

# Revisió de les estratègies per a la prevenció de lesions des de l'activitat física

**LUIS CASÁIS MARTÍNEZ**

Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte de Pontevedra. Universidad de Vigo. Pontevedra. Espanya.

## RESUM

La problemàtica que suposen les lesions és notable en el procés d'entrenament-competició, ja que hi comporta modificacions o interrupcions. Qualsevol incidència de lesions altera els plans d'entrenament, i esdevé un factor important pel que fa al control de l'entrenament. La intervenció més comuna en l'àmbit esportiu se centra en la recuperació de les lesions, per tornar al nivell de rendiment esportiu anterior, en un procés costós des del punt de vista econòmic i esportiu. No obstant això, les actuacions orientades a la prevenció de lesions, malgrat haver mostrat una eficàcia elevada, no s'han implantat d'una manera sistemàtica en gaires modalitats esportives. En aquest treball es revisen algunes mesures i programes preventius, que, des de l'activitat física, es poden integrar en els programes d'entrenament per minimitzar els impactes de les lesions.

**PARAULES CLAU:** Lesions esportives. Activitat física. Prevenció.

## ABSTRACT

Injuries are a serious problem in the training-competition process, since their occurrence leads to modification or interruption of activity. Any lesion alters training plans and is an important factor in monitoring of training. Within the sports community, the most common intervention focuses on recovery from injuries in order to return to previous performance levels, this process being expensive from both the economic and sporting points of view. However, in many sports, strategies aimed at injury prevention have not been systematically implemented, despite their proven effectiveness. The present article reviews some of preventive programs that can be incorporated into training schedules to minimize the impact of injuries.

**KEY WORDS:** Sport injuries. Physical activity. Prevention

## LA LESIÓ ESPORTIVA COM LIMITADORA DEL RENDIMENT ESPORTIU

Un aspecte essencial del procés d'entrenament-competició, seguint una visió sistèmica de l'entrenament és el subsistema control de l'entrenament.<sup>1</sup> En aquest se solen incloure tots els aspectes recollits durant el procés i que faciliten i permeten la retroalimentació, i, si és el cas, l'adaptació del procés d'entrenament (modificació d'orientació o magnitud de les càrregues d'entrenament, inclusió o exclusió de continguts, etc.). Un dels

aspectes importants que obliga a modificar els programes d'entrenament són les lesions esportives, atès que signifiquen una interrupció parcial o total del procés d'entrenament i són un fet pràcticament habitual en la majoria de les disciplines esportives<sup>2,3</sup>. Fer-ne el seguiment, la monitorització, l'anàlisi dels factors etiològics, el curs i l'evolució és un element crític que es pot facilitar amb els mitjans de control adequats<sup>4</sup>.

Les lesions constitueixen contratemps que no es poden evitar del tot, perquè la mateixa activitat esportiva du implícit el risc que es produeixin. Tanmateix, es pot aconseguir que

Correspondència: Luis Casáis Martínez. Universidad de Vigo. Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte de Pontevedra. Campus A Xunqueira s/n. 36005 Pontevedra. Espanya. Correu electrònic: luisca@uvigo.es

aquest risc minvi (prevenció) o que l'evolució sigui més favorable i la incorporació de l'esportista es faci en el menor temps possible (recuperació funcional/readaptació física). Fins fa relativament pocs anys els esforços se centraven en el tractament del trauma en si, i es prestava una atenció especial al procés terapèutic des d'una perspectiva clínica. Però en els darrers temps els interessos s'han orientat cap al desenvolupament d'estratègies i propostes multidisciplinàries d'intervenció relacionades amb la prevenció i la readaptació de les lesions esportives i de l'esportista. Aquí s'adopta un model d'intervenció general, que inclou una avaluació global del context esportiu d'intervenció (modalitat esportiva, característiques dels esportistes, condicions d'entrenament, etc.), una prevenció adequada dels factors que predisposen a la lesió, i un treball sistematitzat en el cas que aparegui la lesió, tot assegurant-ne una recuperació completa<sup>5</sup>.

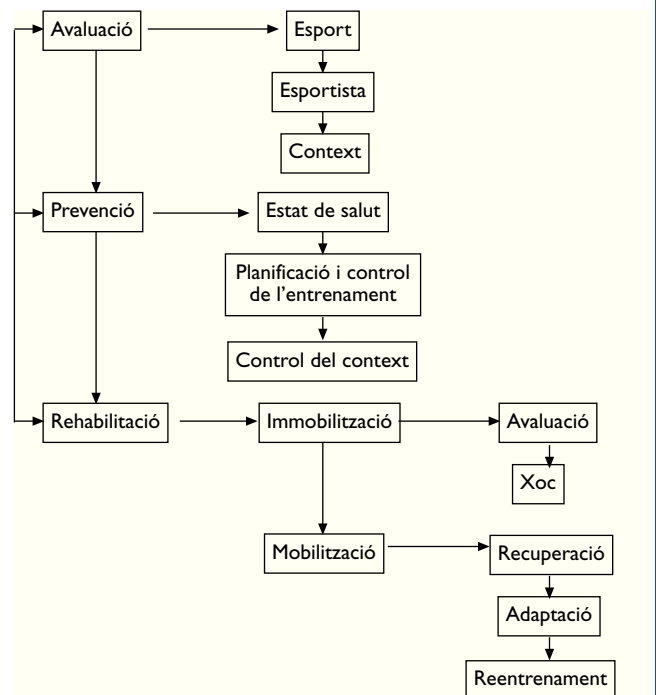
L'objectiu darrer que cal assumir amb aquest plantejament en el procés d'entrenament-competició seria aconseguir la millor salut esportiva possible (prevenció) o recuperar-la com més aviat millor amb les condicions més grans d'eficiència i eficàcia (recuperació funcional) (fig. 1).

### PREVENCIÓ DE LESIONS ESPORTIVES: REVISIÓ DE LES MESURES PREVENTIVES

Seguint la proposta ja clàssica de Van Mechelen, Hlobil i Kemper<sup>2</sup>, la prevenció de lesions esportives es pot dibuixar amb una seqüència de 4 passes: conèixer l'amplitud del problema, identificar els factors i mecanismes lesionals, introduir mesures de prevenció i, per últim, avaluar-ne l'eficàcia. En les últimes dècades han proliferat notablement els estudis epidemiològics que permeten oferir llum als dos primers aspectes i així identificar la incidència lesional en cada modalitat esportiva, juntament amb els factors i mecanismes implicats en la producció de lesions. El segon pas es revela com essencial, en determinar els possibles factors que provoquen la lesió, ja que així s'hi podrà actuar des del punt de vista preventiu.

Qualsevol intervenció professional per a la prevenció de lesions esportives ha de tenir en compte que no hi ha un factor únic de predisposició lesional. Ben al contrari, actualment s'assumeix un "model multifactorial de lesions esportives". A l'inici, Meeuwisse<sup>6</sup> va elaborar un model per explicar els diversos factors de risc implicats en la producció de lesions esportives, tot defugint de plantejaments unicausals. Més endavant es va completar aquesta proposta<sup>3,7</sup> mostrant la interacció complexa de factors de risc interns i externs i els mecanismes que provoquen les lesions esportives.

**Figura 1** Model general d'intervenció davant de les lesions esportives<sup>5</sup>.

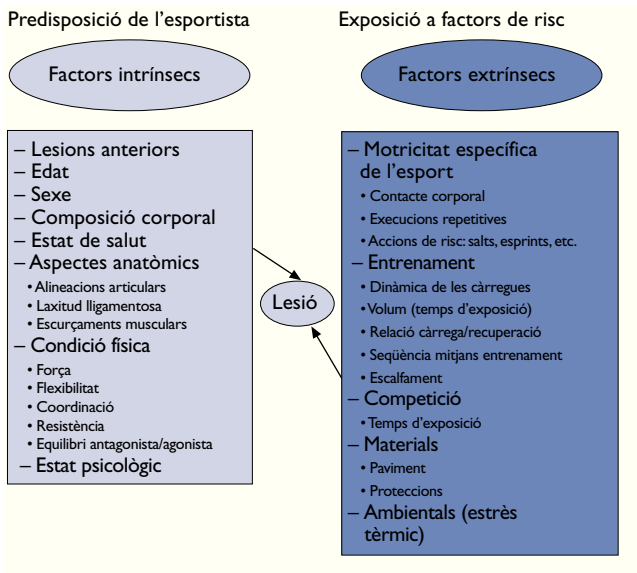


L'evidència empírica acumulada fins a la data permet identificar una sèrie de factors que han de ser assumits per implantar mesures preventives en l'entrenament. Per a una millor comprensió del fenomen se solen classificar en factors intrínsecs (predisposició de l'esportista) i extrínsecs (exposició a factors de risc), malgrat que s'entén que en la realitat del procés d'entrenament-competició es donen d'una manera complexa i interactiva (i, en molts casos, acumulativa)<sup>2,6-11</sup>. En la figura 2 s'assenyalen els més significatius.

Entre els factors intrínsecs es poden apuntar:

- Les lesions anteriors i una recuperació inadequada suposen el factor intrínsec més important.
- L'edat, la qual cosa permet reconèixer patrons lesionals típicament evolutius en grups d'edat diferents. Igualment, es presenta una caracterització lesional lligada al sexe de l'esportista.
- L'estat de salut de l'esportista.
- Aspectes anatòmics, com desalineacions articulars, alteracions posturals, laxitud o inestabilitat articular, rigidesa i escurçament muscular suposen els factors típicament individuals que més cal tenir en compte, juntament amb els nivells de cadascuna de les qualitats físicomotrius (força, resistència, flexibilitat, coordinació, etc.).
- L'estat psicològic<sup>12,13</sup>.

**Figura 2** Factors relacionats amb l'aparició de lesions esportives.



En el cas dels factors extrínsecs:

- La motricitat específica de l'esport suposa el factor extrínsec més rellevant, ja que els gestos que cal fer impliquen l'exacerbació d'un determinat mecanisme lesional, incloent-hi les maneres de producció de lesió més comunes: traumatisme directe, sobreús per execucions repetides, velocitat, descoordinació, etc.

- La dinàmica de la càrrega d'entrenament, ja que s'associa un augment de les lesions en els cicles de més densitat competitiva o d'augment de la càrrega d'entrenament. Igualment, el volum d'entrenament, pel que fa a temps d'exposició o càrrega acumulada en la temporada (minuts i competicions disputades), podria indicar sobrecàrrega d'entrenament o fatiga residual, i esdevenir un disparador important de lesions.

- La competició (el nivell, el temps d'exposició, etc.) suposa un desencadenant fonamental que duplica o triplica el risc lesional.

- Materials i equipaments, superfície/paviment, ús de proteccions, etc.

- Condicions ambientals (estrès tèrmic, etc.).

- Tipus d'activitat (contingut d'entrenament), que és una cosa poc estudiada però tremendament rellevant per establir continguts d'entrenament especialment sensibles a la implantació de pautes preventives.

- Moment de la sessió, perquè la fatiga aguda produïda en l'entrenament o la competició és un element que multiplica el

risc lesional, en existir més freqüència de lesions en els minuts finals d'entrenaments o competicions. També cal preveure l'escalfament inadequat com un element important.

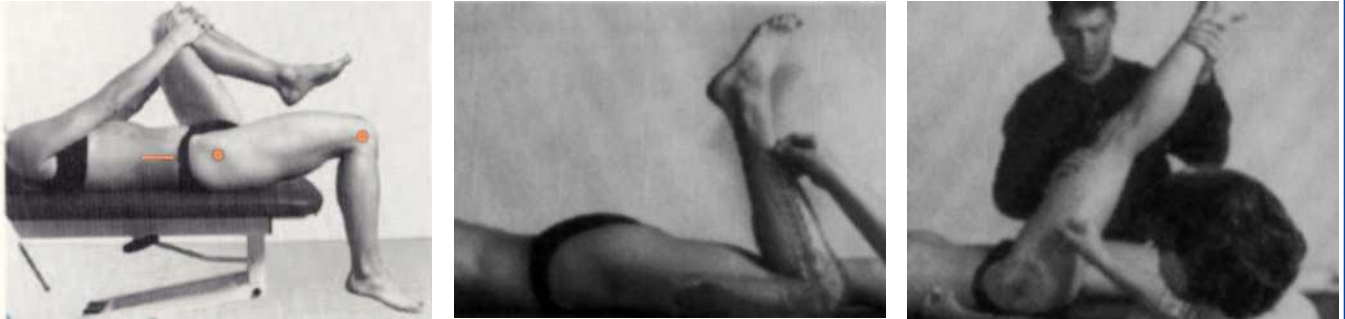
Respecte de la implantació de mesures preventives, s'ha de revisar la potència de les mesures proposades, tot avaluant-ne l'eficàcia. Són molt nombrosos els treballs publicats sobre això, malgrat que resulta necessari un estudi minuciós d'aquests, tant des del punt de vista metodològic com d'adequació de les propostes, a fi de fonamentar adequadament aquestes intervencions<sup>2,7,14,15</sup>. Els programes han de ser avaluats mitjançant estudis més rigorosos, no sols amb estudis experimentals aleatoritzats de grup control, sinó també amb estudis quasi experimentals que permetin emprar mostres més representatives (esportistes professionals) i contextos de pràctica més realistes (processos d'entrenament-competició), i amb programes d'intervenció amb mesures realment potents. D'aquesta manera, es podran valorar amb el rigor exigible les diverses mesures preventives, i refutar, per tant, treballs generalment esmentats i assumits com a referents que utilitzen mostres poc significatives (sedentaris que s'allisten en l'Exèrcit per iniciar un procés d'instrucció que conté una certa quantitat d'exercici físic) i protocols de prevenció molt limitats (p. ex., una mica més de 2 min d'estiraments per prevenir lesions tendinoses i musculars)<sup>16</sup>, o mostres encara menys significatives com els sedentaris que dediquen 1-2 min a fer estiraments per prevenir lesions musculars<sup>17</sup>.

Tot seguit es repassen algunes mesures que, des del camp d'intervenció de l'activitat física i l'esport, es poden implantar com a mesures de prevenció primària.

### Valoració inicial: anàlisi postural i desequilibris artromusculars

Com que les lesions esportives s'associen a l'afectació majoritària de l'aparell locomotor, la integritat i l'equilibri mecànic d'aquest suposen una de les fonts primàries a l'hora de facilitar-ne l'aparició. Les desalineacions articulars i els desequilibris artromusculars són germen freqüent d'aparició de problemes<sup>18,19</sup>, per la qual cosa una de les bases de qualsevol programa preventiu hauria d'incloure una valoració postural i artromuscular completa i exhaustiva, incloent-hi l'anàlisi plantar. Propostes senzilles però potents per fer exàmens posturals es poden trobar en la bibliografia de l'àmbit<sup>20-22</sup>. Respecte de la valoració de l'extensibilitat muscular (fig. 3) i la mobilitat articular es poden utilitzar alguns dels tests que tenen unes bones mesures de validesa i fiabilitat, ja sigui per observació directa o valoracions més exhaustives, com les goniomètriques;

**Figura 3** Exemples de tests d'extensibilitat muscular. (De Berryman y Bandy<sup>23</sup>.)



els desenvolupaments i protocols es poden trobar en diverses fonts<sup>23-27</sup>.

Un exploració manual de la força dels grups musculars més importants pot ser de gran ajuda per localitzar possibles desequilibris a partir de proves senzilles i amb una validesa adequada<sup>28-31</sup>. Evidentment, aquesta avaluació es pot completar amb mesures més potents, com la valoració isocinètica<sup>32,33</sup>.

### L'escalfament

Com a mesura metodològica essencial en els processos d'entrenament-competició, la seva eficàcia s'explica pel canvi de les propietats viscoelàstiques dels teixits amb l'augment de temperatura<sup>34</sup> o la millora de les condicions metabòliques que aquesta provoca<sup>35</sup>. Una metaanàlisi recent exemplifica la potència d'aquesta mesura preventiva<sup>36</sup>. Continguts com la mobilitat articular, la cursa progressiva, els estiraments i l'entrenament tecnicopropioceptiu prèviament a l'activitat principal proporcionen una garantia preventiva important (fig. 4)<sup>8,37,38</sup>.

### Treball de flexibilitat

La manca d'extensibilitat muscular, o l'elevat to de la musculatura antagonista, són un element afavoridor de les lesions esportives, especialment les lesions musculars<sup>19,39-42</sup>. Per preservar els esportistes de possibles lesions musculars per sobreestirament, cal aconseguir un bon nivell de flexibilitat residual, a fi de tenir un rang articular i muscular de reserva, per si algun gest inesperat o no habitual fos superior als gestos de la flexibilitat o mobilitat de treball<sup>43</sup>. Igualment, sembla ben constatat que la realització d'estiraments com a contingut de l'escalfament pot prevenir de possibles lesions musculars per sobreestirament<sup>44</sup>, malgrat que hi ha opinions enfrontades, potser a cau-

**Figura 4** Protocol d'escalfament amb objectiu preventiu. (D'Olsen et al<sup>38</sup>.)

#### Programa d'exercicis d'escalfament utilitzats per a prevenir lesions

**Exercicis de escalfament: una repetició de 30 s cada exercici:**

- Trot d'anada i tornada
- Cursa cap endarrere
- Cursa cap endavant aixecant els genolls i alleugerant les cames
- Cursa lateral creuant les cames (carioques)
- Cursa lateral balancejant els braços
- Cursa cap endavant amb rotacions del tronc
- Cursa cap endavant amb aturades intermitents
- Cursa de velocitat

**Tècnica: un exercici dels següents en cada sessió, durant 4 min i 5 × 30 s cada un:**

- Aturades i girs diversos
- Llançament en salt i recepcions

#### Equilibri

(Sobre una taula d'equilibri, un exercici durant cada sessió d'entrenament, 4 min de duració i 2 × 90 s cada un):

- Passades amb pilota en equilibri bipodal sobre plat inestable
- Flexions de cames amb una o dues cames sobre plat inestable
- Passades en suport unipodal sobre plat inestable
- Botar la pilota amb els ulls clucs sobre plat inestable

#### Força

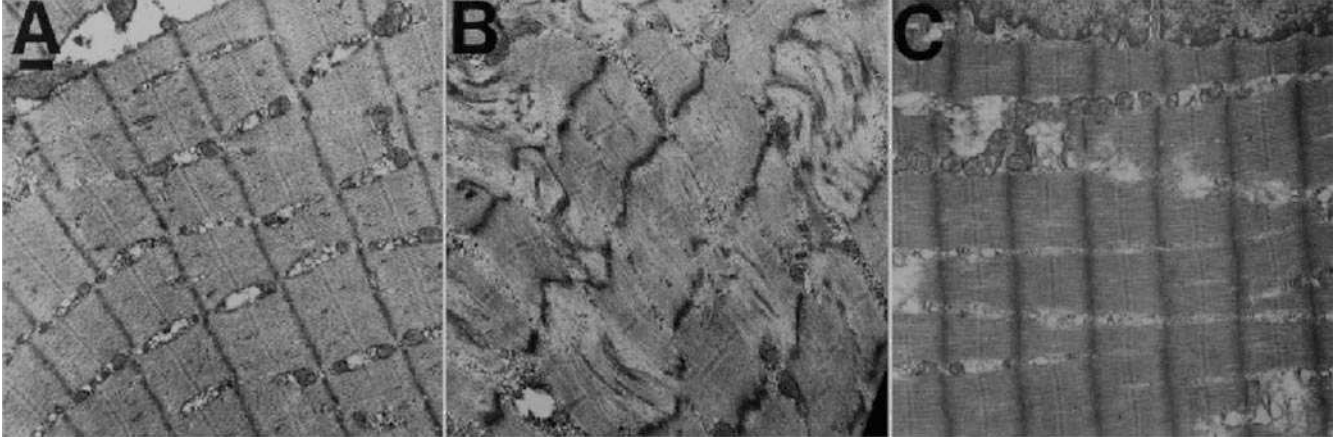
(2 min i 3 × 10 repeticions cada exercici):

- Flexions de cames fins a 80° de flexió de genoll
- Rebots (multisalts)
- Salts horitzontals (passes)
- Salts horitzontals amb els peus junts
- Flexió i extensió del tronc i de la cintura, en posició de genolls (exercici "nòrdic")

sa del tipus de tècniques d'estirament emprades (estirament estàtic, facilitació neuromuscular propioceptiva, rebots, etc.) o la realització d'aquestes en condicions diverses (sense/amb augment previ de la temperatura muscular)<sup>45</sup>. L'ús combinat d'es-

**Figura 5**

Seccions longitudinals del vast extern abans (A), després de 2 dies (B) i després de 7 dies (C) d'un treball muscular excèntric. (D'Hortobagyi et al<sup>64</sup>.)



tiraments estàtics repetits superiors a 15 s, juntament amb estiraments de les diverses modalitats de facilitació neuromuscular propioceptiva, semblen ser les propostes més eficaces en un nivell preventiu<sup>46,47</sup>.

### Treball de força

El nivell de força de la musculatura, juntament amb les propietats funcionals del múscul durant l'exercici (nivells específics en règim de contracció concèntrica, excèntrica, fatigabilitat, etc.), i la seva funció fixadora a les articulacions de càrrega, com el genoll o el turmell, són factors determinants de protecció en les lesions esportives<sup>7,10,40</sup>. En la construcció muscular de l'esportista cal assegurar-se, primerament, un bon balanç entre els diversos grups musculars, per la qual cosa s'han de respectar els principis d'equilibri: dreta-esquerra, a dalt-a baix, davant-darrere, agonista-antagonista. Seguidament s'han de plantejar desenvolupaments específics de les manifestacions de força pròpies de cada modalitat esportiva. En la bibliografia de l'àmbit s'ofereixen prou propostes de treball en aquesta línia<sup>48-51</sup>.

### Treball postural i equilibri muscular

Els desequilibris de to muscular, grau d'escurçament i força originats per la dinàmica de l'estàtica postural han de ser un factor de regulació gairebé diària i permanent en els programes preventius<sup>52,53</sup>. Quant a l'equilibri muscular, es pot oferir com a pauta general tractar d'una manera diferent els músculs tòncics

(que tenen tendència a escurçar-se i que s'han d'estirar) i els músculs fàscics (que tenen tendència a allargar-se i afeblir-se, per la qual cosa s'han de tonificar; i pel seu predomini de fibres lentes, preferentment en isometria, com correspon a la seva funció fixadora)<sup>54</sup>. El treball d'allongació muscular es pot encarar tant des de perspectives analítiques<sup>55,56</sup> com globals<sup>52,57-59</sup>.

### Treball excèntric

L'ús de les contraccions excèntriques (fig. 5), en particular en la rehabilitació de diverses lesions relacionades amb l'esport, ha estat objecte de gran interès els últims anys<sup>60</sup>, seguint la proposta plantejada al seu dia per Stanish<sup>61-63</sup> fonamentalment per 2 motius: les lesions musculars s'esdevenen normalment després d'efectuar-se contraccions musculars amb un component excèntric elevat<sup>34,39,40</sup> i la modificabilitat histològica que es produeix amb l'entrenament excèntric en el treball muscular i en les tendinopaties<sup>63-65</sup>.

Així doncs, la introducció de protocols de treball excèntric per a l'entrenament de certs grups musculars (isquiotibials, adductors, etc.) s'ha mostrat tremendament eficaç per fer reduir la incidència de lesió muscular<sup>66,67</sup>. Igualment, està ben contrastat el tractament excèntric preventiu amb vista al reforç i la integritat funcional dels tendons<sup>65,68-73</sup> o el reforçament articular.<sup>74</sup>

### Treball propioceptiu

Una articulació normal depèn del funcionament correcte del control neuromuscular per evitar lesions, ja que així es per-

met la regulació dinàmica de les càrregues que s'hi apliquen. Diversos autors han remarcat el paper de la propiocepció en la prevenció i el tractament de les lesions esportives<sup>75-77</sup>. Després de lesions articulars, se solen afectar els mecanismes mecanoreceptors que inhibeixen l'estabilització reflexa neuromuscular normal de l'articulació, la qual cosa contribueix a reproduir les lesions, i també al deteriorament progressiu de l'articulació<sup>78,79</sup>. Els treballs encaminats a un millor control neuromotor del moviment s'han mostrat eficaços, especialment davant de lesions de caràcter articular, amb propostes de gran interès en aquest sentit<sup>40,41,80-88</sup>.

## PROTOCOLS GENERALS DE PREVENCIÓ DE LESIONS EN L'ESPORT

Les mesures anteriorment assenyalades han estat contrastades en termes d'eficàcia en diversos estudis. Actualment hi ha nombroses propostes en la bibliografia que pretenen englobar-les diferentment en protocols de prevenció general, tot estudiant d'una manera complexa els seus efectes (taula I).

A tall de conclusió es pot afirmar que les mesures preventives que ofereixen una evidència científica més gran són l'ús d'embenats funcionals, l'entrenament de la flexibilitat i la força (amb una atenció especial al treball excèntric) i el treball propioceptiu.

**Taula I** Dades significatives dels estudis més rellevants sobre prevenció de lesions

Estudi	Mostra	Duració	Continguts	Resultats
Caraffa et al (1996) <sup>89</sup>	Futbol: 40 equips, lliga nacional	1 temporada	20 min diaris amb exercicis en cinc fases de dificultat	Reducció de lesions lligamentoses en genoll
Barh et al (1997) <sup>90</sup>	Voleibol, n = 719; masculí i femení, lliga nacional	3 temporades	1. Abans d'1 any de prevenció 2. Després de mitja temporada d'aplicació del programa (2 anys) 3. Després d'entrenament preventiu (3 anys)	1. 0,9 lesions/1.000 h de pràctica 2. 0,8/1.000 h 3. 0,5/1.000 h
Heidt et al (2000) <sup>91</sup>	Futbol, n = 300 (GE = 42, GC = 258), femení, 14-18 anys	7 setmanes	Entrenament específic de condicionament cardiovascular, pliometria, coordinació, entrenament de la força i de la flexibilitat, en la pretemporada	Es redueix el percentatge de lesions un 19,4%
Eilis y Rosenbaum (2001) <sup>92</sup>	18 homes, 12 dones (GE1 = 20, GE2 = 6, GC = 10)	6 setmanes	1 cop/setmana: equilibri l cama, <i>ankle disk</i> boier, equilibri amb banda elàstica, gatzoneta amb elàstic sobre <i>din air</i> , equilibri sobre fustes d'inversió, sobre <i>minitramp</i> , sobre <i>step</i> , eversió/inversió inclinat, caminar sobre superfície inestable. 30-45 min/exercici	Millora en la capacitat propioceptiva en subjectes amb inestabilitat crònica, millora en el temps de reacció. Gran potencial d'aquest entrenament
Junge et al (2002) <sup>37</sup>	Futbol, n = 194 (GE = 101, GC = 93), masculí, 14-19 anys	1 any	Escalfament i retorn a la calma adequats; <i>taping</i> en turmells inestables; rehabilitacions adequades; 10 exercicis d'F-Marc Bricks de (flexibilitat, força de tronc-maluc-tren inferior, coordinació, temps de reacció, resistència)	El percentatge de lesió per jugador es redueix un 36%; es redueixen un 34% les lesions lleus, un 18% les lesions de sobreús, i un 31% les de no-contacte
Verhagen et al (2004) <sup>81</sup>	Voleibol, n = 116; masculí, femení, nivell nacional	1 temporada	Equilibri en fusta inestable 5 fustes i 14 exercicis diferents: exercici sense material, exercici només amb pilota, exercici amb fusta sol, exercici amb fusta i pilota. Exercicis augmentant en complexitat	Descens en la recaigudes de lesions de turmell. Augment de lesions de genoll per sobreús respecte del grup control

(Continua a la pàg. següent)



**Taula I** Dades significatives dels estudis més rellevants sobre prevenció de lesions (*continuació*)

Estudi	Mostra	Duració	Continguts	Resultats
Olsen et al (2005) <sup>38</sup>	Handbol, n = 1.837 (GE = 958, GC = 879), masculí i femení, 15-17 anys	8 mesos	Escalfament protocol·litzat (8 exercicis × 30 s); exercicis de tècnica (2 exercicis × 5 repeticions × 30 s); propiocepció (5 exercicis × 2 repet. × 90 s); entrenament de força tren inferior (5 exercicis × 3 sèries × 10 repet.)	El total de lesions es redueix un 48%; baixa el nombre de lesions de tren inferior un 35%; es redueixen les lesions de genoll i turmell un 22%
Steffen et al (2005) <sup>93</sup>	Fútbol, n = 33 (GE = 18, GC = 15), femení, 16-18 anys	10 setmanes	Tres vegades per setmana, durant 15 min, feien exercicis d'F-Marc I I: exercicis de control postural, exercicis de propiocepció: equilibri dinàmic i estàtic, "nòrdic" excèntric d'isquiotibials	No es troben diferències significatives
Petersen et al (2005) <sup>83</sup>	Handbol, n = 276 (GE = 134, GC = 142), femení	1 temporada	Pretemporada, 3 cops/setmana durant 10 min, i en temporada, 1 cop/setmana durant 10 min: exercicis de propiocepció (equilibri en pla inestable i recolzament unipodal) i exercicis de salts, combinats amb accions tècniques específiques; els exercicis durant la temporada s'incrementaven en intensitat, d'acord amb 6 fases	No hi ha diferències significatives en els resultats, llevat d'una tendència mínima en el grup d'intervenció a disminuir les lesions de lligament encreuat anterior de no-contacte
McGuine et al (2006) <sup>94</sup>	Basquetbol, (GE = 273, GC = 392)	1 temporada	Equilibri una cama, gatzoneta 30-45 graus, equilibri mentre es dribla, augmentant la dificultat durant 5 setmanes	Redueix les incidències lesionals de turmell en un 38% respecte del grup control

GE: grup de estudi; GC: grup control.

## Bibliografia

- Domínguez E, Casáis L. Entrenamiento de la fuerza en el fútbol. Master de Preparación Física en el Fútbol. Madrid: Real Federación Española de Fútbol-Universidad de Castilla la Mancha; 2005.
- Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper H. Incidence, severity, etiology and prevention of sports injuries. *Sports Med.* 1992; 14:82-99.
- Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:324-9.
- Solla J, Martínez M. Computerization of soccer injuries: a key for supervision of injuries and elaboration of preventive guidelines. *Journal of Sport Science and Medicine.* 2007;6 Suppl 10:42-3.
- Rodríguez LP, Gusí N. Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas. Madrid: Síntesis; 2002.
- Meeuwisse W. Assessing causation in sport injury: a multifactorial model. *Clin J Sport Med.* 1994;4:166-70.
- Parkkari J, Urho M, Kujala UM, Kannus P. Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. *Sports Med.* 2001;31: 985-95.
- Ekstrand J, Gillquist J, Liljedahl SO. Prevention of soccer injuries: supervision by a doctor and a physiotherapist. *Am J Sports Med.* 1983;11:116-20.
- Peterson L, Renström P. Lesiones deportivas. Prevención y tratamiento. Barcelona: Jims; 1988.
- Larson M, Pearl AJ, Jaffet R, Rudawnsky A. Epidemiology of sport injuries. Champaign, Ill: Human Kinetics; 1996.
- Murphy DF, Connolly D, Beynnon DB. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med.* 2003;37:13-29.
- Galambos SA, Terry PC, Moyle GM, Locke SA. Psychological predictors of injury among elite athletes. *Br J Sports Med.* 2005;39:351-4.

13. Junge A. The influence of psychological factors on sports injuries: Review of the literature. *Am J Sports Med.* 2000;28 Suppl:10-15.
14. Finch C. A new framework for research leading sports injury prevention. *J Sci Med Sport.* 2006;9:3-9.
15. Shepard RJ. Towards an evidence based prevention of sports injuries. *Inj Prev.* 2005;11:65-6.
16. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sport Ex.* 2000;32:271-7.
17. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ.* 2002;325:468-73.
18. Arroyo M, Guisado R, García MC, Díaz L. Influencia de los desequilibrios musculares de la pelvis sobre la pubalgia en los deportistas. *Cuestiones de Fisioterapia.* 2004;25:57-66.
19. Petersen J, Hölmich P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:319-23.
20. Daniels L, Whorthingham C. *Pruebas funcionales musculares.* Madrid: Panamericana; 1986.
21. Daza J. *Test de movilidad articular y examen muscular de las extremidades.* Bogotá: Panamericana; 1996.
22. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos: pruebas, funciones y dolor postural.* Madrid: Marban; 2005.
23. Berryman RN, Bandy WD. *Joint range of motion and muscular length testing.* Philadelphia: Saunders; 2002.
24. Hubble-Kozey CL. Testing flexibility. En: McDougall JD, Wenger HA, Green HJ, editors. *Physiological testing of the high-performance athlete.* Champaign, Ill: Human Kinetics; 1991. p. 309-59.
25. Malanga GA, Nadler SF. *Musculoskeletal physical examination.* Philadelphia: Elsevier; 2006.
26. Norkin CC, White DJ. *Goniometría: evaluación de la movilidad articular.* Madrid: Marban; 2006.
27. Sahrman S. *Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento.* Barcelona: Paidotribo; 2006.
28. Buckup K. *Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular: exploraciones, signos, síntomas.* Barcelona: Masson; 2002.
29. Clarkson H. *Musculoskeletal assessment: joint range of motion and manual strength.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
30. Cutter N, Kevorkian C. *Manual de valoración muscular.* Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2000.
31. Hislop H. *Técnicas de balance muscular* Daniels y Worthingham. Madrid: Elsevier; 2006.
32. Huesa F. *Isocinéticos: metodología y utilización.* Madrid: Mapfre; 2000.
33. Perrin DH. *Isocinética: Ejercicios y evaluación.* Barcelona: Bellaterra; 1994.
34. Knight CA, Rutledge CR, Cox ME, Acosta M, Hall SJ. Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Phys Ther.* 2001;81:1206-14.
35. Febbraio MA, Carey MF, Snow RJ, Stathis CG, Hargreaves M. Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense, dynamic exercise. *Am J Physiol.* 1996;271:R1251-5.
36. Fradkin AJ, Gabbe BJ, Cameron PA. Does warming-up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials. *J Sci Med Sport.* 2006;9:214-20.
37. Junge A, Rösch D, Peterson L, Graf-Baumann T, Dvorak J. Prevention of soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *Am J Sports Med.* 2002;30:652-9.
38. Olsen O, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2005;330:449-52.
39. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:371-8.
40. Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J, Goodman RA, Kelling EP. Prevention of knee injuries in sports: A systematic review of the literature. *Journal of Sports Medicine and the Physical Fitness.* 2003;43:165-79.
41. Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J, Goodman RA, Weitman EA. The prevention of ankle sprains in sports: A systematic review of the literature. *Am J Sports Med.* 1999;26:753-60.
42. Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sport Med.* 1999;9:221-7.
43. Casáis L. *El entrenamiento de la flexibilidad.* Master de Preparación Física en el Fútbol. Madrid: Real Federación Española de Fútbol-Universidad de Castilla La Mancha; 2005.
44. Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sport-related injuries. *Sport Medicine.* 1985;2:267-78.
45. Shier I. Does stretching help prevent injuries? En: McAuley D, Best T, editors. *Evidence based sport medicine.* London: BMJ Books; 2002.
46. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med.* 2003;31:41-6.
47. Dadebo B, White J, George K. A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *Br J Sports Med.* 2004;38:388-94.
48. Cissik JM. *The basics of strength training.* Boston: Mc Graw-Hill; 2002.
49. Kraemer WJ, Hakkinen K. *Strength training for sport.* Oxford: Blackwell; 2002.
50. Baechle TR. *Essentials of strength training conditioning.* Champaign, Ill: Human Kinetics; 2002.
51. Komi PV. *Strength and power in sport.* Oxford: Blackwell; 2002.
52. Busquet L. *Las cadenas musculares: Miembros inferiores.* Barcelona: Paidotribo; 1998.



53. Lehman F. La importancia del equilibrio artromuscular. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. 1995;9:12-18.
54. Casáis L. Intervención en el proceso de recuperación de la lesión desde el entrenamiento deportivo: Fases de trabajo. En: Arufe V, editor. *Nutrición, medicina y rendimiento del joven deportista*. Santiago: ESM; 2005. p. 135-59.
55. Alter M. *Los estiramientos*. Barcelona: Paidotribo; 2000.
56. Esnault M. *Estiramientos analíticos en fisioterapia activa*. Barcelona: Masson; 1994.
57. Esnault M, Viel E. *Estiramiento de las cadenas musculares*. Barcelona: Masson; 2003.
58. Souchart E. *Stretching global activo*. Barcelona: Paidotribo; 1998.
59. Ahonen J. *Kinesiología y anatomía aplicada a la actividad física*. Barcelona: Paidotribo; 2001.
60. Prentice WE. *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva*. Barcelona: Paidotribo; 2001.
61. Curwin S, Stanish WD. *Tendinitis it's etiology and treatment*. Lexington: Collamore; 1984.
62. Fyfe I, Stanish W. The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries. *Clin Sports Med*. 1992;11:601-24.
63. Stanish WD, Curwin S, Mandel S. *Tendinitis: it's etiology and treatment*. New York: Oxford University Press; 2000.
64. Hortobagyi T, Houmard J, Fraser D, Dudek R, Lambert J, Tracy J. Normal forces and myofibrillar disruption after repeated eccentric exercise. *J Appl Physiol*. 1998;84:492-8.
65. Holmich P, Uhrskov P, Ulnits L, Knanstrup I, Nielsen MB, Bjerg AM. Effectiveness of active physical training as treatment for long-standing adductor-related groin pain in athletes: randomised trial. *Lancet*. 1999;353:439-43.
66. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13:244-52.
67. Croisier JL, Ganteaume S, Ferret JM. Pre-season isokinetic intervention as a preventive strategy for hamstring injury in professional soccer players. *Br J Sports Med*. 2005;39: 379.
68. Nielsen-Vertommen SL, Taunton JE, Clement DB, Mosher RE. The effect of eccentric versus concentric exercise in the management of Achilles tendonitis. *Clin J Sport Med*. 1992;2:109-13.
69. Medina I, Barbado LM, Jurado A, Pérez JC. Osteopatía dinámica de pubis: propuesta de programa preventivo. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2003;20:163-9.
70. Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training and patients with chronic Achilles tendinosis: normalised tendon structure and decreased thickness at follow up. *Br J Sports Med*. 2004;38:8-11.
71. Purdam CR, Johnsson P, Alfredson H, Lorentzon R, Cook JL, Khan KM. A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2004;38:395-7.
72. Mjolsnes R, Arnason A, Osthagen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14:311-7.
73. Young MA, Cook JL, Purdam CR, Kiss ZS, Alfredson H. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *Br J Sports Med*. 2005;39:102-5.
74. González A, Lantarón E, Gutiérrez M, Pazos J. Programa de trabajo isocinético excéntrico de los flexores de rodilla en un futbolista profesional intervenido de una lesión de LCA. *Cuestiones de Fisioterapia*. 2003;23:63-6.
75. Coarasa A, Moros MT, Villaroya A, Ros R. Reeducción propioceptiva en la lesión articular deportiva: bases teóricas. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2003;19:419-26.
76. Engelhardt M, Reuter I, Freiwald J. Alterations of the neuromuscular system alter knee injury. *European Journal of Sports Traumatology*. 2001;23:75-81.
77. Lorza G. La reeducación propioceptiva en la prevención y tratamiento de las lesiones en el baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte*. 1998;15:517-21.
78. Lephart S. Reestablecimiento de la propiocepción, la cinestesia, el sentido de la posición de las articulaciones y el control neuromuscular en la rehabilitación. En: Prentice WE, editor. *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva*. Barcelona: Paidotribo; 2001. p. 138-58.
79. Lephart S, Pinciviero DM. The role of proprioception in the management and rehabilitation of sport injuries. *Am J Sports Med*. 1997;25:1130-7.
80. Quante M, Hille E. Propriocepción: un análisis crítico de su importancia en la medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2000;17:441-3.
81. Verhagen E, Van der Beek AJ, Twish J. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*. 2004;32:1385-93.
82. Knobloch K, Martin-Schmitt S, Jagodzinski M, Gossling T, Zeichen J, Krettek C. Muscle injury prevention by proprioceptive training in elite female soccer. *Br J Sports Med*. 2005;39: 390-3.
83. Petersen W, Braun C, Bock W, Schmidt K, Weimann A, Drescher W, et al. A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125:614-21.
84. Tropp H, Askling C, Gilquist J. Prevention on ankle sprains. *Am J Sports Med*. 1985;13:259-62.
85. Fabre L, Serrano L, Romero M. Reeducción propioceptiva de la articulación de la rodilla. *Cuestiones de Fisioterapia*. 2001;16:41-62.

86. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. *Am J Sports Med.* 1999;27:699-706.
87. Mascaró A. Aportaciones de la propiocepción a las inestabilidades articulares de las extremidades en el medio deportivo. *Archivos de Medicina del Deporte.* 1999;16:621-6.
88. Bruhn S, Gollhofer A, Gruber M. Proprioception training for prevention and rehabilitation of knee joint injuries. *European Journal of Sports Traumatology.* 2001;23:83-9.
89. Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, Aisa G. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4:19-21.
90. Bahr R, Lian O, Bahr IA. A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7:172-7.
91. Heidt R, Sweeterman L, Carlonas R, Traub J, Tekulve F. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am J Sports Med.* 2000;28:659-62.
92. Eilis E, Rosenbaum D. A multistation proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1991-8.
93. Steffen K, Bakka HM, Myklebust G, Bahr R. The performance effect of an injury prevention programme: a 10 week intervention with F-Marc 11 in adolescent female football players. *Br J Sports Med.* 2005;39:402.
94. McGuine T, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athlete. *Am J Sports Med.* 2006;34:1103-11.

## Annex

Exemples dels mitjans de prevenció de lesions des de l'activitat física.

## Exemples d'exercicis de flexibilitat (passius i assistits)



## Exemples d'exercicis de força (utilitzant diversos materials)



## Exemples d'exercicis de propiocepció



## Exemples d'exercicis excèntrics



## Exemples d'exercicis de control postural

