



# apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Lesió del lligament creuat anterior en el futbol femení: Estudi epidemiològic de tres temporades

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

Serveis Mèdics, Futbol Club Barcelona, Barcelona, Espanya

Rebut el 24 de gener de 2011; acceptat el 14 de febrer de 2011

### PARAULES CLAU

Futbol femení;  
Lligament creuat anterior;  
Incidència lesiona

### Resum

**Introducció:** La lesió del lligament creuat anterior (LCA) és de 2 a 4 vegades superior en el futbol femení que en el masculí. Independentment del sexe afectat, aquesta lesió comporta un temps de baixa esportiva elevat i cal tenir en compte les complicacions futures (risc de nova lesió i gonartrosi). L'objectiu d'aquest estudi és presentar la incidència de la lesió de l'LCA en els 3 primers equips de futbol femení del FC Barcelona a llarg de 3 temporades.

**Disseny d'estudi:** Descriptiu epidemiològic.

**Material i mètodes:** Es van estudiar retrospectivament 3 temporades (2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010) en què hi van prendre part les jugadores de 3 equips del FC Barcelona. La mostra inclosa a l'estudi fou de 53 jugadores (edat,  $18,4 \pm 2$  anys) a la primera temporada, 53 ( $18,4 \pm 2$  anys) a la segona i 60 ( $20,1 \pm 2$  anys) a la tercera. Les hores d'exposició van ser recollides pels integrants del cos tècnic de cada equip, i les lesions (diagnòstic i seguiment), pel servei mèdic del FC Barcelona.

**Resultats:** Comptabilitzàrem un total d'11 lesions de l'LCA, totes per mecanisme indirecte (que es produeix sense haver-hi un traumatisme directe amb un altre jugador): 4 a la temporada 2007-2008, 3 a la 2008-2009 i 4 a la 2009-2010. La incidència lesional obtinguda ( $\times 1.000$  h) fou de 0,33, 0,25 y 0,29, respectivament. La incidència és molt més elevada en els partits que en els entrenaments: 2,59 enfront a 0 a la primera temporada, 0,69 enfront a 0,19 a la segona i 1,15 enfront a 0,17 a la tercera.

**Conclusions:** Atesa la participació creixent de la dona en el futbol, creiem que calen més estudis que quantifiquin la incidència d'aquesta lesió, que identifiquin les futbolistes d'alt risc i que s'implantïn els protocols de prevenció d'aquest esport.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

\*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: xavier.yanguas@jcbarcelona.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,  $18.4 \pm 2$  years) in the first season, 53 ( $18.4 \pm 2$  years) in the second and 60 ( $20.1 \pm 2$  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 (#/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.

**Introducció**

El futbol femení és un esport en creixement constant, donat que en els darrers 10 anys el nombre de llicències s'ha incrementat un 250% a Suïssa, un 210% als Estats Units d'Amèrica i un 160% a Alemanya<sup>1</sup>. La FIFA estima al voltant d'uns 40 milions de practicants de sexe femení<sup>2</sup>. A Espanya hi ha al voltant de 18.000 fitxes federatives, i es preveu arribar a les 50.000 en els propers dos anys<sup>3</sup>.

Diversos estudis han posat de manifest el risc major de lesions de genoll de les dones futbolistes<sup>4-6</sup> i especialment del lligament creuat anterior (LCA), essent aquest darrer de 2 a 4 vegades superior en el sexe femení<sup>7-11</sup>. L'LCA està constituït per dos fascicles: l'anteromedial i el posterolateral, el primer dels quals aporta l'estabilitat anteroposterior al genoll, i el segon evita la inestabilitat rotatòria<sup>12</sup>. Els trencaments de l'LCA condicionen un temps de baixa esportiva perllongat: al voltant de 6-9 mesos, independentment de la tècnica quirúrgica utilitzada<sup>13</sup>. Dues conseqüències que cal tenir en compte després d'una lesió d'aquest tipus són, per una banda, el risc augmentat de patir una nova lesió<sup>14,15</sup>, i per una altra, l'aparició a curt termini de processos degeneratius de tipus artròsic al genoll lesionat<sup>16-18</sup>.

L'objectiu d'aquest treball és descriure la incidència de lesions de l'LCA al llarg de 3 temporades consecutives (2007-2008, 2008-2009 i 2009-2010) d'un grup de futbolistes de sexe femení i comparar-la amb els treballs publicats amb la mateixa finalitat.

**Material i mètodes**

S'estudiaren retrospectivament 3 temporades consecutives (2007-2008, 2008-2009 i 2009-2010) en què s'incloueren conjuntament les jugadores de 3 equips de futbol femení del Futbol Club Barcelona (Femení A, Femení B i Juvenil Cadet). La mostra inclosa a l'estudi és de 53 jugadores a la primera temporada, 53 a la segona i 60 a la tercera.

Les hores d'exposició lesional van ser recollides pels integrants del cos tècnic de cada equip durant les 3 temporades d'estudi. A la temporada 2007-2008 es registraren 11.997 h totals d'exposició (10.451 d'entrenament i 1.546 de partits), a la 2008-2009 es registraren 12.034 h (10.583 d'entrenament i 1.451 de partits), i a la 2009-2010, 13.716 h (11.972 d'entrenament i 1.744 de partits).

Per lesió de l'LCA s'entén el trencament total o parcial de l'LCA que incapacita la futbolista per a la pràctica esportiva. El diagnòstic de la lesió es basà inicialment en la constatació d'una inestabilitat anterior amb o sense inestabilitat rotatòria i comprovada posteriorment mitjançant ressonància magnètica.

El recompte de lesions i els temps de baixa de cadascuna es va dur a terme pel servei mèdic del Futbol Club Barcelona i s'obtingué, de manera retrospectiva, de la base de dades mèdica informatitzada del club.

La incidència lesional s'obtingué mitjançant la fórmula: [nombre de lesions/hores d'exposició]  $\times$  1.000 hores<sup>19</sup>. Es calculà la incidència lesional de manera general, i per separat la corresponent als entrenaments i als partits.

Taula 1 Nombre de jugadores incloses a l'estudi, mitjana d'edat, nombre de lesions i hores d'exposició

Temporada	Equip	n	Edat	Lesions	Lesions (entrenaments)	Lesions (partits)	Hores d'exposició	Hores (entrenaments)	Hores (partits)
2007-2008	Femení A	20	21,20 ± 2, 43	0	0	0	5.747	5.087	660
	Femení B	18	18,15 ± 3, 12	2	0	2	3.360	2.799	561
	Juvenil - Cadet	15	15,81 ± 0, 94	2	0	2	2.890	2.565	325
2008-2009	Femení A	19	22,95 ± 4, 58	1	1	0	5.396	4.736	660
	Femení B	15	16,95 ± 1, 14	1	0	1	3.069	2.541	528
	Juvenil - Cadet	19	15,20 ± 0, 59	1	1	0	3.569	3.306	263
2009-2010	Femení A	20	24,47 ± 4, 37	2	1	1	5.514	4.821	693
	Femení B	19	17,13 ± 0, 68	1	0	1	4.155	3.528	627
	Juvenil - Cadet	21	19,06 ± 0, 82	1	1	0	4.047	3.623	424

Taula 2 Nombre de jugadores incloses a l'estudi, mitjana d'edat, nombre de lesions i hores d'exposició

Temporada	n	Edat	Lesions	Lesions (entrenaments)	Lesiones (partits)	Hores d'exposició	Hores (entrenaments)	Hores (partits)
2007-2008	53	18,39 ± 2, 16	4	0	4	11.997	10.451	1.546
2008-2009	53	18,37 ± 2, 10	3	2	1	12.034	10.583	1.451
2009-2010	60	20,22 ± 1, 96	4	2	2	13.716	11.972	1.744

Les taules 1 i 2 mostren el nombre de jugadores incloses a l'estudi cada temporada, la mitjana d'edat, el nombre de lesions i les hores d'exposició (totals, en els entrenaments i en els partits).

## Resultats

Totes les lesions de l'LCA registrades en cadascuna de les 3 temporades es produïren per un mecanisme indirecte, que ocorre sense que hi hagi un traumatisme directe amb un altre jugador i en què s'observa una fallada dels elements estabilitzadors del genoll. Així, vam comptabilitzar un total d'11 trencaments de l'LCA: 4 a la temporada 2007-2008 (totes durant els partits), 3 a la 2008-2009 (2 en els entrenaments i 1 en un partit) i 4 a la 2009-2010 (2 en els entrenaments i 2 en partits). Dues jugadores (jugadores A i C) van presentar una lesió de l'LCA una temporada i a la següent van patir el trencament de l'LCA contralateral.

La incidència lesional obtinguda ( $\times 1.000$  h) és de 0,33, 0,25 i 0,29 a les 3 temporades d'estudi, respectivament. La incidència calculada segons entrenaments i partits és molt més elevada en aquests darrers: 2,59 enfront a 0 a la prime-

ra temporada, 0,69 enfront a 0,19 a la segona i 1,15 enfront a 0,17 a la tercera. A la taula 3 es mostren aquestes dades.

A la taula 4 es presenten els casos de les diferents lesions de l'LCA en cadascuna de les 3 temporades, si es produí en un entrenament o durant un partit, la lateralitat, l'extremitat dominant de la futbolista, el tractament realitzat i el temps de baixa esportiva que suposà cada lesió.

## Discussió

Diversos treballs han estudiat la incidència de lesions de l'LCA en les dones futbolistes, i s'han trobat resultats molt dispersos. Dos estudis mostren una incidència molt baixa. Un, de prospectiu, amb 202 futbolistes de primer nivell de la lliga de futbol dels Estats Units d'Amèrica<sup>20</sup>, en el qual la incidència de lesions de l'LCA durant una temporada fou de 0,09, un valor molt baix, comparat amb els que hem obtingut nosaltres. I un altre, retrospectiu, amb 176 jugadores d'alt nivell de la lliga noruega<sup>17</sup>, amb una incidència de 0,10. El fet que els programes de prevenció de lesions de l'LCA s'hagin instaurat amb força al futbol professional dels Estats Units, a la qual cosa ens referirem més endavant, pot

Taula 3 Incidència lesional

Temporada	Incidència	Incidència entrenaments	Incidència partits
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

**Taula 4** Lesions del lligament creuat anterior (LCA) en cadascuna de les tres temporades, si es produí en un entrenament o durant un partit, la lateralitat, l'extremitat dominant de la futbolista, el tractament realitzat i el temps de baixa esportiva que suposà cada lesió

2007-2008	Equip	Partit/ Entrenament	Genoll lesionat	Extremitat dominant	Tractament	Baixa mèdica (mesos)
Jugadora A	Femení B	Partit	Dret	Dreta	Quirúrgic	7, 3
Jugadora B	Juvenil-Cadet	Partit	Dret	Esquerra	Conservador, després quirúrgic	8, 7
Jugadora C	Juvenil-Cadet	Partit	Dret	Dreta	Quirúrgic	7, 2
Jugadora D	Femení B	Partit	Dret	Dreta	Conservador, després quirúrgic	8, 4
<b>2008-2009</b>						
Jugadora A	Femení B	Partits	Esquerre	Esquerra	Conservador	4, 2
Jugadora C	Juvenil-Cadet	Entrenament	Esquerre	Dreta	Conservador	6, 5
Jugadora E	Femení A	Entrenament	Esquerre	Dreta	Quirúrgic	8, 3
<b>2009-2010</b>						
Jugadora F	Femení B	Partit	Esquerre	Esquerra	Quirúrgic	8, 0
Jugadora G	Femení A	Partit	Dreta	Esquerra	Quirúrgic	6, 2
Jugadora H	Juvenil-Cadet	Entrenament	Esquerre	Dreta	Quirúrgic	6, 9
Jugadora I	Femení A	Entrenament	Dret	Dreta	Quirúrgic	6, 1

explicar perquè aquesta incidència és tan baixa en comparació amb la resta d'estudis publicats. En canvi, uns altres dos treballs, han obtingut valors molt més alts d'incidència lesional. El de Faude et al.<sup>21</sup>, amb 165 futbolistes de la lliga alemanya de futbol, prospectiu, amb 2,2, i el de Tegnander et al.<sup>2</sup>, amb 181 jugadores de la lliga noruega, prospectiu també, i amb una incidència de 0,6. El treball d'Östenberg i Roos<sup>22</sup> sobre 123 futbolistes sueques sotmeses a estudi mostra una incidència lesional de 0,31, valor molt proper als que hem observat nosaltres. Així mateix, un document de consens del Comitè Olímpic Internacional sobre la lesionabilitat de l'LCA de dones esportistes<sup>13</sup> xifra la incidència en el futbol en 0,28.

D'acord amb la literatura mèdica publicada, existeix un risc molt més alt de lesions de l'LCA durant els partits que en els entrenaments<sup>20-24</sup>. Només hem trobat dues publicacions que separen la incidència lesional de l'LCA en partits i en entrenaments. La lesionabilitat és molt més alta durant la competició que en l'entrenament: 0,9 enfront a 0,04 en l'estudi de Giza et al.<sup>20</sup> i 1,12 enfront a 0,09 en el treball d'Ireland<sup>25</sup>. També en el nostre treball és molt més alta la lesionabilitat en els partits, com reflecteix la taula 3.

Les 11 lesions registrades pels nostre grup de treball foren produïdes per un mecanisme indirecte. Boden et al.<sup>26</sup> xifren en un 72% les lesions del LCA per aquest mecanisme.

### Factors de risc determinants del sexe femení

Els factors de risc que condicionen el trencament de l'LCA han estat àmpliament debatuts, però la nostra intenció és exposar una sèrie de causes típicament femenines i tal vegada per això es pot explicar la major freqüència de trencaments de l'LCA en les dones.

### Factors anatòmics (angle Q, fossa intercondílea)

En el sexe femení l'angle Q augmentat fou proposat com a factor de risc de lesions de l'LCA<sup>27,28</sup>, tot i que aquesta medi-

ció, de caràcter estàtic, no sembla ser suficient per justificar-ne la lesió. Com a factors de risc de lesió de l'LCA<sup>29,30</sup> s'han proposat paràmetres d'activació de l'aparell extensor del genoll. S'ha postulat l'existència d'una relació entre la grandària i la forma de la fossa intercondílea i el risc de patir una lesió de l'LCA<sup>13</sup>. Un solc intercondili més estret (com succeeix més en dones que en homes<sup>31,32</sup>) condiciona una lesionabilitat major de l'LCA per un fenomen probable de compromís entre el lligament i els elements ossis veïns; a més, en les fosses més estretes hi ha lligaments de menor gruix, amb la qual cosa disminueix la resistència màxima a la tracció abans del trencament<sup>33,34</sup>. De tota manera, hi ha treballs publicats en què no es troba aquesta associació<sup>5,7,35,36</sup>.

Altres particularitats anatòmiques de la dona, com poden ser la laxitud lligamentosa en el pla sagital (genu recurvatum) i en el pla frontal (genu valgum), s'han proposat també com a factors de risc de patir una lesió de l'LCA<sup>26,35</sup>. Uhorchak et al.<sup>37</sup> quantifiquen en 2,7 vegades el risc major de lesió de l'LCA en les dones amb laxitud lligamentosa del genoll.

### Factors hormonals

S'han relacionat aquest tipus de lesions amb el cicle menstrual, donat que la incidència lesional és més gran en la primera meitat del cicle (fase preovulatoria) que en la segona (fase postovulatoria)<sup>38,39</sup>, i el nombre major de lesions es concentra en el període periovulatori (dies 10-14), moment en què el pic d'estrògens és més alt<sup>40</sup>. S'han identificat receptors estrogènics en els fibroblasts de l'LCA, en què l'acció de l'estradiol pot disminuir la síntesi de procolagen en aquests fibroblasts, i així disminueix la força tensil del lligament<sup>41,42</sup>. Estudis preliminars sembla que indiquen que certs polimorfismes que determinen diferents metaloproteases de la matriu de l'LCA podrien ser considerats com un factor de risc<sup>43</sup>. Això no obstant, estudis publicats recentment qüestionen la relació entre les lesions de l'LCA i el moment del cicle<sup>44</sup>.

Malgrat que algun treball ha mostrat menor lesionabilitat del LCA en les dones que prenen anticonceptius orals enfront a les que no en prenen<sup>45</sup>, no hi ha evidència suficient que la ingesta (tan si són progestàgens sols o combinats d'estrògens i progesterona) tingui influència en la prevenció de lesions de l'LCA<sup>13,46,47</sup>. En canvi, sembla que al llarg de tot el cicle menstrual es dona una distribució més uniforme d'aquestes lesions en les dones que en prenen<sup>40</sup>.

Valg dinàmic major en el moment de la lesió i patró neuromuscular característic

Diversos treballs han analitzat mitjançant un sistema de vídeo el moment de la lesió de l'LCA de les dones futbolistes<sup>48-51</sup>, i tots coincideixen en què en el moment de la lesió es produïa estrès més gran en el valg del genoll (valg dinàmic). Krosshaug et al.<sup>50</sup> van observar un increment abrupte del valg dinàmic del genoll de les jugadores de bàsquet de 4 a 15° en tan sols 30 milisegons, i de 3 a 16° en 40 milisegons en jugadores d'handbol en el moment de la lesió. **Res no sembla** indicar que no pugui succeir el mateix en el futbol, en què també hi ha moviments de canvis de direcció, frenades, recepció de salts, etc., i les lesions comptabilitzades en el nostre estudi s'han produït en situacions similars.

Són especialment interessants els treballs de Zebis et al.<sup>52,53</sup>, recentment publicats, sobre el valg dinàmic i un patró neuromuscular característic del sexe femení. En els seus treballs, basats en estudis amb electromiografia de superfície, han observat que 100 milisegons abans que el peu impacti a terra hi ha una activació del múscul semitendinos que sembla que és crucial com a protecció enfront de les forces de translació anterior que exerceix el quàdriceps sobre la tibia en el moment de l'impacte amb el terra, quan realitza una acció sinèrgica junt a l'LCA. Sembla que hi ha dones que elaboren un patró neuromuscular diferent, i les deficiències en l'activació d'aquest grup muscular els podria provocar risc de tenir un trencament de l'LCA. Observacions similars van ser publicades amb anterioritat per altres grups de treball<sup>54-56</sup>.

Hewett et al.<sup>57</sup> citen treballs<sup>58,59</sup> que suggereixen que la laxitud major dels isquiotibials de les dones esportistes pot condicionar-ne significativament la correcta activació, amb la consegüent fallada de control estabilitzador del genoll, comentada en el paràgraf anterior.

### Tractament d'elecció, retorn a l'esport de competició i complicacions futures

El document de consens del Comitè Olímpic Internacional sobre la lesionabilitat de l'LCA de les dones esportistes<sup>13</sup> advoca pel tractament quirúrgic com a primera elecció en el cas d'esportistes d'alt nivell i/o en els esports amb accions que sotmetin el genoll a un estrès important, i un tractament basat en la rehabilitació física durant 3-4 mesos amb valoració funcional posterior a les esportistes que no compleixin les premisses anteriors. S'ha debatut sobre la tècnica quirúrgica més apropiada a la dona esportista. Les dues tècniques quirúrgiques principals (plàstia os-tendó-os i plàstia amb tendó de semitendinos) tenen pros i contres, i no és l'objectiu d'aquest treball posicionar-nos per cap de les dues. En termes generals, encara hi ha poca evidència

que mostri diferències significatives entre una tècnica i l'altra<sup>13</sup>, i es deixa a criteri del cirurgià (d'acord amb les particularitats pròpies de la pacient, factors anatòmics, lesions associades, destresa tècnica del cirurgià, etc.) la tècnica escollida.

No hi ha evidències significatives per planificar la rehabilitació postquirúrgica de forma diferent entre homes i dones<sup>13</sup>. El temps de retorn a l'activitat esportiva de competició sense restriccions no varia entre sexes, i es calcula com a mitjana de 6 a 9 mesos després de la intervenció<sup>13</sup>. No s'aconsella fer-ho abans d'aquest temps<sup>60,61</sup>, tot i que s'han publicat casos puntuals de reincorporació a l'esport competitiu després de 2-4 mesos de la cirurgia<sup>62,63</sup>.

Dues jugadores (jugadores C i F) abandonaren la pràctica del futbol. La primera havia patit un trencament de l'LCA (temporada 2007-2008) i a la temporada següent (2008-2009) es trencà l'LCA contralateral.

En 4 casos s'indicà d'entrada un tractament conservador (jugadores B i D a la temporada 2007-2008, i jugadores A i C a la 2008-2009). Les jugadores B i D van necessitar posteriorment tractament quirúrgic perquè no s'havia obtingut el resultat esperat. Fins ara cap de les dues ha referit problemes i totes dues continuen la pràctica del futbol amb normalitat. Les jugadores A i C foren tractades de manera conservadora en les lesions posteriors de l'LCA. La primera continua jugant a futbol, però la segona, tal com s'ha dit, abandonà la pràctica esportiva.

Diversos treballs han posat de manifest l'aparició, a llarg termini, d'imatges radiogràfiques compatibles amb processos degeneratius de tipus artròsic en els genolls de dones esportistes intervingudes per trencament de l'LCA: entre un 34 i un 50% als 12-15 anys en futbolistes sueques<sup>16</sup> i al voltant d'un 50% als 15 anys<sup>64,65</sup>. La integritat del cartílag articular dels genolls intervinguts quirúrgicament per un trencament de l'LCA no es normalitza fins als 2 anys després de la intervenció<sup>66</sup>, de manera que això pot explicar-nos l'elevat percentatge de fenòmens artròsics a llarg termini en els genolls intervinguts, donat que les jugadores es reincorporen a la pràctica esportiva de competició abans d'haver passat aquest temps<sup>13</sup>.

Per últim, no hem d'obviar el risc de patir una nova lesió en un genoll (intervingut o no) després d'una lesió de l'LCA<sup>14,15</sup>.

### Conclusions

Aquest és el primer treball que es publica a Espanya amb l'objectiu de determinar la incidència lesional de l'LCA de les futbolistes. Atesa la participació creixent de la dona en el futbol i els estudis realitzats que quantifiquen la incidència d'aquesta lesió, creiem justificat realitzar estudis concrets per identificar les futbolistes d'alt risc i implantar protocols de prevenció específics d'aquest esport, d'acord amb les recomanacions dels diversos estudis publicats pels grups de treball de Gilchrist et al.<sup>67</sup>, Silvers i Mandelbaum<sup>68</sup>, Silvers et al.<sup>69</sup>, Hewett et al.<sup>70</sup> i Mandelbaum et al.<sup>71</sup>, perquè s'ha aconseguit reduir significativament la incidència d'aquestes lesions, i han estat objectivades disminucions entre el 74 i el 88%<sup>71</sup>.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos

## Agraïments

Al cos tècnic dels equips de la línia femenina de futbol del FC Barcelona. Als companys del Servei Mèdic del FC Barcelona. A Marc Subirà Docampo, del departament d'informàtica del FC Barcelona.

## Bibliografia

- Biedert RM, Bachmann M. Women's soccer. Injuries, risks and prevention. *Orthopade*. 2005;34:448-53.
- Tegnander A, Olsen OE, Moholdt TT, Engerbrestsen 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. A7-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 SportsTraumatol Arthrosc*. 2006;14:204-13.
- 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;42:394-412.
- 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.
- Bjorndal 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. *Scan 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 Suppl 1:20-6.
- 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 Suppl 1:27-32.
- Ireland M. 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 CE, 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, Burgkart 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.

38. Slauterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP. The menstrual cycle, sex hormones and anterior cruciate ligament injury. *J Ath Train.* 2002;37:275-8.
39. 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 non-pregnant rat public 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 metalloprotease and tissue inhibitor of metalloprotease 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, Bershady B, Arendt EA. Hormonal therapy: ACL and ankle injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:7-12.
46. Arendt EA, Bershady B, Agel J. Periodicity of non-contact anterior cruciate ligament injuries during the menstrual cycle. *J Gend Specif 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;30:182-188.
48. Boden BP, Dean GS, Feagin JA. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics.* 2000;23:573-8.
49. Teitz 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 sidcutting 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, Beynnon 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. Beynnon BD, Uh BD, Johnson RJ. Rehabilitation alter 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. Beynnon 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 noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med.* 2008;36:1476-83.
68. Silvers HJ, Mandelbaum BR. Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *Br J Sports Med.* 2007. 41 Suppl 1:52-9.
69. Silvers 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, Silvers 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.