



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino. Estudio epidemiológico de tres temporadas

Javier Yanguas Leyes*, Lluís Til Pérez y Cristina Cortés de Olano

Servicio Médico, Futbol Club Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 24 de enero de 2011; aceptado el 14 de febrero de 2011

Disponible en Internet el 6 de abril de 2011

PALABRAS CLAVE

Fútbol femenino;
Ligamento cruzado
anterior;
Incidencia lesional

Resumen

Introducción: La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es de 2 a 4 veces superior en el fútbol femenino que en el masculino. Independientemente del sexo afectado, esta lesión conlleva un tiempo de baja deportiva elevado y sus complicaciones futuras (riesgo de nueva lesión y gonartrosis) deben ser tenidas en cuenta. El objetivo de este estudio es presentar la incidencia de la lesión del LCA en los 3 primeros equipos de fútbol femenino del FC Barcelona a lo largo de 3 temporadas.

Diseño de estudio: Descriptivo epidemiológico.

Material y métodos: Se estudiaron de manera retrospectiva 3 temporadas (2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010) en las que se incluyeron a las jugadoras de 3 equipos del FC Barcelona. La muestra incluida en el estudio fue de 53 jugadoras (edad, $18,4 \pm 2$ años) en la primera temporada, 53 ($18,4 \pm 2$ años) en la segunda y 60 ($20,1 \pm 2$ años) en la tercera. Las horas de exposición fueron recogidas por los integrantes del cuerpo técnico de cada equipo, y las lesiones (diagnóstico y seguimiento), por el servicio médico del FC Barcelona.

Resultados: Contabilizamos un total de 11 lesiones del LCA, todas por mecanismo indirecto (el que se produce sin que exista un traumatismo directo con otro jugador): 4 en la temporada 2007-2008, 3 en la 2008-2009 y 4 en la 2009-2010. La incidencia lesional obtenida ($\times 1.000$ horas) fue de 0,33, 0,25 y 0,29, respectivamente. La incidencia es mucho más elevada en partidos que en entrenamientos: 2,59 frente a 0 en la primera temporada, 0,69 frente a 0,19 en la segunda y 1,15 frente a 0,17 en la tercera.

Conclusiones: Dada la creciente participación de la mujer en el fútbol, creemos necesaria la realización de más estudios que cuantifiquen la incidencia de esta lesión, identifiquen a las futbolistas con alto riesgo y se implanten los protocolos de prevención específicos para este deporte.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: xavier.yanguas@fcbarcelona.cat (J. Yanguas Leyes).

KEYWORDS

Female soccer;
Anterior cruciate
ligament;
Injury incidence

Anterior cruciate ligament injury in female soccer. Epidemiology of three seasons**Abstract**

Background and purpose: Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are 2-4 times higher in female soccer players than in male players. This injury leads to a long-term absence from the sport and to future complications (risk of re-injury and osteoarthritis). The aim of this study is to determine the incidence of ACL injuries in the first three FC Barcelona female soccer teams over three seasons.

Study design: Descriptive epidemiology study.

Methods: We retrospectively studied three seasons (2007-2008, 2008-2009 and 2009-2010) and we included the players of three teams of the FC Barcelona. The sample was 53 players (age, 18.4 ± 2 years) in the first season, 53 (18.4 ± 2 years) in the second and 60 (20.1 ± 2 years) in the third. Exposure times were documented by the technical staff of each team and the injuries (diagnosis and follow-up) by the FC Barcelona medical staff.

Results: There were 11 ACL injuries, all of them by non-contact mechanism (absence of direct trauma against another player): 4 in 2007-2008, 3 in 2008-2009 and 4 in 2009-2010. Injury incidence ($\times 1000$ hours of exposure) was 0.33, 0.25 and 0.29 respectively. Injury incidence was higher in matches than in training: 2.59 vs. 0 in the first season, 0.69 vs. 0.19 in the second and 1.15 vs. 0.17 in the third.

Conclusions: Due to the constant growth of the female soccer we believe that more injury incidence studies are required, and more research is needed to identify high risk players and preventive measures.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El fútbol femenino es un deporte en constante crecimiento, pues en los últimos 10 años el número de licencias se ha incrementado un 250% en Suiza, un 210% en Estados Unidos y un 160% en Alemania¹. La FIFA estima en torno a 40 millones de practicantes de sexo femenino². En España existen alrededor de 18.000 fichas federativas, y se prevé alcanzar las 50.000 en los próximos dos años³.

Varios estudios han puesto de manifiesto el mayor riesgo de lesiones de rodilla en mujeres futbolistas⁴⁻⁶ y especialmente del ligamento cruzado anterior (LCA), siendo este último de 2 a 4 veces superior en el sexo femenino⁷⁻¹¹. El LCA está constituido por dos fascículos: el anteromedial y el posterolateral. El primero de ellos aporta estabilidad anteroposterior a la rodilla, y el segundo evita la inestabilidad rotatoria¹². Las roturas del LCA condicionan un tiempo de baja deportiva prolongado: alrededor de 6-9 meses, independientemente de la técnica quirúrgica utilizada¹³. Dos consecuencias a tener en cuenta tras una lesión de este tipo son, por un lado, el riesgo aumentado de padecer una nueva lesión^{14,15}, y por otro, la aparición a largo plazo de procesos degenerativos de tipo artrósico en la rodilla lesionada¹⁶⁻¹⁸.

El objetivo de este trabajo es describir la incidencia de lesiones del LCA a lo largo de 3 temporadas consecutivas (2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010) en un grupo de futbolistas de sexo femenino y compararla con los trabajos publicados con la misma finalidad.

Material y métodos

Se estudiaron de manera retrospectiva 3 temporadas consecutivas (2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010) en las que

se incluyeron conjuntamente a las jugadoras de 3 equipos de fútbol femenino del Fútbol Club Barcelona (Femenino A, Femenino B y Juvenil-Cadete). La muestra incluida en el estudio es de 53 jugadoras en la primera temporada, 53 en la segunda y 60 en la tercera.

Las horas de exposición lesional fueron recogidas por los integrantes del cuerpo técnico de cada una de los equipos a lo largo de las 3 temporadas de estudio. En la temporada 2007-2008 se registraron 11.997 h totales de exposición (10.451 de entrenamientos y 1.546 de partidos), en la 2008-2009 se registraron 12.034 h (10.583 de entrenamientos y 1.451 de partidos), y en la 2009-2010, 13.716 h (11.972 de entrenamientos y 1.744 de partidos).

Por *lesión del LCA* se entiende la rotura total o parcial del LCA que incapacita a la futbolista para la práctica deportiva. El diagnóstico de la lesión se basó inicialmente en la constatación de una inestabilidad anterior con o sin inestabilidad rotatoria y comprobada posteriormente mediante resonancia magnética.

El recuento de las lesiones y el tiempo de baja de cada una de ellas se llevó a cabo por parte del servicio médico del Fútbol Club Barcelona y se obtuvo, de manera retrospectiva, de la base de datos médica informatizada del Club.

La incidencia lesional se obtuvo mediante la fórmula: [número de lesiones/horas de exposición] $\times$ 1.000 horas¹⁹. Se calculó la incidencia lesional de manera general, y por separado la correspondiente a entrenamientos y a partidos.

En las *tablas 1 y 2* se muestra el número de jugadoras incluidas en el estudio por cada temporada, su edad media, el número de lesiones y las horas de exposición (totales, en entrenamientos y en partidos).

Tabla 1 Número de jugadoras incluidas en el estudio, edad media, número de lesiones y horas de exposición

Temporada	Equipo	n	Edad	Lesiones	Lesiones (entrenamientos)	Lesiones (partidos)	Horas de exposición	Horas (entrenamientos)	Horas (partidos)
2007-2008	Femenino A	20	21,20 $\pm$ 2,43	0	0	0	5.747	5.087	660
	Femenino B	18	18,15 $\pm$ 3,12	2	0	2	3.360	2.799	561
	Juvenil - Cadete	15	15,81 $\pm$ 0,94	2	0	2	2.890	2.565	325
2008-2009	Femenino A	19	22,95 $\pm$ 4,58	1	1	0	5.396	4.736	660
	Femenino B	15	16,95 $\pm$ 1,14	1	0	1	3.069	2.541	528
	Juvenil - Cadete	19	15,20 $\pm$ 0,59	1	1	0	3.569	3.306	263
2009-2010	Femenino A	20	24,47 $\pm$ 4,37	2	1	1	5.514	4.821	693
	Femenino B	19	17,13 $\pm$ 0,68	1	0	1	4.155	3.528	627
	Juvenil - Cadete	21	19,06 $\pm$ 0,82	1	1	0	4.047	3.623	424

Tabla 2 Número de jugadoras incluidas en el estudio, edad media, número de lesiones y horas de exposición

Temporada	n	Edad	Lesiones	Lesiones (entrenamientos)	Lesiones (partidos)	Horas de exposición	Horas (entrenamientos)	Horas (partidos)
2007-2008	53	18,39 $\pm$ 2,16	4	0	4	11.997	10.451	1.546
2008-2009	53	18,37 $\pm$ 2,10	3	2	1	12.034	10.583	1.451
2009-2010	60	20,22 $\pm$ 1,96	4	2	2	13.716	11.972	1.744

Resultados

Todas las lesiones del LCA que se registraron en cada una de las 3 temporadas se produjeron por un mecanismo indirecto, que se produce sin que se exista un traumatismo directo con otro jugador y en el que se observa un fallo en los elementos estabilizadores de la rodilla. Así, contabilizamos un total de 11 roturas del LCA: 4 en la temporada 2007-2008 (todas ellas en partidos), 3 en la 2008-2009 (2 en entrenamientos y 1 en un partido) y 4 en la 2009-2010 (2 en entrenamientos y 2 en partidos). Dos jugadoras (jugadoras A y C) presentaron una lesión del LCA en una temporada y en la siguiente padecieron la rotura del LCA contralateral.

La incidencia lesional obtenida ($\times 1.000$ horas) es de 0,33, 0,25 y 0,29 en las 3 temporadas de estudio, respectivamente. La incidencia calculada según entrenamientos y partidos es mucho más elevada en estos últimos: 2,59 frente a 0 en la primera temporada, 0,69 frente a 0,19 en la segunda y 1,15 frente a 0,17 en la tercera. En la [tabla 3](#) se muestran estos datos.

En la [tabla 4](#) se presentan los casos de las diferentes lesiones del LCA en cada una de las 3 temporadas, si se produjo en un entrenamiento o en un partido, su lateralidad, la extremidad dominante de la futbolista, el tratamiento realizado y el tiempo de baja deportiva que conllevó cada lesión.

Discusión

Diversos trabajos han estudiado la incidencia de lesiones de LCA en mujeres futbolistas, hallándose resultados muy dispares. Dos estudios muestran una incidencia muy baja. Uno, prospectivo, con 202 futbolistas de primer nivel de la liga de fútbol de Estados Unidos²⁰, en el que la incidencia de lesiones del LCA a lo largo de una temporada fue de 0,09, un valor muy bajo comparado con los obtenidos por nosotros. Y otro, retrospectivo, con 176 jugadores de alto nivel de la liga noruega¹⁷ y una incidencia de 0,10. El hecho de que los programas de prevención de lesiones del LCA se hayan instaurado con fuerza en el fútbol profesional estadounidense, a lo que nos referiremos más adelante, puede explicarnos por qué esta incidencia es tan baja en comparación con el resto de estudios publicados. Otros dos trabajos, por el contrario, han obtenido valores mucho más altos de incidencia lesional. El de Faude et al²¹, con 165 futbolistas de la liga alemana de fútbol, prospectivo, con 2,2, y el de Tegnander et al², con 181 jugadoras de la liga noruega, prospectivo también, y con una incidencia de 0,6. El trabajo de Östenberg y Roos²² sobre 123 futbolistas suecas sometidas a estudio muestra una incidencia lesional de 0,31, valor muy cercano a los observados por nosotros. Asimismo, un documento de consenso del Comité Olímpico Internacional acerca de la lesionabilidad del LCA

Tabla 3 Incidencia lesional

Temporada	Incidencia	Incidencia entrenamientos	Incidencia partidos
2007-2008	0,33/1.000 h	–	2,59/1.000 h
2008-2009	0,25/1.000 h	0,19/1.000 h	0,69/1.000 h
2009-2010	0,29/1.000 h	0,17/1.000 h	1,15/1.000 h

Tabla 4 Lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) en cada una de las tres temporadas, si se produjo en un entrenamiento o en un partido, su lateralidad, la extremidad dominante de la futbolista, el tratamiento realizado y el tiempo de baja deportiva que conllevó cada lesión

2007-2008	Equipo	Partido/ Entrenamiento	Rodilla lesionada	Extremidad dominante	Tratamiento	Baja médica (meses)
Jugadora A	Femenino B	Partido	Derecha	Derecha	Quirúrgico	7,3
Jugadora B	Juvenil-Cadete	Partido	Derecha	Izquierda	Conservador, después quirúrgico	8,7
Jugadora C	Juvenil-Cadete	Partido	Derecha	Derecha	Quirúrgico	7,2
Jugadora D	Femenino B	Partido	Derecha	Derecha	Conservador, después quirúrgico	8,4
2008-2009						
Jugadora A	Femenino B	Partido	Izquierda	Derecha	Conservador	4,2
Jugadora C	Juvenil-Cadete	Entrenamiento	Izquierda	Derecha	Conservador	6,5
Jugadora E	Femenino A	Entrenamiento	Izquierda	Derecha	Quirúrgico	8,3
2009-2010						
Jugadora F	Femenino B	Partido	Izquierda	Izquierda	Quirúrgico	8,0
Jugadora G	Femenino A	Partido	Derecha	Izquierda	Quirúrgico	6,2
Jugadora H	Juvenil-Cadete	Entrenamiento	Izquierda	Derecha	Quirúrgico	6,9
Jugadora I	Femenino A	Entrenamiento	Derecha	Derecha	Quirúrgico	6,1

en mujeres deportistas¹³ cifra la incidencia en fútbol en 0,28.

De acuerdo con la literatura médica publicada, existe un riesgo mucho más alto de lesiones del LCA en partidos que en entrenamientos²⁰⁻²⁴. Sólo hemos encontrado dos publicaciones en las que se separara la incidencia lesional del LCA según partidos y entrenamientos. La lesionabilidad es mucho mayor durante la competición que durante el entrenamiento: 0,9 frente a 0,04 en el estudio de Giza et al²⁰ y 1,12 frente a 0,09 en el trabajo de Ireland²⁵. También en nuestro trabajo es mucho más alta la lesionabilidad en los partidos, como refleja la [tabla 3](#).

Las 11 lesiones registradas por nuestro grupo de trabajo fueron producidas por un mecanismo indirecto. Boden et al²⁶ cifran en un 72% las lesiones del LCA por este mecanismo.

Factores de riesgo determinantes en el sexo femenino

Los factores de riesgo que condicionan la rotura del LCA han sido ampliamente debatidos, pero nuestra intención exponer una serie de causas *típicamente femeninas* y que tal vez por ello puedan explicar la mayor frecuencia de roturas del LCA en mujeres.

Factores anatómicos (ángulo Q, escotadura intercondilea)

Un ángulo Q aumentado en el sexo femenino fue propuesto como factor de riesgo para las lesiones del LCA^{27,28}, aunque esta medición, de carácter estático, no parece ser suficiente para justificar su lesión. Parámetros de activación del aparato extensor de la rodilla se han propuesto como factores de riesgo de lesión del LCA^{29,30}.

Se ha postulado la existencia de una relación entre el tamaño y la forma de la escotadura intercondilea y el riesgo de padecer una lesión del LCA¹³. Un surco intercondileo más estrecho (como sucede en más mujeres que hombres^{31,32}) condiciona una mayor lesionabilidad del LCA por un probable

fenómeno de compromiso entre el ligamento y elementos óseos vecinos; además, en escotaduras más estrechas hay ligamentos de menor grosor, con lo que disminuye su resistencia máxima a la tracción antes de la rotura^{33,34}. De todos modos, hay varios trabajos publicados en los que esta asociación no se encuentra^{5,7,35,36}.

Otras particularidades anatómicas de la mujer, como serían la laxitud ligamentosa en el plano sagital (*genu recurvatum*) y en el plano frontal (*genu valgum*) se han propuesto también como factores de riesgo para padecer una lesión del LCA^{26,35}. Uhorchak et al³⁷ cuantifican en 2,7 veces el mayor riesgo de lesión del LCA en mujeres con laxitud ligamentosa de la rodilla.

Factores hormonales

Se ha relacionado este tipo de lesiones con el ciclo menstrual, pues la incidencia lesional es mayor en la primera mitad del ciclo (fase preovulatoria) que en la segunda (fase postovulatoria)^{38,39}, concentrándose el mayor número de lesiones en el periodo periovulatorio (días 10-14), momento en el cual el pico de estrógenos es más alto⁴⁰. Se han identificado receptores estrogénicos en los fibroblastos del LCA, donde la acción del estradiol disminuiría la síntesis de procolágeno en estos fibroblastos, disminuyendo así la fuerza tensil del ligamento^{41,42}. Estudios preliminares parecen indicar que ciertos polimorfismos que determinan distintas metaloproteasas de la matriz del LCA podrían ser considerados como un factor de riesgo⁴³. Sin embargo, estudios de reciente publicación cuestionan la relación entre las lesiones del LCA y el momento del ciclo menstrual⁴⁴.

Aunque hay algún trabajo que ha mostrado menor lesionabilidad del LCA en mujeres que toman anticonceptivos orales frente a quienes no los toman⁴⁵, no hay suficientes evidencias de que su toma (ya sean progestágenos solos o combinaciones de estrógenos y progestrona) tenga influencia en la prevención de lesiones del LCA^{13,46,47}. En cambio, sí parece darse una distribución más uniforme de estas lesiones a lo largo de todo el ciclo menstrual en mujeres que sí los toman⁴⁰.

Mayor valgo dinámico en el momento de la lesión y patrón neuromuscular característico

Varios trabajos han analizado mediante un sistema de vídeo el momento de la lesión del LCA en mujeres futbolistas⁴⁸⁻⁵¹, y todos ellos coinciden en que en el momento de la lesión se producía un mayor estrés en valgo de la rodilla (valgo dinámico). Krosshaug et al⁵⁰ observaron un incremento abrupto del valgo dinámico de rodilla en jugadoras de baloncesto de 4 a 15° en tan sólo 30 milisegundos, y de 3 a 16° en 40 milisegundos en jugadoras de balonmano en el momento de la lesión. Nada parece indicar que no pueda ocurrir lo mismo en el fútbol, donde también existen movimientos de cambios de dirección, frenos, recepción de saltos, etc., y han sido en situaciones así en las que se han producido las lesiones que hemos estabilizado en nuestro estudio.

Tienen especial interés los trabajos de Zebis et al^{52,53}, de reciente publicación, acerca del valgo dinámico y un patrón neuromuscular característico del sexo femenino. En sus trabajos, basados en estudios con electromiografía de superficie, han encontrado que 100 milisegundos antes de que el pie impacte en el suelo existe una activación del músculo semitendinoso que parece ser crucial como protección ante las fuerzas de traslación anterior que ejercerá el cuádriceps sobre la tibia en el momento del impacto con el suelo, realizando una acción sinérgica junto al LCA. Parece ser que hay mujeres que elaboran un patrón neuromuscular diferente, y deficiencias en la activación de este grupo muscular las pondrían en riesgo a la hora de tener una rotura del LCA. Observaciones similares fueron publicadas con anterioridad por otros grupos de trabajo⁵⁴⁻⁵⁶.

Hewett et al⁵⁷ citan trabajos^{58,59} en los que se sugiere que la mayor laxitud de los isquiotibiales en las mujeres deportistas puede condicionar significativamente la correcta activación de éstos, con el consiguiente fallo en el control estabilizador de la rodilla que hemos comentado en el párrafo anterior.

Tratamiento de elección, retorno al deporte de competición y complicaciones futuras

El documento de consenso del Comité Olímpico Internacional acerca de la lesionabilidad del LCA en mujeres deportistas¹³ aboga por el tratamiento quirúrgico como primera elección en el caso de deportistas de alto nivel y/o deportes en cuyas acciones se someta a la rodilla a un estrés importante y un tratamiento basado en rehabilitación física durante 3-4 meses con posterior valoración funcional en deportistas en las que las premisas anteriores no se cumplan. Se ha debatido sobre la técnica quirúrgica más apropiada para la mujer deportista. Las dos principales técnicas quirúrgicas (plastia hueso-tendón-hueso y plastia con tendón de semitendinoso) tienen pros y contras, y no es motivo de este trabajo posicionarse por ninguna de ellas. En términos generales, aún hay poca evidencia que muestre diferencias significativas entre una y otra técnica¹³, y queda a criterio del cirujano (de acuerdo a las particularidades propias de la paciente, factores anatómicos, lesiones asociadas, destreza técnica del cirujano, etc.) la técnica elegida.

No existen evidencias significativas para que la rehabilitación posquirúrgica sea planificada de forma diferente

en hombres y mujeres¹³. El tiempo de retorno a la actividad deportiva de competición sin restricciones no varía entre sexos, cifrándose como media entre 6 y 9 meses tras la intervención¹³. No se aconseja hacerlo antes de este tiempo^{60,61}, pese a que se hayan publicado casos puntuales de reincorporación al deporte competitivo después de 2-4 meses de la cirugía^{62,63}.

Dos jugadoras (jugadoras C y F) abandonaron la práctica del fútbol. La primera de ellas había padecido una rotura del LCA (temporada 2007-2008) y en la temporada siguiente (2008-2009) la rotura del LCA contralateral.

En 4 casos se indicó de entrada un tratamiento conservador (jugadoras B y D en la temporada 2007-2008, y jugadoras A y C en la 2008-2009). Las jugadoras B y D requirieron posteriormente un tratamiento quirúrgico al no haberse obtenido el resultado esperado en ambos casos. Hasta la fecha, ninguna de las dos ha referido problemas y ambas continúan practicando el fútbol con normalidad. Las jugadoras A y C fueron tratadas de manera conservadora en sus segundas lesiones del LCA. La primera de ellas continúa jugando al fútbol, pero no la segunda, que, como se acaba de decir, abandonó la práctica deportiva.

Diversos trabajos han puesto de manifiesto la aparición a largo plazo de imágenes radiográficas compatibles con procesos degenerativos de tipo artrósicos en rodillas de deportistas mujeres intervenidas por rotura del LCA: entre un 34 y un 50% a los 12-15 años en futbolistas¹⁶ y alrededor de un 50% a los 15 años^{64,65}. La integridad del cartílago articular en rodillas intervenidas quirúrgicamente por una rotura del LCA no se normaliza hasta después de 2 años postintervención⁶⁶, de manera que esto puede explicarnos el elevado porcentaje de fenómenos artrósicos a largo plazo en las rodillas intervenidas, puesto que es antes de este tiempo que las jugadoras se reincorporan a la práctica deportiva de competición¹³.

Por último, no debemos obviar el riesgo existente de padecer una nueva lesión en una rodilla (intervenida o no) tras una lesión del LCA^{14,15}.

Conclusiones

Éste es el primer trabajo que se publica en España con el objetivo de determinar la incidencia lesional del LCA en futbolistas de sexo femenino. Dada la creciente participación de la mujer en el fútbol y los estudios realizados que cuantifican la incidencia de esta lesión, creemos justificado realizar estudios concretos para identificar a las futbolistas con alto riesgo e implantar los protocolos de prevención específicos para este deporte de acuerdo con las recomendaciones de los diversos estudios publicados por los grupos de trabajo de Gilchrist et al⁶⁷, Silvers y Mandelbaum⁶⁸, Silvers et al⁶⁹, Hewett et al⁷⁰ y Mandelbaum et al⁷¹, pues con ello han logrado reducir significativamente la incidencia de estas lesiones, habiéndose objetivado disminuciones de entre el 74 y el 88%⁷¹.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al cuerpo técnico de los equipos de la línea femenina de fútbol del FC Barcelona. A los compañeros del Servei Mèdic del FC Barcelona. A Marc Subirà Docampo, del departamento de informática del FC Barcelona.

Bibliografía

- Biedert RM, Bachmann M. Women's soccer. Injuries, risks and prevention. *Orthopade*. 2005;34:448-53.
- Tegnander A, Olsen OE, Moholdt TT, Engerbrechtsen L, Bahr R. Injuries in Norwegian female elite soccer: a prospective one-season cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16:194-8.
- <http://www.lukor.com/deportes/noticias/portada/09041516.htm>.
- De Loes M, Dahlstedt LJ, Thomee R. A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *Scand J Med Sci Sports*. 2000;10:90-7.
- Hutchinson MR, Ireland ML. Knee injuries in female athletes. *Sports Med*. 1995;19:288-302.
- Soderman K, Pietila T, Alfredson H, Werner S. Anterior cruciate ligament injuries in young females playing soccer at senior levels. *Scand J Med Sci Sports*. 2002;12:65-8.
- Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med*. 1995;23:694-701.
- Roos H, Ornell M, Gardsell P. Soccer after ACL injury — an incompatible combination? *Acta Orthop Scand*. 1995;66:107-12.
- Engstrom B, Forssblad M, Johansson C. Does a major knee injury definitely sideline an elite soccer player? *Am J Sports Med*. 1990;18:101-5.
- Walden M, Häggglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19:3-10.
- Walden M, Häggglund M, Magnusson H, Ekstrand J. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19:11-9.
- Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fassel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:204-13.
- Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynnon 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;42:394-412.
- Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries: a methodological approach. *Br J Sports Med*. 2003;37:384-92.
- Walden M, Häggglund M, Ekstrand J. High risk of new knee injury in elite footballers with previous anterior cruciate ligament injury. *Br J Sports Med*. 2006;40:158-62.
- Björndal JM, Arnly F, Hannestad B. Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Am J Sports Med*. 1997;25:341-5.
- Meunier A, Odensten M, Good L. Long-term results after primary repair or non-surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a randomized study with a 15-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17:230-7.
- Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2007;35:1756-69.
- Walden M, Häggglund M, Ekstrand J. UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *Br J Sports Med*. 2005;39:542-6.
- Giza E, Mithöfer K, Farrell L, Zarins B, Gill T. Injuries in women's professional soccer. *Br J Sports Med*. 2005;39:212-6.
- Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Injuries in female soccer players. A prospective study in the German National League. *Am J Sports Med*. 2005;33:1694-700.
- 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;10:279-85.
- Fuller CW, Dick RW, Corlette J, Schmalz R. Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players. Part 1: match injuries. *Br J Sports Med*. 2007;41 Suppl1:20-6.
- Fuller CW, Dick RW, Corlette J, Schmalz R. Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players. Part 2: training injuries. *Br J Sports Med*. 2007;41 Suppl1:27-32.
- Epidemiology. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. *J Athletic Train*. 1999;34:150-4.
- Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett Jr WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopaedics*. 2000;23:573-8.
- Haycock JC, Gillette JV. Susceptibility of women athletes to injury: myth vs. reality. *JAMA*. 1976;236:163-5.
- Zelisko JA, Noble HB, Porter M. A comparison of men's and women's professional basketball injuries. *Am J Sports Med*. 1982;10:297-9.
- Gray J, Taunton JE, McKenzie DC, Clement DB, McConkey JP, Davidson RG. A survey of injuries to the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players. *Int J Sports Med*. 1985;6:314-6.
- Myer GD, Ford KR, Hewett TE. The effects of gender on quadriceps muscle activation strategies during a maneuver that mimics a high ACL injury risk position. *J Electromyogr Kinesiol*. 2005;15:181-9.
- Shelbourne KD, Kerr B. The relationship of femoral intercondylar notch width to height, weight and sex in patients with intact anterior cruciate ligaments. *Am J Knee Surg*. 2001;14:92-6.
- Staeubli HU, Adam O, Becker W, Burkart R. Anterior cruciate ligament and intercondylar notch in the coronal oblique plane: anatomy complemented by magnetic resonance imaging in cruciate ligament-intact knee. *Arthroscopy*. 1999;15:349-59.
- Emerson RJ. Basketball knee injuries and the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med*. 1993;12:317-28.
- Shelbourne K, Davis T, Klootwyk T. The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med*. 1998;26:402-8.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2005;33:492-501.
- LaPrade RF, Burnett II QM. Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries: a prospective study. *Am J Sports Med*. 1994;22:198-202.
- Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med*. 2003;31:831-42.
- Slauterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP. The menstrual cycle, sex hormones and anterior cruciate ligament injury. *J Ath Train*. 2002;37:275-8.
- Beynnon BD, Johnson RJ, Braun S. The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: a case-control study of recreational alpine skiers. *Am J Sports Med*. 2006;34:757-64.

40. Liu SH, Al-Shaikh R, Panossian V. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res.* 1996;14:526-33.
41. Samuel CS, Butkus A, Coghlan JP, Bateman JF. The effect of relaxin on collagen metabolism in nonpregnant rat pubic symphysis: the influence of estrogen and progesterone in regulating relaxin activity. *Endocrinology.* 1996;137:3884-90.
42. Foos MJ, Hickox JR, Mansour PG, Slauterbeck JR, Hardy DM. Expression of matrix metalloproteinase and tissue inhibitor of metalloproteinase genes in human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res.* 2001;19:642-9.
43. Möller NJ, Hammar M. Sports injuries and oral contraceptive use: is there a relationship? *Sports Med.* 1991;12:152-60.
44. Vescovi JD. The menstrual cycle and anterior cruciate ligament injury risk. *Sports Med.* 2011;41:91-101.
45. Agel J, Bershadsky B, Arendt EA. Hormonal therapy: ACL and ankle injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:7-12.
46. Arendt EA, Bershadsky B, Agel J. Periodicity of non-contact anterior cruciate ligament injuries during the menstrual cycle. *J Gen Sport Med.* 2002;5:19-26.
47. Wojtys EM, Huston LJ, Melbourne DB, 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;30:182-8.
48. Hewett TE, Torg JS, Boden BP. Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Br J Sports Med.* 2009;43:417-22.
49. Peitz CC. Video analysis of ACL injuries. En: Griffin LY, editor. *Prevention of noncontact ACL injuries.* Rosemont, IL: American Association of Orthopaedic Surgeons; 2001. p. 87-92.
50. Krosshaug T, Slauterbeck JR, Engebretsen L. Biomechanical analysis of anterior cruciate ligament injury mechanisms: three-dimensional motion reconstruction from video sequences. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:508-19.
51. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt Jr RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33:492-501.
52. Zebis MK, Andersen LL, Bencke J. Identification of athletes at future risk of anterior cruciate ligament ruptures by neuromuscular screening. *Am J Sports Med.* 2009;37:1967-73.
53. Zebis MK, Bencke J, Andersen LL. The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidestepping in female elite soccer and handball players. *Clin J Sports Med.* 2008;18:329-37.
54. Pope M, Johnson R, Brown D. The role of the musculature in injuries to the medial collateral ligament. *J Bone Joint Surg.* 1979;61:398-402.
55. Cowling EJ, Steele JR, McNair PJ. Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing. *Br J Sports Med.* 2003;37:1-11.
56. Yasuda K, Erickson AR, Beynon BD. Dynamic elongation behavior in the medial collateral and anterior cruciate ligament during lateral impact loading. *J Orthop Res.* 1993;11:190-8.
57. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes. Part 1, Mechanisms and risks factors. *Am J Sports Med.* 2006;34:299-311.
58. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med.* 1996;24:765-73.
59. Huston LJ, Wojtys EM. Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am J Sports Med.* 1996;24:427-36.
60. Schenck RC, Blaschak MJ, Lance ED. A prospective outcome study of rehabilitation programs and anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 1997;13:285-90.
61. Beynon BD, Uh BD, Johnson RJ. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over two different time intervals. *Am J Sports Med.* 2005;33:347-59.
62. Roi Gs, Creta D, Nanni G. Return to official Italian First Division soccer games within 90 days after anterior cruciate ligament reconstruction: a case report. *J Orthop Phys Ther.* 2005;35:52-61.
63. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:76-82.
64. Meunier A, Odensten M, Good L. Long-term results after primary repair or nonsurgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a randomized study with a 15-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:230-7.
65. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2007;35:1756-69.
66. Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, Part 2. *Am J Sports Med.* 2005;33:1751-67.
67. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melacon H, Ryan GW, Sylvers HJ, Griffin LY, et al. A randomized controlled trial to prevent non-contact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med.* 2008;36:1476-83.
68. Sylvers HJ, Mandelbaum BR. Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *Br J Sports Med.* 2007;41 Suppl 1:52-9.
69. Sylvers HJ, Giza ER, Mandelbaum BR. Anterior cruciate ligament tear prevention in the female athlete. *Curr Sports Med Res.* 2005;4:341-3.
70. Hewett TE, Ford KR, Myer GD. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes. Part 2. Meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *Am J Sports Med.* 2006;34:490-8.
71. Mandelbaum MD, Sylvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes. 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2005;33:1003-10.