary testosterone, cortisol, and progesterone: two-week stability, interhormone correlations, and effects of time of day, menstrual cycle, and oral contraceptive use on steroid hormone levels. *Physiol Behav*. 2010; 99(1): 8-16.
72. MacGregor KA, Gallagher IJ, Moran CN. Relationship Between Insulin Sensitivity and Menstrual Cycle Is Modified by BMI, Fitness, and Physical Activity in NHANES. *J Clin Endocrinol Metab*. 2021; 106(10): 2979-90.
73. Bernal A, Paolieri D. The influence of estradiol and progesterone on neurocognition during three phases of the menstrual cycle: Modulating factors. *Behav Brain Res*. 2022; 417: 113593.
74. Konovalova E. El ciclo menstrual y el entrenamiento deportivo: una mirada al problema. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* [Internet]. 31 de diciembre de 2013 [citado 11 de enero de 2023]; 16(2). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/263547564\\_El\\_ciclo\\_menstrual\\_y\\_el\\_entrenamiento\\_deportivo\\_una\\_mirada\\_al\\_problema](https://www.researchgate.net/publication/263547564_El_ciclo_menstrual_y_el_entrenamiento_deportivo_una_mirada_al_problema)
75. Oğul A, Ercan S, Ergan M, Parpucu Tİ, Çetin C. The effect of menstrual cycle phase on multiple performance test parameters. *Spor Hekimliği Dergisi* [Internet]. 2021; 56(4):159-65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.47447/tjism.0552>
76. Rael B, Alfaro-Magallanes VM, Romero-Parra N, Castro EA, Cupeiro R, de Jonge XAKJ, et al. Menstrual Cycle Phases Influence on Cardiorespiratory Response to Exercise in Endurance-Trained Females. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 1 de febrero de 2021; 18(3): 1-12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33498274/>
77. Romero-Moraleda B, Coso J Del, Gutiérrez-Hellín J, Ruiz-Moreno C, Grgic J, Lara B. The Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Strength and Power Performance. *J Hum Kinet* [Internet]. 21 de agosto de 2019 [citado 11 de enero de 2023]; 68(1): 123-33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31531138/>
78. Shalfawi SAI, el Kailani GMK. Bayesian Estimation of the Variation in Strength and Aerobic Physical Performances in Young Eumenorrheic Female College Students during a Menstrual Cycle. *Sports (Basel)* [Internet]. 2021; 9(9). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34564335/>
79. Julian R, Hecksteden A, Fullagar HHK, Meyer T. The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PLoS One* [Internet]. 2017; 12(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28288203/>
80. Freemas JA, Baranauskas MN, Constantini K, Constantini N, Greenshields JT, Mickleborough TD, et al. Exercise Performance Is Impaired during the Midluteal Phase of the Menstrual Cycle. *Med Sci Sports Exerc*. 2020; 53(2): 442-52.
81. McNulty KL, Elliott-Sale KJ, Dolan E, Swinton PA, Ansdell P, Goodall S, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrheic Women: A

- Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* [Internet]. 1 de octubre de 2020; 50(10): 1813-27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32661839/>
82. Solli GS, Sandbakk SB, Noordhof DA, Ihalainen JK, Sandbakk Ø. Changes in Self-Reported Physical Fitness, Performance, and Side Effects Across the Phases of the Menstrual Cycle Among Competitive Endurance Athletes. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2020; 15(9): 1324-33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32957079/>
  83. Armour M, Parry KA, Steel K, Smith CA. Australian female athlete perceptions of the challenges associated with training and competing when menstrual symptoms are present. *Int J Sports Sci Coach* [Internet]. 2020; 15(3): 316-23. Disponible en: <https://researchdirect.westernsydney.edu.au/islandora/object/uws%3A55260/>
  84. Meignié A, Duclos M, Carling C, Orhant E, Provost P, Toussaint JF, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Elite Athlete Performance: A Critical and Systematic Review. *Front Physiol*. 2021; 12(5): 127- 132.
  85. Statham G. Understanding the effects of the menstrual cycle on training and performance in elite athletes: A preliminary study. *Prog Brain Res*. 2020; 253: 25-58.
  86. Hirschberg AL. Female hyperandrogenism and elite sport. *Endocr Connect*. 2020; 9(4): R81-92.
  87. Melin AK, Heikura IA, Tenforde A, Mountjoy M. Energy Availability in Athletics: Health, Performance, and Physique. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019; 29(2): 152-64.
  88. Gharib T, Ackerman K. The Female Athlete Triad. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39(10): 1867-82.
  89. Martini L, Huhtaniemi P. *Encyclopedia of Endocrine Diseases*. Londres. Elsevier; 2019.
  90. De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female athlete triad coalition consensus statement on treatment and return to play of the female athlete triad. *Clin J Sport*. 2014; 24(2): 96-119.
  91. Misra M, Katzman D, Miller KK, Mendes N, Snelgrove D, Russell M, et al. Physiologic estrogen replacement increases bone density in adolescent girls with anorexia nervosa. *J Bone Miner Res*. 2011; 26(10): 2430-8.
  92. Comité Nacional de Endocrinología. Trastornos del ciclo menstrual en la adolescencia. *Arch Argent Pediatr*. 2010; 108(4): 363-9.
  93. Madroñero B. El papel del ejercicio en el dolor menstrual (Internet). LaSalle. Octubre de 2020. Disponible en: <https://publicaciones.lasallecampus.es/index.php/NeuroRehabNews/article/view/539>
  94. Christin-Maitre S. La contraception à travers le monde. *Med Sci*. 2022; 38(5): 457-63.
  95. Elliott-Sale KJ, McNulty KL, Ansdell P, Goodall S, Hicks KM, Thomas K, et al. The effects of oral contraceptives on exercise performance in women: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2020; 50(1): 1785-812.
  96. Martin D, Sale C, Cooper SB, Elliott-Sale KJ. Period prevalence and perceived side effects of hormonal contraceptive use and the menstrual cycle in elite athletes. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018; 13(7): 926-32.

97. Bennell K, White S, Crossley K. The oral contraceptive pill: a revolution for sportswomen? *Br J Sports Med.* 1999; 33(4): 231-8.
98. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: a national survey of 1276 elite athletes and controls. *Br J Sports Med.* 2005; 39(3): 141-7.
99. Brynhildsen J, Lennartsson H, Klemetz M, Dahlquist P, Hedin B, Hammar M. Oral contraceptive use among female elite athletes and age-matched controls and its relation to low back pain. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1997; 76(9): 873-8.
100. Thein-Nissenbaum JM, Carr KE, Hetzel S, Dennison E. Disordered Eating, Menstrual Irregularity, and Musculoskeletal Injury in High School Athletes. *Sports Health.* 2014; 6(4): 313-20.
101. Thyssen HH, Clevin L, Olesen S, Lose G. Urinary Incontinence in Elite Female Athletes and Dancers. *Int Urogynecol J.* 2002; 13(1): 15-7.
102. Sarwar R, Niclos BB, Rutherford OM. Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *J Physiol.* 1996; 493(1): 267-72.
103. Rechichi C, Dawson B. Effect of oral contraceptive cycle phase on performance in team sport players. *J Sci Med Sport.* 2009; 12(1): 190-5.
104. Casazza GA, Suh SH, Miller BF, Navazio FM, Brooks GA. Effects of oral contraceptives on peak exercise capacity. *J Appl Physiol.* 2002; 93(5): 1698-702.
105. Bryner RW, Toffle RC, Ullrich IH, Yeater RA. Effect of low dose oral contraceptives on exercise performance. *Br J Sports Med.* 1996; 30(1): 36-40.
106. Giacomoni M, Bernard T, Gavarry O, Altare S, Falgairette G. Influence of the menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(2): 486.
107. Lebrun CM. Decreased maximal aerobic capacity with use of a triphasic oral contraceptive in highly active women: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2003; 37(4): 315-20.
108. Rechichi C, Dawson B. Oral Contraceptive Cycle Phase Does Not Affect 200-m Swim Time Trial Performance. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(4): 961-7.
109. Ekenros L, Hirschberg AL, Heijne A, Fridén C. Oral contraceptives do not affect muscle strength and hop performance in active women. *Clin J Sport Med.* 2013; 23(3): 202-7.
110. Schaumberg MA, Jenkins DG, Janse De Jonge XAK, Emmerton LM, Skinner TL. Oral contraceptive use dampens physiological adaptations to sprint interval training. *Med Sci Sports Exerc.* 2017; 49(4):717-27.
111. Hee L, Kettner Lo, Vejtorp M. Continuous use of oral contraceptives: an overview of effects and side-effects. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2013; 92(2): 125-36.
112. Brown EJ, Deshmukh P, Antell K. Contraception Update: Oral Contraception. *FP Essent.* 2017; 462: 11-9.
113. García-Enguידanos A, Martínez D, Calle ME, Luna S, Valero de Bernabé J, Domínguez-Rojas V. Long-term use of oral contraceptives increases the risk of miscarriage. *Fertil Steril.* 2005; 83(6): 1864-6.

114. Shultz SJ, A. Fegley J. The effect of sex hormones on ligament structure, joint stability and acl injury risk. *Sex Horm, Exer and Women*. 2023; 3(1); 167-95.
115. Somerson JS, Isby IJ, Hagen MS, Kweon CY, Gee AO. The Menstrual Cycle May Affect Anterior knee laxity and the rate of anterior cruciate ligament rupture. *JBJS Rev*. 2019; 7(9): 135- 143.
116. Lee CA, Lee-Barthel A, Marquino L, Sandoval N, Marcotte GR, Baar K. Estrogen inhibits lysyl oxidase and decreases mechanical function in engineered ligaments. *J Appl Physiol*. 2015; 118(10): 1250-7.
117. Chidi-Ogbolu N, Baar K. Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. *Front Physiol*. 2018; 9; 1834.
118. E LL, Xu WH, Feng L, Liu Y, Cai DQ, Wen N, et al. Estrogen enhances the bone regeneration potential of periodontal ligament stem cells derived from osteoporotic rats and seeded on nano-hydroxyapatite/collagen/poly(L-lactide). *Int J Mol Med*. de 2016;37(6):1475-86.
119. Hansen M. Female hormones: do they influence muscle and tendon protein metabolism? *Proceedings of the Nutrition Society*. 2018; 77(1): 32-41.
120. Torres MJ, Kew KA, Ryan TE, Pennington ER, Lin CT, Buddo KA, et al. 17 $\beta$ -Estradiol directly lowers mitochondrial membrane microviscosity and improves bioenergetic function in skeletal muscle. *Cell Metab*. 2018; 27(1): 167-179
121. KJÆR M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. *Physiol Rev*. 2004; 84(2): 649-98.
122. Myer GD, Ford KR, Paterno M V., Nick TG, Hewett TE. The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med*. 2008; 36(6): 1073-80.
123. Edouard P, Branco P, Alonso JM. Muscle injury is the principal injury type and hamstring muscle injury is the first injury diagnosis during top-level international athletics championships between 2007 and 2015. *Br J Sports Med*. 2016; 50(10): 619-30.
124. Leblanc DR, Schneider M, Angele P, Vollmer G, Docheva D. The effect of estrogen on tendon and ligament metabolism and function. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2017; 172: 106-16.
125. Hansen M, Kjaer M. Sex hormones and tendon. *Adv Exp Med Biol*. 2016; 920: 139-49.
126. Minahan C, Joyce S, Bulmer AC, Cronin N, Sabapathy S. The influence of estradiol on muscle damage and leg strength after intense eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2015; 115(7): 1493-500.
127. Cook CJ, Kilduff LP, Crewther BT. Basal and stress-induced salivary testosterone variation across the menstrual cycle and linkage to motivation and muscle power. *Scand J Med Sci Sports*. 2018; 28(4): 1345-53.
128. Dabbs JM, de La Rue D. Salivary testosterone measurements among women: relative magnitude of circadian and menstrual cycles. *Horm Res*. 1991;35(5):182-4.
129. Cook CJ, Crewther BT, Smith AA. Comparison of baseline free testosterone and cortisol concentrations between elite and non-elite female athletes. *Am J Hum Biol*. 2012; 24(6): 856-8.

130. Cardinale M, Stone MH. Is testosterone influencing explosive performance? *J Strength Cond Res.* 2006; 20(1): 103-7.
131. Bell DR, Blackburn JT, Ondrak KS, Hackney AC, Hudson JD, Norcross MF, et al. The effects of oral contraceptive use on muscle stiffness across the menstrual cycle. *Clin J Sport Med.* 2011; 21(6):467-73.
132. Rothman MS, Carlson NE, Xu M, Wang C, Swerdloff R, Lee P, et al. Reexamination of testosterone, dihydrotestosterone, estradiol and estrone levels across the menstrual cycle and in postmenopausal women measured by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Steroids.* 2011; 76(1-2): 177-82.
133. Wood RI, Stanton SJ. Testosterone and sport: Current perspectives. *Horm Behav.* 2012; 61(1): 147-55.
134. Herbst KL, Bhasin S. Testosterone action on skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2004; 7(3): 271-7.
135. Handelsman DJ, Hirschberg AL, Bermon S. Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance. *Endocr Rev.* 2018; 39(5): 803-29.
136. Mänttari S, Anttila K, Järvilehto M. Testosterone stimulates myoglobin expression in different muscles of the mouse. *J Comp Phys B.* 2008; 178(7): 899-907.
137. Shahani S, Braga-Basaria M, Maggio M, Basaria S. Androgens and erythropoiesis: Past and present. *J Endocrinol Invest.* 2009; 32(8):704-16.
138. Lovering RM, Romani WA. Effect of testosterone on the female anterior cruciate ligament. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integ Comp Physiology.* 2005; 289(1): 15-22.
139. Dragoo JL, Castillo TN, Braun HJ, Ridley BA, Kennedy AC, Golish SR. Prospective correlation between serum relaxin concentration and anterior cruciate ligament tears among elite collegiate female athletes. *Am J Sports Med.* 2011; 39(10):2175-80.
140. Brophy RH, Silvers HJ, Mandelbaum BR. Anterior Cruciate Ligament Injuries: Etiology and Prevention. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2010; 18(1):2-11.
141. Ellen C, Travis A, Laurie W, Frances F S, Sandra J S. Optimal paradigms for measuring peak serum relaxin in eumenorrheic, active females. *Reprod Med Int.* 2018; 1(2).
142. Konopka JA, Hsue LJ, Dragoo JL. Effect of oral contraceptives on soft tissue injury risk, soft tissue laxity, and muscle strength: a systematic review of the literature. *Orthop J Sports Med.* 2019; 7(3): 232596711983106.
143. Parker EA, Meyer AM, Goetz JE, Willey MC, Westermann RW. Do relaxin levels impact hip injury incidence in women? A Scoping Review. *Front Endocrinol.* 2022; 13:827512.
144. Castillo T, Castillo T, Korotkova, Kim, Stewart D, Kennedy. Trends in serum relaxin concentration among elite collegiate female athletes. *Int J Womens Health.* 2011;19: 123-30.
145. Konopka JA, DeBaun MR, Chang W, Dragoo JL. The Intracellular Effect of Relaxin on Female Anterior Cruciate Ligament Cells. *Am J Sports Med.* 2016; 44(9):2384-92.

146. Dragoo JL, Castillo TN, Korotkova TA, Kennedy AC, Kim HJ, Stewart DR. Trends in serum relaxin concentration among elite collegiate female athletes. *Int J Womens Health*. 2011;3(1): 19-24.
147. Faryniarz DA, bhargava M, Lajam C, Attia ET, Hannafin JA. Quantitation of estrogen receptors and relaxin binding in human anterior cruciate ligament fibroblasts. *In Vitro Cell Dev Biol Anim*. 2006; 42(7):176.
148. Arnold C, Van Bell C, Rogers V, Cooney T. The Relationship Between Serum Relaxin and Knee Joint Laxity in Female Athletes. *Orthopedics*. 2002; 25(6):669-73.
149. Arnold C, Van Bell C, Rogers V, Cooney T. The relationship between serum relaxin and knee joint laxity in female athletes. *Orthop*. 2002;25(6):669-73.
150. Brophy RH, Silvers HJ, Mandelbaum BR. Anterior Cruciate Ligament Injuries: Etiology and Prevention. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2010; 18(1):2-11.
151. Li Y, Negishi S, Sakamoto M, Usas A, Huard J. The use of relaxin improves healing in injured muscle. *Ann N Y Acad Sci*. 2005; 1041:395-7.
152. Dehghan F, Muniandy S, Yusof A, Salleh N. Sex-steroid regulation of relaxin receptor isoforms (rxfp1 & rxfp2) expression in the patella tendon and lateral collateral ligament of female wky rats. *Int J Med Sci*. 2014;11(2):180-91.
153. Eiling E, Bryant AL, Petersen W, Murphy A, Hohmann E. Effects of menstrual-cycle hormone fluctuations on musculotendinous stiffness and knee joint laxity. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2007;15(2):126-32.
154. Dedrick GS, Sizer PS, Merkle JN, Hounshell TR, Robert-McComb JJ, Sawyer SF, et al. Effect of sex hormones on neuromuscular control patterns during landing. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008;18(1):68-78.
155. Sarwar R, Niclos BB, Rutherford OM. Changes in muscle strength, relaxation rate and fatigability during the human menstrual cycle. *J Physiol*. 1996; 493(1):267-72.
156. Bell DR, Myrick MP, Troy Blackburn J, Shultz SJ, Guskiewicz KM, Padua DA. The effect of menstrual-cycle phase on hamstring extensibility and muscle stiffness. *J Sport Rehabil*. 2009; 18(4):553-63.
157. Elliott KJ, Cable NT, Reilly T. Does oral contraceptive use affect maximum force production in women? *Br J Sports Med*. 2005; 39(1):15-9.
158. Jonge XAKJ, Boot CRL, Thom JM, Ruell PA, Thompson MW. The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans. *J Physiol*. 2001; 530(1):161-6.
159. Abt JP, Sell TC, Laudner KG, McCrory JL, Loucks TL, Berga SL, et al. Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surg Sports Traum, Arthr*. 2007; 15(7):901-7.
160. Hertel J, Williams NI, Olmsted-Kramer LC, Leidy HJ, Putukian M. Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. *Knee Surg, Sports Traum, Arthr*. 2006;14(9):817-22.
161. Kubo K, Miyamoto M, Tanaka S, Maki A, Tsunoda N, Kanehisa H. Muscle and Tendon Properties during Menstrual Cycle. *Int J Sports Med*. 2009; 30(02):139-43.

162. Markolf KL, O'Neill G, Jackson SR, McAllister DR. Effects of Applied Quadriceps and Hamstrings Muscle Loads on Forces in the Anterior and Posterior Cruciate Ligaments. *Am J Sports Med.* 2004; 32(5):1144-9.
163. Pollard CD, Braun B, Hamill J. Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity. *Clin Biom.* 2006; 21(10):1060-6.
164. Hansen M, Kongsgaard M, Holm L, Skovgaard D, Magnusson SP, Qvortrup K, et al. Effect of estrogen on tendon collagen synthesis, tendon structural characteristics, and biomechanical properties in postmenopausal women. *J Appl Physiol.* 2009;106(4):1385-93.
165. Zazulak BT, Paterno M, Myer GD, Romani WA, Hewett TE. The Effects of the Menstrual Cycle on Anterior Knee Laxity. *Sports Med.* 2006; 36(10):847-62.
166. Lee H, Petrofsky JS, Daher N, Berk L, Laymon M. Differences in anterior cruciate ligament elasticity and force for knee flexion in women: oral contraceptive users versus non-oral contraceptive users. *Eur J Appl Physiol.* 2014; 114(2): 285-94.
167. Hicks-Little CA, Thatcher JR, Hauth JM, Goldfuss AJ, Cordova ML. Menstrual cycle stage and oral contraceptive effects on anterior tibial displacement in collegiate female athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007;47(2):255-60.
168. Hansen M, Coupe C, Hansen CSE, Skovgaard D, Kovanen V, Larsen JO, et al. Impact of oral contraceptive use and menstrual phases on patellar tendon morphology, biochemical composition, and biomechanical properties in female athletes. *J Appl Physiol.* 2013;114(8):998-1008.
169. Shultz SJ, Levine BJ, Nguyen AD, Kim H, Montgomery MM, Perrin DH. A comparison of cyclic variations in anterior knee laxity, genu recurvatum, and general joint laxity across the menstrual cycle. *J Orth Res.* 2010; 28(11):1411-7.
170. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med.* 2008;42(6):394-412.
171. Circi E, Akpınar S, Balcık C, Bacanlı D, Guven G, Akgun RC, et al. Biomechanical and histological comparison of the influence of oestrogen deficient state on tendon healing potential in rats. *Int Orthop.* 2009;33(5):1461-6.
172. Holmes GB, Lin J. Etiologic Factors Associated with Symptomatic Achilles Tendinopathy. *Foot Ankle Int.* 2006;27(11):952-9.
173. Nose-Ogura S, Yoshino O, Yamada-Nomoto K, Nakamura M, Harada M, Dohi M, et al. Oral contraceptive therapy reduces serum relaxin-2 in elite female athletes. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research.* 2017;43(3):530-5.
174. Castillo T, Castillo T, Korotkova, Kim, Stewart D, Kennedy. Trends in serum relaxin concentration among elite collegiate female athletes. *Int J Womens Health.* 2011;19: 123-129.
175. Rivera R, Yacobson I, Grimes D. The mechanism of action of hormonal contraceptives and intrauterine contraceptive devices. *Am J Obstet Gynecol.* 1999; 181(5):1263-9.
176. Gray AM, Gugala Z, Baillargeon JG. Effects of Oral Contraceptive Use on Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology. *Med Sci Sports Exerc.* 2016; 48(4):648-54.

177. Rahr-Wagner L, Thillemann TM, Mehnert F, Pedersen AB, Lind M. Is the Use of Oral Contraceptives Associated With Operatively Treated Anterior Cruciate Ligament Injury? *Am J Sports Med.* 2014; 42(12):2897-905.
178. Wojtys EM, Huston LJ, Boynton MD, Spindler KP, Lindenfeld TN. The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. *Am J Sports Med.* 2002;30(2):182-8.
179. Möller-Nielsen J, Hammar M. Women's soccer injuries in relation to the menstrual cycle and oral contraceptive use. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21(2):126-9.
180. Lefevre N, Bohu Y, Klouche S, Lecocq J, Herman S. Anterior cruciate ligament tear during the menstrual cycle in female recreational skiers. *Orth & Traum: Surg & Res.* 2013; 99(5):571-5.
181. Ruedl G, Ploner P, Linortner I, Schranz A, Fink C, Sommersacher R, et al. Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? *Knee Surg, Sports Traum, Arthr.* 2009;17(9):1065-9.
182. Agel J, Bershadsky B, Arendt EA. Hormonal Therapy: ACL and Ankle Injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38(1):7-12.
183. DeFroda SF, Bokshan SL, Worobey S, Ready L, Daniels AH, Owens BD. Oral contraceptives provide protection against anterior cruciate ligament tears: a national database study of 165,748 female patients. *Phys Sportsmed.* 2019; 47(4): 416-20.
184. Pokorny MJ, Smith TD, Calus SA, Dennison EA. Self-reported oral contraceptive use and peripheral joint laxity. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2000; 30(11): 683-92.
185. Martineau PA, Al-Jassir F, Lenczner E, Burman ML. Effect of the oral contraceptive pill on ligamentous laxity. *Clin J Sport Med.* 2004; 14(5): 281-6.
186. Adachi N, Nawata K, Maeta M, Kurozawa Y. Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008; 128(5): 473-8.
187. Montalvo AM, Schneider DK, Yut L, Webster KE, Beynon B, Kocher MS, et al. «what's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?» A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019; 53(2): 137-44.
188. Herzberg SD, Motu'apuaka ML, Lambert W, Fu R, Brady J, Guise JM. The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2017; 5 (1): 71-9.
189. DeFroda SF, Bokshan SL, Worobey S, Ready L, Daniels AH, Owens BD. Oral contraceptives provide protection against anterior cruciate ligament tears: a national database study of 165,748 female patients. *Phys Sportsmed.* 2019; 47(4): 416-20.
190. Casey E, Hameed F, Dhaher YY. The Muscle Stretch Reflex throughout the Menstrual Cycle. *Med Sci Sports Exerc.* 2014; 46(3): 600-9.
191. Shultz SJ, Wideman L, Montgomery MM, Beasley KN, Nindl BC. Changes in serum collagen markers, IGF-I, and Knee joint laxity across the menstrual cycle. *J Orthop Res.* 2012; 30(9): 1405-12.

192. Martin D, Timmins K, Cowie C, Alty J, Mehta R, Tang A, et al. injury incidence across the menstrual cycle in international footballers. *Front Sports Act Living*. 2021; 3(1): 23-31.
193. Alanís-Blancas L, Zamora-Muñoz P, Cruz Á. Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. *An Med*. 2012; 7(2):93-07.
194. Mather RC, Koenig L, Kocher MS, Dall TM, Gallo P, Scott DJ, et al. Societal and economic impact of anterior cruciate ligament tears. *J Bone Jt Surg*. 2013; 95(19):1751-9.
195. Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck JR, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball. *Am J Sports Med*. 2007;35(3):359-67.
196. Takahashi S, Nagano Y, Ito W, Kido Y, Okuwaki T. A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. *Med*. 2019; 98(26): e16030.
197. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball. *Am J Sports Med*. 2004; 32(4):1002-12.
198. Myklebust G, Maehlum S, Holm I, Bahr R. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scand J Med Sci Sports*. 2007; 8(3):149-53.
199. Dauty M, Crenn V, Louguet B, Grondin J, Menu P, Fouasson-Chailloux A. Anatomical and neuromuscular factors associated to non-contact anterior cruciate ligament injury. *J Clin Med*. 2022; 11(5):1402.
200. Iwamoto J, Ito E, Azuma K, Matsumoto H. Sex-specific differences in injury types among basketball players. *Open Access J Sports Med*. 2014; 1: 21-27.
201. Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck JR, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball. *Am J Sports Med*. 2007; 35(3): 359-67.
202. Dauty M, Crenn V, Louguet B, Grondin J, Menu P, Fouasson-Chailloux A. Anatomical and Neuromuscular factors associated to non-contact anterior cruciate ligament injury. *J Clin Med*. 2022; 11(5): 1402.
203. Beynon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, et al. The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time noncontact anterior cruciate ligament injury. *Ame J Sports Med*. 2014; 42(8): 1806-12.
204. Nunley RM, Wright D, Renner JB, Yu B, Garrett WE. Gender comparison of patellar tendon tibial shaft angle with weight bearing. *Res Sports Med*. 2003; 11(3): 173-85.
205. Menghini D, Kaushal SG, Flannery SW, Ecklund K, Murray MM, Fleming BC, et al. Three-dimensional magnetic resonance imaging analysis shows sex-specific patterns in changes in anterior cruciate ligament cross-sectional area along its length. *J Orthop Res*. 2023; 41(4):771-8.
206. Hasoon J, Al-Dadah O. Knee anatomic geometry accurately predicts risk of anterior cruciate ligament rupture. *Acta radiol*. 2023; 64(5): 1904-11.

207. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009; 17(7): 705-29.
208. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, Pierre P St., Taylor DC. Risk Factors Associated with Noncontact Injury of the Anterior Cruciate Ligament. *Am J Sports Med.* 2003; 31(6):831-42.
209. Östenberg A, Roos H. Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scand J Med Sci Sports.* 2000; 10(5):279-85.
210. Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Liu C, Nick TG, Hewett TE. The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clin J Sport Med.* 2009; 19(1):3-8.
211. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno M V., Quatman CE. Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *J Orthop Res.* 2016; 34(11): 1843-55.
212. Colby S, Francisco A, Bing Y, Kirkendall D, Finch M, Garrett W. Electromyographic and Kinematic Analysis of Cutting Maneuvers. *Am J Sports Med.* 2000; 28(2):234-40.
213. Chappell JD, Creighton RA, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. Kinematics and Electromyography of Landing Preparation in Vertical Stop-Jump. *Am J Sports Med.* 2007; 35(2):235-41.
214. Kaya D, Guney-Deniz H, Sayaca C, Calik M, Doral MN. Effects on Lower Extremity Neuromuscular Control Exercises on Knee Proprioception, Muscle Strength, and Functional Level in Patients with ACL Reconstruction. *Biomed Res Int.* 2019; 20:1-7.
215. Schmitz RJ, Ficklin TK, Shimokochi Y, Nguyen AD, Beynnon BD, Perrin DH, et al. Varus/Valgus and Internal/External Torsional Knee Joint Stiffness Differs between Sexes. *Am J Sports Med.* 2008; 36(7): 1380-8.
216. Zago M, David S, Bertozzi F, Brunetti C, Gatti A, Salaorni F, et al. fatigue induced by repeated changes of direction in élite female football (soccer) players: impact on lower limb biomechanics and implications for acl injury prevention. *Front Bioeng Biotechnol.* 2021; 9.
217. Vicente-Herrero T, Ramirez V, Capdevila L, Torres I, Torres A. Lesiones prevalentes en deporte profesional: revisión bibliográfica. *Rev Asoc Esp Med Trab.* 2018; 1(82):66-75.
218. Hakimi O, Cameron LC. Effect of Exercise on Ovulation: A Systematic Review. *Sports Med [Internet].* 2017 [citado 17 de enero de 2023]; 47(8):1555-67. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28035585/>
219. Marín Mora CM, Fonseca Chaves M. Prevalencia y factores de riesgo de Incontinencia Urinaria de esfuerzo en mujeres deportistas nulíparas. *Pensar en Movimento: Revista de Ciências del Ejercicio y la Salud.* 2019; 17(2):e35033.
220. Casey EK, Temme K. Pelvic floor muscle function and urinary incontinence in the female athlete. *Phys Sportsmed.* 2017; 45(4): 399-407.

221. Almousa S, Bandin Van Loon A. The prevalence of urinary incontinence in nulliparous female sportswomen: A systematic review. *J Sports Sci.* 18 de julio de 2019; 37(14): 1663-72.
222. Lúðvíksdóttir I, Harðardóttir H, Sigurðardóttir Þ, Úlfarsson G. Samanburður á styrk grindarbotnsvöðva hjá keppnisíþróttakönnum og óþjálfuðum könum. *Laeknabladid.* 5 de marzo de 2018;2018(03):133-8.
223. Casey EK, Temme K. Pelvic floor muscle function and urinary incontinence in the female athlete. *Phys Sportsmed.* 2 de octubre de 2017; 45(4):399-407.
224. Prnjak K, Jukic I, Tufano JJ. Perfectionism, body satisfaction and dieting in athletes: the role of gender and sport type. *Sports (Basel).* 24 de julio de 2019;7(8).
225. McArdle S, Meade MM, Moore P. Exploring attitudes toward eating disorders among elite athlete support personnel. *Scand J Med Sci Sports.* septiembre de 2016;26(9):1117-27.
226. Joy E, Kussman A, Nattiv A. 2016 update on eating disorders in athletes: A comprehensive narrative review with a focus on clinical assessment and management. *Br J Sports Med [Internet].* 1 de febrero de 2016 [citado 17 de enero de 2023];50(3):154-62. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26782763/>
227. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med.* 2014; 48(7):491-7.
228. Cabre H, Moore S, Smith-Ryan A, Hackney A. Relative energy deficiency in sport (RED-S): scientific, clinical, and practical implications for the female athlete. *German J Sports Med.* 1 de julio de 2022;73(7):225-34.
229. Dovom MR, Tehrani FR, Djalalinia S, Cheraghi L, Gandavani SB, Azizi F. Menstrual Cycle Irregularity and Metabolic Disorders: A Population-Based Prospective Study. *PLoS One.* 1 de diciembre de 2016;11(12).
230. Ahmadi A, Enayatizadeh N, Akbarzadeh M, Asadi S, Tabatabaee SHR. Iron status in female athletes participating in team ball-sports. *Pak J Biol Sci [Internet].* 2010 [citado 17 de enero de 2023]; 13(2):93-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20415144/>
231. Dubnov G, Foldes AJ, Mann G, Magazanik A, Siderer M, Constantini N. High prevalence of iron deficiency and anemia in female military recruits. *Mil Med [Internet].* 2006 [citado 17 de enero de 2023]; 171(9):866-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17036608/>
232. Sacirovic S, Asotic J, Maksimovic R, Radevic B, Muric B, Mekic H, et al. Monitoring and prevention of anemia relying on nutrition and environmental conditions in sports. *Mater Sociomed [Internet].* 1 de enero de 2013 [citado 17 de enero de 2023]; 25(2):136-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC24082840/?tool=EBI>
233. Levy G, Kocher F, Thuerig G, Meszaros T, Petek D. Iron deficiency and anemia in junior women's competitive sport. *Rev Med Suisse.* 5 de julio de 2023; 19(834):1332-6.
234. DellaValle DM, Haas JD. Impact of iron depletion without anemia on performance in trained endurance athletes at the beginning of a training season: a study of female

- collegiate rowers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2011 [citado 17 de enero de 2023]; 21(6): 501-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22089308/>
235. Meczekalski B, Katulski K, Czyzyk A, Podfigurna-Stopa A. Health in older women athletes. *Maturitas* [Internet]. 1 de diciembre de 2014 [citado 17 de enero de 2023];79(4):357-61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25281439/>
  236. Del Coso J, Herrero H, Salinero JJ. Injuries in Spanish female soccer players. *J Sport Health Sci*. 2018; 7(2):183-90.
  237. Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: A prospective study of 11274 athletes from 207 countries. *Br J Sports Med*. 2017; 51: 44-53.
  238. Zech A, Hollander K, Junge A, Steib S, Groll A, Heiner J, et al. Sex differences in injury rates in team-sport athletes: A systematic review and meta-regression analysis. *J Sport Health Sci*. 2022; 11(1):104-14.
  239. Kontos AP. Perceived Risk, Risk Taking, Estimation of Ability and Injury Among Adolescent Sport Participants. *J Pediatr Psychol*. 2004; 29(6):447-55.
  240. Bradley PS, Dellal A, Mohr M, Castellano J, Wilkie A. Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Hum Mov Sci*. 2014; 33: 159-71.
  241. Guan Y, Bredin SSD, Taunton J, Jiang Q, Wu N, Li Y, et al. Risk factors for non-contact lower-limb injury: a retrospective survey in pediatric-age athletes. *J Clin Med*. 19 de julio de 2021; 10(14):3171.
  242. DeLang MD, Salamh PA, Farooq A, Tabben M, Whiteley R, van Dyk N, et al. The dominant leg is more likely to get injured in soccer players: systematic review and meta-analysis. *Biol Sport*. 2021; 38(3):397-435.
  243. Wong P L., Chamari K, Chaouachi A, Mao DW, Wisloff U, Hong Y. Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *Br J Sports Med*. 1 de febrero de 2007; 41(2):84-92.
  244. Esmaeili A, Stewart AM, Hopkins WG, Elias GP, Aughey RJ. Effects of Training Load and Leg Dominance on Achilles and Patellar Tendon Structure. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017; 12(2): 122- 126.
  245. Svensson K, Eckerman M, Alricsson M, Magounakis T, Werner S. Muscle injuries of the dominant or non-dominant leg in male football players at elite level. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 23 de marzo de 2018; 26(3): 933-7.
  246. Dos'Santos T, Bishop C, Thomas C, Comfort P, Jones PA. The effect of limb dominance on change of direction biomechanics: A systematic review of its importance for injury risk. *Physic Ther Sport*. 2019; 37: 179-89.
  247. Childress MA, Beutler A. Management of chronic tendon injuries. *Am Fam Physician*. 1 de abril de 2013; 87(7):486-90.
  248. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff landings, core stability, and dynamic knee valgus: a systematic review on documented anterior cruciate ligament ruptures in male and female athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 6 de abril de 2021; 18(7):3826.

249. Sørensen B, Aagaard P, Malchow-Møller L, Zebis MK, Bencke J. Medio-Lateral Hamstring muscle activity in unilateral vs. bilateral strength exercises in female team handball players – a cross-sectional study. *Int J Sports Phys Ther.* 1 de junio de 2021; 16(3): 43-51.
250. Howard RM, Conway R, Harrison AJ. Muscle activity in sprinting: a review. *Sports Biomech.* 2 de enero de 2018; 17(1):1-17.
251. Schache AG, Dorn TW, Blanch PD, Brown NAT, Pandy MG. Mechanics of the Human Hamstring Muscles during Sprinting. *Med Sci Sports Exerc.* 2012; 44(4):647-58.
252. Nagano Y, Higashihara A, Takahashi K, Fukubayashi T. Mechanics of the muscles crossing the hip joint during sprint running. *J Sports Sci.* 8 de noviembre de 2014; 32(18):1722-8.
253. Higashihara A, Nagano Y, Ono T, Fukubayashi T. Relationship between the peak time of hamstring stretch and activation during sprinting. *Eur J Sport Sci.* 2 de enero de 2016;16(1):36-41.
254. Turl SE, George KP. Adverse neural tension: a factor in repetitive hamstring strain? *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27(1): 16-21.
255. Larruskain J, Lekue JA, Diaz N, Odriozola A, Gil SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2018; 28(1).
256. Hagglund M, Waldan M, Ekstrand J. Injuries among male and female elite football players. *Scand J Med Sci Sports.* 2009; 19(6): 819-27.
257. Mufty S, Bollars P, Vanlommel L, Van Crombrugge K, Corten K, Bellemans J. Injuries in male versus female soccer players: epidemiology of a nationwide study. *Acta Orthop Belg.* 2015; 81(2):289-95.
258. Soligard T, Grindem H, Bahr R, Andersen TE. Are skilled players at greater risk of injury in female youth football? *Br J Sports Med.* 1 de diciembre de 2010; 44(15):1118-23.
259. Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Injuries in Female Soccer Players. *Am J Sports Med.* 30 de noviembre de 2005; 33(11):1694-700.
260. Jacobson I, Tegner Y. Injuries among Swedish female elite football players: a prospective population study. *Scand J Med Sci Sports.* 2006; 061120070736060.
261. De Ste Croix MBA, Priestley AM, Lloyd RS, Oliver JL. ACL injury risk in elite female youth soccer: Changes in neuromuscular control of the knee following soccer-specific fatigue. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(5): e531-8.
262. Junge A, Dvorak J. Soccer Injuries. *Sports Med.* 2004;34(13):929-38.
263. Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Prospective epidemiological study of basketball injuries during one competitive season: ankle sprains and overuse knee injuries. *J Sports Sci Med.* 2007;6(2):204-11.
264. Toro Román V, Guerrero Ramos D, Muñoz Marín D, Siquier Coll J, Bartolomé Sánchez I, Robles Gil MC. Análisis de la incidencia de lesiones y hábitos usados durante el calentamiento en el baloncesto femenino (Analysis of the incidence of injuries and routines used during warm-up in female basketball players). *Retos.* 28 de diciembre de 2019; 5(38):159-65.

265. Newman JS, Newberg AH. Basketball Injuries. *Radiol Clin North Am.* 2010; 48(6):1095-111.
266. Deitch JR, Starkey C, Walters SL, Moseley JB. Injury risk in professional basketball players. *Am J Sports Med.* 30 de julio de 2006;34(7):1077-83.
267. Fong DTP, Hong Y, Chan LK, Yung PSH, Chan KM. A Systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007;37(1):73-94.
268. Clifton DR, Hertel J, Onate JA, Currie DW, Pierpoint LA, Wasserman EB, et al. The First Decade of Web-Based Sports Injury Surveillance: Descriptive Epidemiology of Injuries in US High School Girls' Basketball (2005–2006 Through 2013–2014) and National Collegiate Athletic Association Women's Basketball (2004–2005 Through 2013–2014). *J Athl Train.* 1 de noviembre de 2018; 53(11):1037-48.
269. Vila H, Barreiro A, Ayán C, Antúnez A, Ferragut C. The Most Common Handball Injuries: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 27 de agosto de 2022; 19(17):10688.
270. BARIČ A, HLEBŠ S, NOVAK S, BRUMAT P. Epidemiology of injuries in female and male senior Slovenian handball leagues. *J Sports Med Phys Fitness.* 2021;61(12): 153-161.
271. Giroto N, Hespanhol Junior LC, Gomes MRC, Lopes AD. Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(2):195-202.
272. Åman M, Forssblad M, Larsén K. Incidence and body location of reported acute sport injuries in seven sports using a national insurance database. *Scand J Med Sci Sports.* 2018; 28(3):1147-58.
273. Åman M, Forssblad M, Larsén K. National injury prevention measures in team sports should focus on knee, head, and severe upper limb injuries. *Knee Surg Sports Traum Arthr.* 14 de marzo de 2019; 27(3):1000-8.
274. Moller M, Attermann J, Myklebust G, Wedderkopp N. Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. *Br J Sports Med.* 2012; 46(7):531-7.
275. Asai K, Nakase J, Shimozaki K, Toyooka K, Kitaoka K, Tsuchiya H. Incidence of injury in young handball players during national competition: A 6-year survey. *J Orthop Sci.* 2020; 25(4):677-81.
276. Mónaco M, Rincón JAG, Ronsano BJM, Whiteley R, Sanz-Lopez F, Rodas G. Injury incidence and injury patterns by category, player position, and maturation in elite male handball elite players. *Biol Sport.* 2019; 36(1): 67-74.
277. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports.* 2003; 13(5):299-304.
278. Martín-Guzón I, Muñoz A, Lorenzo-Calvo J, Muriarte D, Marquina M, de la Rubia A. Injury Prevalence of the Lower Limbs in Handball Players: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 19(1).

279. Goes RA, Lopes LR, Cossich VRA, de Miranda VAR, Coelho ON, do Carmo Bastos R, et al. Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020; 21(1):122.
280. Asker M, Waldén M, Källberg H, Holm LW, Skillgate E. Preseason Clinical Shoulder Test Results and Shoulder Injury Rate in Adolescent Elite Handball Players: A Prospective Study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020; 50(2):67-74.
281. Asker M, Waldén M, Källberg H, Holm LW, Skillgate E. Preseason Clinical Shoulder Test Results and Shoulder Injury Rate in Adolescent Elite Handball Players: A Prospective Study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020; 50(2):67-74.
282. Bere T, Alonso JM, Wangensteen A, Bakken A, Eirale C, Dijkstra HP, et al. Injury and illness surveillance during the 24th Men's Handball World Championship 2015 in Qatar. *Br J Sports Med.* 2015; 49(17):1151-6.
283. Luig P, Krutsch W, Henke T, Klein C, Bloch H, Platen P, et al. Contact — but not foul play — dominates injury mechanisms in men's professional handball: a video match analysis of 580 injuries. *Br J Sports Med.* 2020; 54(16):984-90.
284. Rafnsson ET, Valdimarsson Ö, Sveinsson T, Árnason Á. Injury Pattern in Icelandic Elite Male Handball Players. *Clin J Sport Med.* 2019; 29(3):232-7.
285. Longen WC. View project Saúde do Trabalhador da Construção Civil View Project. *Arq Catarin Med.* 2021; 50(2): 120-131.
286. Sporis G, Fiorentini F, Nemčić T, Sporiš G. Injuries among italian female futsal players: questionnaire. *Acta Kinesiologica.* 2016; 10(1): 56-61.
287. Uluöz E. Investigation of sport injury patterns in female futsal players. *Int J Sci Cult Sport.* 1 de enero de 2016; 4(21): 474-484.
288. Larruskain J, Lekue JA, Diaz N, Odriozola A, Gil SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2018; 28(1):237-45.
289. Shill IJ, West SW, Sick S, Schneider K, Hagel BE, Pasanen K, et al. Injuries and Concussions in Female High School Rugby: Prevention is Worth a Try. *Clinic J Sport Med.* 2022; 32(5):508-16.
290. Barden C, Quarrie KL, McKay C, Stokes KA. Employing Standardised Methods to Compare Injury Risk Across Seven Youth Team Sports. *Int J Sports Med.* 18 de octubre de 2021 ;42(11):1019-26.
291. Starling LT, Gabb N, Williams S, Kemp S, Stokes KA. Longitudinal study of six seasons of match injuries in elite female rugby union. *Br J Sports Med.* 2023; 57(4):212-7.
292. Schick DM, Molloy MG, Wiley JP. Injuries during the 2006 Women's Rugby World Cup. *Br J Sports Med.* 7 de abril de 2008; 42(6):447-51.
293. Taylor AE, Fuller CW, Molloy MG. Injury surveillance during the 2010 IRB Women's Rugby World Cup. *Br J Sports Med.* 1 de diciembre de 2011; 45(15):1243-5.
294. West SW, Starling L, Kemp S, Williams S, Cross M, Taylor A, et al. Trends in match injury risk in professional male rugby union: a 16-season review of 10 851 match injuries in the English Premiership (2002–2019): the Professional Rugby Injury Surveillance Project. *Br J Sports Med.* 2021; 55(12):676-82.

295. Ma R, Lopez V, Weinstein MG, Chen JL, Black CM, Gupta AT, et al. Injury Profile of American Women's Rugby-7s. *Med Sci Sports Exerc.* 2016; 48(10):1957-66.
296. Rauh MJ, Nichols JF, Barrack MT. Relationships Among Injury and Disordered Eating, Menstrual Dysfunction, and Low Bone Mineral Density in High School Athletes: A Prospective Study. *J Athl Train.* 1 de mayo de 2010; 45(3):243-52.
297. Rauh MJ, Barrack M, Nichols JF. Associations between the female athlete triad and injury among high school runners. *Int J Sports Phys Ther.* 2014; 9(7): 948-58.
298. Knapik JJ, Graham B, Cobbs J, Thompson D, Steelman R, Jones BH. A prospective investigation of injury incidence and injury risk factors among army recruits in military police training. *BMC Musculoskelet Disord.* 17 de diciembre de 2013; 14(1):32.
299. von Rosen P, Heijne A, Frohm A, Fridén C. Menstrual irregularity and use of oral contraceptives in female adolescent athletes in Swedish National Sports High Schools. *Int J Adolesc Med Health.* 23 de noviembre de 2017; 5(2): 183-191.
300. Tenforde AS, Sayres LC, McCurdy ML, Collado H, Sainani KL, Fredericson M. Overuse injuries in high school runners: lifetime prevalence and prevention strategies. *PM&R.* 2011; 3(2):125-31.
301. Beckvid Henriksson G, Schnell C, Lindén Hirschberg A. Women endurance runners with menstrual dysfunction have prolonged interruption of training due to injury. *Gynecol Obstet Invest.* 2000; 49(1):41-6.
302. Beals KA, Manore MM. Disorders of the Female Athlete Triad among Collegiate Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002; 12(3):281-93.
303. Thein-Nissenbaum JM, Rauh MJ, Carr KE, Loud KJ, McGuine TA. Associations Between Disordered Eating, Menstrual Dysfunction, and Musculoskeletal Injury Among High School Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011; 41(2):60-9.
304. Ihalainen JK, Kettunen O, McGawley K, Solli GS, Hackney AC, Mero AA, et al. Body composition, energy availability, training, and menstrual status in female runners. *Int J Sports Physiol Perform.* 1 de julio de 2021; 16(7): 1043-8.
305. Ravi S, Ihalainen JK, Taipale-Mikkonen RS, Kujala UM, Waller B, Mierlahti L, et al. Self-reported restrictive eating, eating disorders, menstrual dysfunction, and injuries in athletes competing at different levels and sports. *Nutrients.* 19 de septiembre de 2021; 13(9):3275.
306. Prather H, Hunt D, McKeon K, Simpson S, Meyer EB, Yemm T, et al. Are elite female soccer athletes at risk for disordered eating attitudes, menstrual dysfunction, and stress fractures? *PM&R.* 16 de marzo de 2016; 8(3):208-13.
307. Forouzandeh Shahraki S, Minoonejad H, Moghadas Tabrizi Y. Comparison of some intrinsic risk factors of shoulder injury in three phases of menstrual cycle in collegiate female athletes. *Phys Ther Sport.* 2020; 43:195-203.
308. Hohmann E, Bryant AL, Livingstone E, Reaburn P, Tetsworth K, Imhoff A. Tibial acceleration profiles during the menstrual cycle in female athletes. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015; 135(10):1419-27.

309. Bell DR, Blackburn JT, Hackney AC, Marshall SW, Beutler AI, Padua DA. Jump-landing biomechanics and knee-laxity change across the menstrual cycle in women with anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train.* 2014; 49(2):154-62.
310. Khowailed IA, Petrofsky J, Lohman E, Daher N, Mohamed O. 17 $\beta$ -Estradiol induced effects on anterior cruciate ligament laxness and neuromuscular activation patterns in female runners. *J Womens Health.* 2015; 24(8): 670-80.
311. Schmitz RJ, Shultz SJ. Anterior knee stiffness changes in laxity “responders” versus “nonresponders” across the menstrual cycle. *J Athl Train.* 1 de enero de 2013; 48(1):39-46.
312. Lago-Fuentes C, Padrón-Cabo A, Fernández-Villarino M, Mecías-Calvo M, Muñoz-Pérez I, García-Pinillos F, et al. Follicular phase of menstrual cycle is related to higher tendency to suffer from severe injuries among elite female futsal players. *Phys Ther Sport.* 2021; 52:90-6.
313. Sommerfield LM, Harrison CB, Whatman CS, Maulder PS. A prospective study of sport injuries in youth females. *Phys Ther Sport.* 2020; 44:24-32.
314. Stijak L, Kadija M, Djulejić V, Aksić M, Petronijević N, Marković B, et al. The influence of sex hormones on anterior cruciate ligament rupture: female study. *Knee Surg Sports Traum Arthr.* 16 de septiembre de 2015; 23(9):2742-9.
315. Chidi-Ogbolu N, Baar K. Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. *Front Physiol.* 15 de enero de 2019;9: 177-188.
316. Martínez-Fortuny N, Alonso-Calvete A, Da Cuña-Carrera I, Abalo-Núñez R. Menstrual Cycle and Sport Injuries: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 13 de febrero de 2023; 20(4):3264.
317. Lowe DA, Baltgalvis KA, Greising SM. mechanisms behind estrogen’s beneficial effect on muscle strength in females. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010; 38(2):61-7.
318. Bäckström T, Baird DT, Bancroft J, Bixo M, Hammarbäck S, Sanders D, et al. Endocrinological aspects of cyclical mood changes during the menstrual cycle or the premenstrual syndrome. *J Psychosom Obstet Gynaecol.* 7 de enero de 1983;2(1):8-20.
319. Hewett TE. Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. *Sports Med.* 2000; 29(5):313-27.
320. Hicks KM, Onambélé-Pearson G, Winwood K, Morse CI. Oral contraceptive pill use and the susceptibility to markers of exercise-induced muscle damage. *Eur J Appl Physiol.* 11 de julio de 2017; 117(7):1393-402.
321. Savage KJ, Clarkson PM. Oral contraceptive use and exercise-induced muscle damage and recovery. *Contraception.* 2002; 66(1):67-71.
322. Allali F, El Mansouri L, Abourazzak F zohra, Ichchou L, Khazzani H, Bennani L, et al. The effect of past use of oral contraceptive on bone mineral density, bone biochemical markers and muscle strength in healthy pre and post menopausal women. *BMC Womens Health.* 3 de diciembre de 2009; 9(1):31.
323. Wirth JC, Lohman TG. The relationship of static muscle function to use of oral contraceptives. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14(1):16-20.

324. Nichols AW, Hetzler RK, Villanueva RJ, Stickley CD, Kimura IF. Effects of Combination Oral Contraceptives on Strength Development in Women Athletes. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(5):1625-32.
325. Lefevre N, Bohu Y, Klouche S, Lecocq J, Herman S. Anterior cruciate ligament tear during the menstrual cycle in female recreational skiers. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013; 99(5):571-5.
326. Herzberg SD, Motu'apuaka ML, Lambert W, Fu R, Brady J, Guise JM. the effect of menstrual cycle and contraceptives on acl injuries and laxity: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2017; 5(7):232596711771878.
327. Shultz SJ, Gansneder BM, Sander TC, Kirk SE, Perrin DH. Absolute serum hormone levels predict the magnitude of change in anterior knee laxity across the menstrual cycle. *Journal of Orthopaedic Research.* 2006; 24(2):124-31.
328. Shultz SJ, Levine BJ, Nguyen AD, Kim H, Montgomery MM, Perrin DH. A comparison of cyclic variations in anterior knee laxity, genu recurvatum, and general joint laxity across the menstrual cycle. *J Orthop Res.* 2010;28(11):1411-7.
329. Schmitz RJ, Kulas AS, Perrin DH, Riemann BL, Shultz SJ. Sex differences in lower extremity biomechanics during single leg landings. *Clinical Biomech.* 2007; 22(6):681-8.
330. Shultz SJ, Schmitz RJ, Benjaminse A, Collins M, Ford K, Kulas AS. ACL research retreat vii: an update on anterior cruciate ligament injury risk factor identification, screening, and prevention. *J Athl Train.* 1 de octubre de 2015; 50(10):1076-93.
331. Hughes G. A Review of recent perspectives on biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury. *Res Sports Med.* 3 de abril de 2014; 22(2):193-212.
332. Kristianslund E, Krosshaug T. Comparison of drop jumps and sport-specific sidestep cutting. *Am J Sports Med.* 3 de marzo de 2013;41(3):684-8.
333. Frank B, Bell DR, Norcross MF, Blackburn JT, Goerger BM, Padua DA. Trunk and hip biomechanics influence anterior cruciate loading mechanisms in physically active participants. *Am J Sports Med.* 24 de noviembre de 2013; 41(11):2676-83.
334. Kaneko S, Sasaki S, Hirose N, Nagano Y, Fukano M, Fukubayashi T. Mechanism of anterior cruciate ligament injury in female soccer players. *Asian J Sports Med.* 28 de diciembre de 2016; 8(1).
335. Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GAM, Slauterbeck JL. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *J Orthop Res.* 1995; 13(6):930-5.
336. Besier TF, LLoyd DG, Ackland TR, Cochrane JL. Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;1176-81.
337. Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck JR, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball. *Am J Sports Med.* 2007;35(3):359-67.
338. Yim J, Petrofsky J, Lee H. Correlation between Mechanical Properties of the Ankle Muscles and Postural Sway during the Menstrual Cycle. *Tohoku J Exp Med.* 2018; 244(3):201-7.

339. Lee H, Yim J. Increased postural sway and changes in the neuromuscular activities of the ankle stabilizing muscles at ovulation in healthy young women. *Tohoku J Exp Med.* 2016; 240(4):287-94.
340. Petrofsky J, Lee H. Greater reduction of balance as a result of increased plantar fascia elasticity at ovulation during the menstrual cycle. *Tohoku J Exp Med.* 2015; 237(3):219-26.
341. Delahunt E, Remus A. Risk factors for lateral ankle sprains and chronic ankle instability. *J Athl Train.* 1 de junio de 2019; 54(6):611-6.
342. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Med.* 9 de enero de 2014; 44(1):123-40.
343. Ham S, Kim S, Choi H, Lee Y, Lee H. Greater muscle stiffness during contraction at menstruation as measured by shear-wave elastography. *Tohoku J Exp Med.* 2020; 250(4):207-13.
344. Ericksen H, Gribble PA. Sex differences, hormone fluctuations, ankle stability, and dynamic postural control. *J Athl Train.* 1 de marzo de 2012; 47(2):143-8.
345. Ikarashi K, Iguchi K, Yamazaki Y, Yamashiro K, Baba Y, Sato D. Influence of menstrual cycle phases on neural excitability in the primary somatosensory cortex and ankle joint position sense. *Women's Health Reports.* 1 de abril de 2020; 1(1):167-78.

# 11. ANEXOS

## Anexo 1

### HOJA DE INFORMACIÓN

**Título:** TESIS SOBRE LA EPIDEMIOLOGÍA LESIONAL EN EL DEPORTE FEMENINO

**Investigador principal:** PABLO GARCÍA ALONSO (Teléfono 625576556)

**Ubicación:** Facultad de Fisioterapia y Enfermería de la Universidad de Salamanca.  
Campus Miguel de Unamuno, Calle Donantes de Sangre, s/n, 37007, Salamanca.

Nos dirigimos a usted para rogarle su participación en estudio de investigación. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación.

**Su participación es voluntaria y puede revocar su decisión en cualquier momento.** En caso de retirar el consentimiento para participar en el estudio ello no supondrá ningún perjuicio para usted.

Este estudio consistirá en la recogida de los datos de las lesiones sufridas durante la temporada 2020/2021, así como aquellos factores que pueden influir en su aparición. El objetivo del estudio será conocer más sobre las lesiones en el deporte femenino, para así poder intentar disminuirlas.

Todos los datos recogidos para el estudio, serán tratados con las medidas de seguridad establecidas en cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal. Debe saber que tiene derecho de acceso, rectificación y cancelación de los mismos en cualquier momento. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo el responsable de la recogida de sus datos podrá relacionar dichos datos con usted.

En caso de necesitar cualquier información no dude en contactar con los investigadores principales del estudio.

**Firma del deportista:**

**Firma del investigador:**

**Nombre:**

**Nombre:**

## Anexo 2

### CONSENTIMIENTO INFORMADO POR ESCRITO

**Título:** EPIDEMIOLOGÍA LESIONAL EN EL DEPORTE FEMENINO

**Investigador principal:** Pablo García Alonso (Teléfono 625576556)

Yo (nombre y apellidos)

.....

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
  - He podido hacer preguntas sobre el estudio.
  - He recibido suficiente información sobre el estudio.
  - He hablado con el miembro del equipo de investigación.
- .....

- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
  - 1º. Cuando quiera
  - 2º. Sin tener que dar explicaciones.
- Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

**Firma del deportista:**

**Firma del investigador:**

**Fecha:**

**Fecha:**

