

Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física

LUIS CASÁIS MARTÍNEZ

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

RESUMEN

La problemática que suponen las lesiones es notable en el proceso de entrenamiento-competición, ya que implica su modificación o su interrupción. Cualquier incidencia lesional altera los planes de entrenamiento y es un factor importante en el control del entrenamiento. La intervención más común dentro del ámbito deportivo se centra en la recuperación de las lesiones para regresar al nivel de rendimiento deportivo anterior, y éste es un proceso costoso desde el punto de vista económico y deportivo. Sin embargo, las actuaciones orientadas a la prevención de lesiones, a pesar de haber mostrado elevada eficacia, no se han implementado de manera sistemática en muchas modalidades deportivas. En este trabajo se revisan algunas medidas y programas preventivos que, desde la actividad física, pueden integrarse en los programas de entrenamiento para minimizar los impactos de las lesiones.

PALABRAS CLAVE: Lesiones deportivas. Actividad física. Prevención.

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 LESIÓN DEPORTIVA COMO LIMITANTE DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO

Un aspecto esencial del proceso de entrenamiento-competición, siguiendo una visión sistémica del entrenamiento, es el subsistema control del entrenamiento¹. En él se suelen incluir todos los aspectos recogidos durante el proceso y que facilitan y permiten la retroalimentación, y, de ser el caso, la adaptación del proceso de entrenamiento (modificación de orientación o magnitud de las cargas de entrenamiento, inclusión o exclusión de contenidos, etc.). Uno de los aspectos importantes que obli-

ga a modificar los programas de entrenamiento es el de las lesiones deportivas, por cuanto requieren una interrupción parcial o total del proceso de entrenamiento y son un hecho prácticamente habitual en la mayoría de las disciplinas deportivas^{2,3}. Su seguimiento, control, análisis de los factores etiológicos, curso y evolución son un elemento crítico que puede proporcionarse con los medios de control adecuados⁴.

Las lesiones constituyen contratiempos adversos que no pueden evitarse del todo, pues la propia actividad deportiva conlleva implícito el riesgo de que se produzcan. Sin embargo, se puede conseguir que este riesgo disminuya (prevención) o

Correspondencia: Luis Casáis Martínez. Universidad de Vigo. Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte de Pontevedra. Campus A Xunqueira s/n. 36005 Pontevedra. España. Correo electrónico: luisca@uvigo.es

que su evolución sea más favorable y la incorporación del deportista se realice en el menor tiempo posible (recuperación funcional/readaptación física). Hasta hace relativamente pocos años, los esfuerzos se centraban en el tratamiento del trauma en sí, prestando especial atención al proceso terapéutico desde una perspectiva clínica. Sin embargo, en los últimos tiempos los intereses se han orientado hacia el desarrollo de estrategias y propuestas multidisciplinarias de intervención relacionadas con la prevención y la readaptación de las lesiones deportivas y del deportista. Aquí se adopta un modelo de intervención general, que incluye una evaluación global del contexto deportivo de intervención (modalidad deportiva, características de los deportistas, condiciones de entrenamiento, etc.), una adecuada prevención ante los factores predisponentes de la lesión, y un trabajo sistematizado en el caso de que aparezca la lesión, asegurando una recuperación completa⁵.

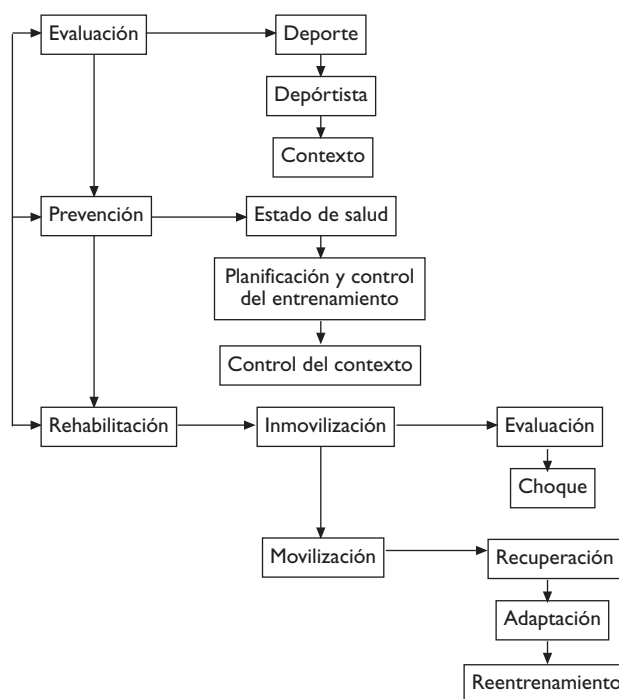
El objetivo último para asumir bajo esta perspectiva en el proceso de entrenamiento-competición sería alcanzar la mejor salud deportiva posible (prevención) o recuperarla cuanto antes en las mayores condiciones de eficiencia y eficacia (recuperación funcional) (fig. 1).

PREVENCIÓN DE LESIONES DEPORTIVAS: REVISIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

Siguiendo la propuesta ya clásica de Van Mechelen, Hlobil y Kemper², la prevención de lesiones deportivas puede diseñarse en una secuencia de 4 pasos: conocer la amplitud del problema, identificar los factores y mecanismos lesionales, introducir medidas de prevención y, por último, evaluar su eficacia. En las últimas décadas han proliferado de manera notable los estudios epidemiológicos que permiten ofrecer luz en los dos primeros aspectos y así identificar la incidencia lesional en cada modalidad deportiva, junto con los factores y mecanismos implicados en la producción de lesiones. El segundo paso se antoja esencial, ya que al determinarse los posibles factores que provocan la lesión, podrá actuarse desde el punto de vista preventivo sobre ellos.

Cualquier intervención profesional para la prevención de lesiones deportivas debe tener en cuenta que no existe un factor único de predisposición lesional. Muy al contrario, en la actualidad se asume un "modelo multifactorial de lesiones deportivas". En su inicio, Meeuwisse⁶ desarrolló un modelo para explicar los diferentes factores de riesgo implicados en la producción de lesiones deportivas, huyendo de planteamientos unicausales. Más adelante se completa esta propuesta^{3,7} al mostrar la interacción compleja de factores de riesgo internos y

Figura 1 Modelo general de intervención ante las lesiones deportivas⁵.



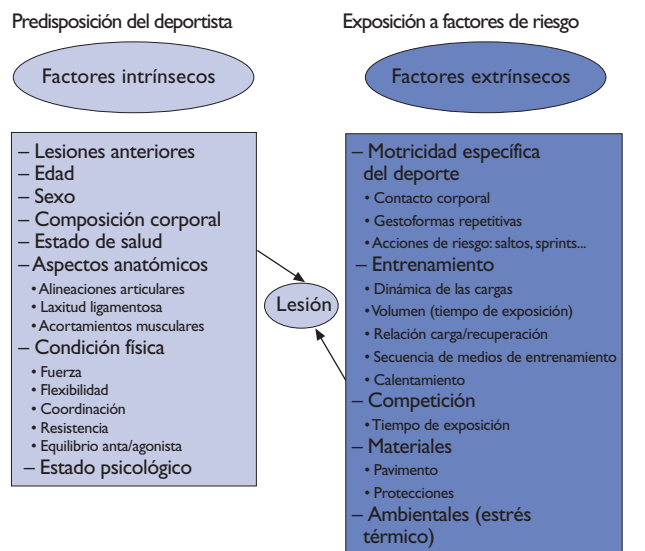
externos y los mecanismos que provocan las lesiones deportivas.

La evidencia empírica acumulada hasta la fecha permite identificar una serie de factores que deben asumirse para implementar medidas preventivas en el entrenamiento. Para una mejor comprensión del fenómeno se suelen clasificar en factores intrínsecos (predisposición del deportista) y extrínsecos (exposición a factores de riesgo), aunque se entiende que, en la realidad del proceso de entrenamiento-competición, se dan de manera compleja e interactiva (y, en muchos casos, acumulativa)^{2,6-11}. En la figura 2 se señalan los más significativos.

Dentro de los factores intrínsecos se pueden apuntar:

- Las lesiones anteriores y su recuperación inadecuada suponen el factor intrínseco más importante.
- La edad, lo que permite reconocer patrones lesionales típicamente evolutivos en diferentes grupos de edad. Igualmente, se presenta una caracterización lesional ligada al sexo del deportista.
- El estado de salud del deportista.
- Aspectos anatómicos, como desalineaciones articulares, alteraciones posturales, laxitud o inestabilidad articular, rigidez y acortamiento muscular suponen los factores típicamente individuales que más hay que tener en cuenta, junto con los gra-

Figura 2 Factores relacionados con la aparición de lesiones deportivas.



dos de cada una de las cualidades físicas (fuerza, resistencia, flexibilidad, coordinación, etc.).

- El estado psicológico^{12,13}.

En el caso de los factores extrínsecos:

- La motricidad específica del deporte supone el factor extrínsecos más relevante, ya que los gestos que hay que realizar implican la exacerbación de determinado mecanismo lesional, incluyendo las formas de producción de lesión más comunes: traumatismo directo, sobreuso por gestos repetidos, velocidad, descoordinación, etc.

- La dinámica de la carga de entrenamiento, ya que se asocia un aumento de las lesiones en los ciclos de mayor densidad competitiva o de aumento de la carga de entrenamiento. Asimismo, el volumen de entrenamiento, en cuanto a tiempo de exposición o carga acumulada en la temporada (minutos y competiciones disputadas), podría indicar sobrecarga de entrenamiento o fatiga residual, siendo un importante disparador de lesiones.

- La competición (su nivel, el tiempo de exposición, etc.) supone un disparador fundamental que dobla o triplica el riesgo lesional.

- Materiales y equipamientos, superficie/pavimento, uso de protecciones, etc.

- Condiciones ambientales (estrés térmico, etc.).

- Tipo de actividad (contenido de entrenamiento), algo poco estudiado pero tremendamente relevante para establecer

contenidos de entrenamiento especialmente sensibles a la implementación de pautas preventivas.

- Momento de la sesión, ya que la fatiga aguda producida en el entrenamiento o la competición es un elemento que multiplica el riesgo lesional, al existir mayor frecuencia de lesiones en los minutos finales del entrenamiento o de la competición. También debe contemplarse el calentamiento inadecuado como elemento importante.

Con respecto a la implementación de medidas preventivas, es necesario revisar la potencia de las medidas propuestas, evaluando su eficacia. Son muy numerosos los trabajos publicados sobre el particular, aunque se hace necesario un minucioso estudio de ellos, tanto desde el punto de vista metodológico como de idoneidad de las propuestas, para fundamentar adecuadamente dichas intervenciones^{2,7,14,15}. Los programas han de evaluarse mediante diseños más rigurosos, no sólo con diseños experimentales aleatorizados de grupo control, sino también diseños cuasiexperimentales que permitan utilizar muestras más representativas (deportistas profesionales) y contextos de práctica más realistas (procesos de entrenamiento-competición), y con programas de intervención con medidas realmente potentes. De esta manera, podrán valorarse con el rigor requerido las diferentes medidas preventivas, refutando así trabajos generalmente citados y asumidos como referentes que utilizan muestras poco significativas (sedentarios que se alistan en el ejército para iniciar un proceso de instrucción que contiene cierta cantidad de ejercicio físico) y protocolos de prevención muy limitados (p. ej., algo más de 2 min de estiramientos para prevenir lesiones tendinosas y musculares)¹⁶, o muestras todavía menos significativas, como sedentarios que dedican 1-2 min a realizar estiramientos para prevenir lesiones musculares¹⁷.

A continuación se repasan algunas medidas que, desde el campo de intervención de la actividad física y el deporte, se pueden implementar como medidas de prevención primaria.

Valoración inicial: análisis postural y desequilibrios artromusculares

Dado que las lesiones deportivas se asocian a la afectación mayoritaria del aparato locomotor, la integridad y el equilibrio mecánico de éste suponen una de las fuentes primarias a la hora de facilitar su aparición. Las desalineaciones articulares y los desequilibrios artromusculares son germen frecuente de aparición de problemas^{18,19}, por lo que una de las bases de cualquier

Figura 3 Ejemplos de test de extensibilidad muscular. (De Berryman y Bandy²³.)

programa preventivo debería incluir una valoración postural y artromuscular completa y exhaustiva, incluyendo el análisis plantar. Propuestas sencillas, pero potentes para la realización de exámenes posturales, pueden encontrarse en la bibliografía del ámbito²⁰⁻²². Con respecto a la valoración de la extensibilidad muscular (fig. 3) y la movilidad articular, pueden utilizarse algunos de los test que tienen buenas medidas de validez y de fiabilidad, ya sea realizando observación directa o valoraciones más exhaustivas, como las goniométricas. Su desarrollo y su protocolo pueden encontrarse en diversas fuentes²³⁻²⁷.

La exploración manual de la fuerza de los grupos musculares más importantes puede ser de gran ayuda para localizar posibles desequilibrios, a partir de pruebas sencillas y de adecuada validez²⁸⁻³¹. Evidentemente, esta evaluación puede completarse con medidas más potentes, como la valoración isocinética^{32,33}.

Calentamiento

Como medida metodológica esencial en los procesos de entrenamiento-competición, su eficacia se explica por el cambio de las propiedades viscoelásticas de los tejidos con el aumento de temperatura³⁴ o la mejora de las condiciones metabólicas que provoca³⁵. Un reciente metaanálisis ejemplifica la potencia de esta medida preventiva³⁶. Contenidos como la movilidad articular, la carrera progresiva, los estiramientos y el entrenamiento técnico-propioceptivo previos a la actividad principal proporcionan una garantía preventiva importante (fig. 4)^{8,37,38}.

Trabajo de flexibilidad

La falta de extensibilidad muscular, o el elevado tono de la musculatura antagonista, son un elemento favorecedor de las lesiones deportivas, en especial las lesiones musculares^{19,39-42}.

Figura 4 Protocolo de calentamiento con objetivo preventivo. (De Olsen et al³⁸.)

Programa de ejercicios de calentamiento utilizados para prevenir lesiones

Ejercicios de calentamiento: una repetición de 30 s cada ejercicio:

- Trote ida y vuelta
- Carrera hacia atrás
- Carrera hacia delante elevando rodillas y soltando piernas
- Carrera lateral cruzando piernas (cariocas)
- Carrera lateral balanceando brazos
- Carrera hacia delante con rotaciones de tronco
- Carrera hacia delante con paradas intermitentes
- Carrera de velocidad

Técnica: un ejercicio de los siguientes en cada sesión, durante 4 min y 5 × 30 s cada uno:

- Paradas y pivotajes variados
- Lanzamientos en salto y recepciones

Equilibrio

(Sobre una tabla de equilibrio, un ejercicio durante cada sesión de entrenamiento, 4 min de duración y 2 × 90 s cada uno):

- Pases con balón en equilibrio bipodal sobre plato inestable
- Sentadillas con una o dos piernas sobre plato inestable
- Pases en apoyo unipodal sobre plato inestable
- Botes de balón con ojos cerrados sobre plato inestable

Fuerza

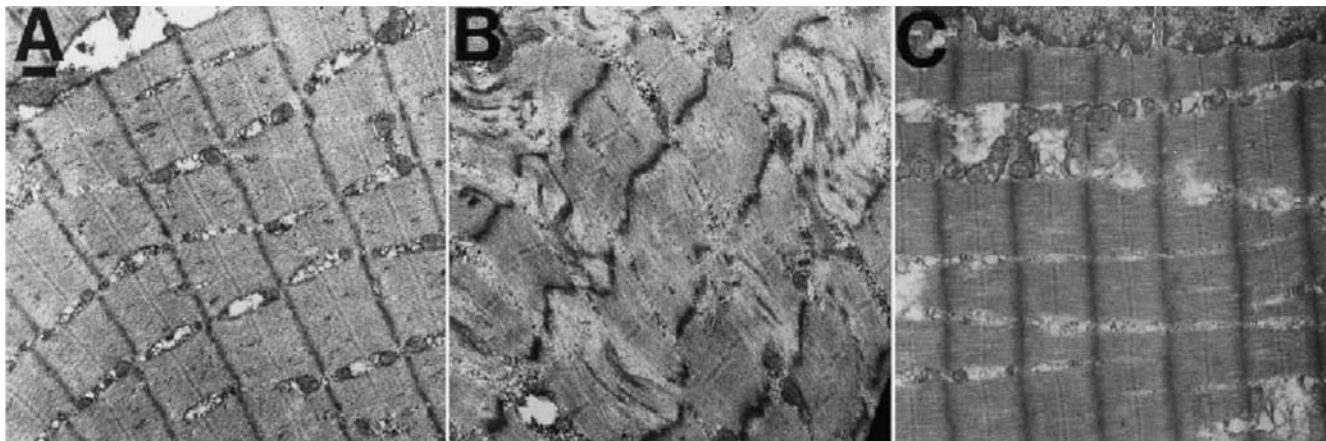
(2 min y 3 × 10 repeticiones cada ejercicio):

- Sentadillas hasta 80° de flexión de rodillas
- Rebotes (multisaltos)
- Saltos horizontales (zancadas)
- Saltos horizontales con pies juntos
- Flexión y extensión de tronco y cadera, en posición de rodillas (ejercicio "nórdico")

Para preservar a los deportistas de posibles lesiones musculares por sobreestiramiento, es necesario lograr un buen nivel de flexibilidad residual, para tener un rango articular y muscular de reserva, por si algún gesto inesperado o no habitual es superior

Figura 5

Secciones longitudinales del vasto externo antes (A), después de 2 días (B) y después de 7 días (C) de un trabajo muscular excéntrico. (De Hortobagyi et al⁶⁴.)



a los gestos de la flexibilidad o movilidad de trabajo⁴³. Igualmente, parece bien constatado que la realización de estiramientos como contenido del calentamiento puede prevenir frente a posibles lesiones musculares por sobreestiramiento⁴⁴, aunque hay opiniones encontradas, quizás debido a la tipología de técnicas de estiramiento empleadas (estiramiento estático, facilitación neuromuscular propioceptiva, rebotes, etc.) o la realización de aquéllos en diferentes condiciones (sin/con aumento previo de la temperatura muscular)⁴⁵. El uso combinado de estiramientos estáticos repetidos superiores a 15 s, junto con estiramientos de las diversas modalidades de facilitación neuromuscular propioceptiva, parecen ser las propuestas más eficaces en el aspecto preventivo^{46,47}.

Trabajo de fuerza

El grado de fuerza de la musculatura, junto con las propiedades funcionales del músculo durante el ejercicio (valores específicos en régimen de contracción concéntrica, excéntrica, fatigabilidad, etc.), y su función fijadora en las articulaciones de carga como la rodilla o el tobillo, son factores determinantes de protección en las lesiones deportivas^{7,10,40}. En la construcción muscular del deportista ha de asegurarse, primeramente, una buena armonía entre diferentes grupos musculares, por lo que han de respetarse los principios de equilibrio: derecha-izquierda, arriba-abajo, delante-atrás, agonista-antagonista. Seguidamente, han de plantearse desarrollos específicos de las manifestaciones de fuerza propias de cada modalidad deportiva. En la literatura del ámbito se ofrecen suficientes propuestas de trabajo en este sentido⁴⁸⁻⁵¹.

Trabajo postural y equilibrio muscular

Los desequilibrios de tono muscular, grado de acortamiento y fuerza originados por la dinámica de la estática postural han de ser un factor de regulación casi diaria y permanente en los programas preventivos^{52,53}. En cuanto al equilibrio muscular, se puede ofrecer como pauta general tratar de manera diferente a músculos tónicos (que tienen tendencia a acortarse y que han de estirarse) y músculos fásicos (con tendencia a elongarse y debilitarse, por lo que deben tonificarse, y por su predominio de fibras lentas, preferentemente en isometría, como corresponde a su función fijadora)⁵⁴. El trabajo de elongación muscular puede abordarse tanto desde perspectivas analíticas^{55,56} como globales^{52,57-59}.

Trabajo excéntrico

El uso de las contracciones excéntricas (fig. 5), en particular en la rehabilitación de diversas lesiones relacionadas con el deporte, ha sido objeto de gran interés en los últimos años⁶⁰, siguiendo la propuesta abierta en su día por Stanish⁶¹⁻⁶³ fundamentalmente por 2 motivos: las lesiones musculares, que se producen normalmente tras la realización de contracciones musculares con un componente excéntrico elevado^{34,39,40}, y la modificabilidad histológica que se produce con el entrenamiento excéntrico en el trabajo muscular y en las tendinopatías⁶³⁻⁶⁵.

De esta manera, la introducción de protocolos de trabajo excéntrico para el entrenamiento de ciertos grupos musculares (isquiotibiales, aductores, etc.) se ha mostrado tremendamente

eficaz para la reducción de la incidencia de lesión muscular^{66,67}. Igualmente, está bien datado el tratamiento excéntrico preventivo de cara al refuerzo y la integridad funcional de los tendones^{65,68-73} o el reforzamiento articular⁷⁴.

Trabajo propioceptivo

Una articulación normal depende del correcto funcionamiento del control neuromuscular para evitar lesiones, ya que así se permite la regulación dinámica de las cargas que se aplican sobre ella. Distintos autores han resaltado el papel de la propiocepción en la prevención y el tratamiento de las lesiones deportivas⁷⁵⁻⁷⁷. Después de lesiones articulares, suelen afectarse mecanismos mecanorreceptores que inhiben la estabilización refleja neuromuscular normal de la articulación, lo que contribuye a que se reproduzcan las lesiones, así como el deterioro progresivo de la articulación^{78,79}. Los trabajos encaminados a

un mejor control neuromotor del movimiento se han mostrado eficaces, especialmente ante lesiones de carácter articular, y hay propuestas de gran interés en este sentido^{40,41,80-88}.

PROTOCOLOS GENERALES DE PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE

Las medidas señaladas han sido contrastadas en términos de eficacia en diferentes estudios. Actualmente existen numerosas propuestas en la literatura que pretenden englobarlas de diferente manera en protocolos de prevención general, estudiando de manera compleja sus efectos (tabla I).

A modo de conclusión, puede afirmarse que las medidas preventivas que mayor evidencia científica ofrecen son el uso de vendajes funcionales, el entrenamiento de flexibilidad y de fuerza (con especial atención al trabajo excéntrico), y el trabajo propioceptivo.

Tabla I Datos significativos de los estudios más relevantes sobre prevención de lesiones

Estudio	Muestra	Duración	Contenidos	Resultados
Caraffa et al (1996) ⁸⁹	Fútbol: 40 equipos de la liga nacional	1 temporada	20 min diarios con ejercicios en 5 fases de dificultad	Reducción de lesiones ligamentosas en rodilla
Barh et al (1997) ⁹⁰	Voleibol, n = 719; masculino y femenino, liga nacional	3 temporadas	1. Antes de 1 año de prevención 2. Después de media temporada de aplicación del programa (2 años) 3. Después de entrenamiento preventivo (3 años)	1. 0,9 lesiones/1.000 h de práctica 2. 0,8/1.000 h 3. 0,5/1.000 h
Heidt et al (2000) ⁹¹	Fútbol, n = 300 (GE = 42, GC = 258), femenino, 14-18 años	7 semanas	Entrenamiento específico de acondicionamiento cardiovascular, pliometría, coordinación, entrenamiento de la fuerza y de la flexibilidad, en la pretemporada	El porcentaje de lesiones se reduce un 19,4%
Eilis y Rosenbaum (2001) ⁹²	18 hombres y 12 mujeres (GE1 = 20, GE2 = 6, GC = 10)	6 semanas	1 vez/semana: equilibrio 1 pierna, <i>ankle disk boler</i> , equilibrio con banda elástica, sentadilla con elástico sobre <i>din air</i> , equilibrio sobre tablas de inversión, sobre <i>minitramp</i> , sobre <i>step</i> , eversión/inversión inclinado, caminar sobre superficie inestable. 30-45 min/ejercicio	Mejora en la capacidad propioceptiva en sujetos con inestabilidad crónica, mejora en el tiempo de reacción. Gran potencial de este entrenamiento
Junge et al (2002) ³⁷	Fútbol, n = 194 (GE = 101, GC = 93); masculino, 14-19 años	1 año	Calentamiento y vuelta a la calma adecuados; <i>taping</i> en tobillos inestables; rehabilitaciones adecuadas; 10 ejercicios de F-Marc Bricks (flexibilidad, fuerza de tronco-cadera-tren inferior, coordinación, tiempo de reacción, resistencia)	El porcentaje de lesión por jugador se reduce un 36%; se reducen un 34% las lesiones leves, 18% las lesiones de sobreuso, y 31% las de no contacto
Verhagen et al (2004) ⁸¹	Voleibol, n = 116; masculino, femenino, nivel nacional	1 temporada	Equilibrio en tabla inestable 5 tablas 14 ejercicios distintos: ejercicio sin material, ejercicio sólo con pelota, ejercicio sólo con tabla, ejercicio con tabla y pelota. Ejercicios aumentando en complejidad	Descenso en las recaídas de lesiones de tobillo. Aumento de lesiones de rodilla por sobreuso respecto al grupo control

(Continúa en pág. siguiente)

Tabla I Datos significativos de los estudios más relevantes sobre prevención de lesiones (continuación)

Estudio	Muestra	Duración	Contenidos	Resultados
Olsen et al (2005) ³⁸	Balónmano, n = 1.837 (GE = 958, GC = 879), masculino, femenino, 15-17 años	8 meses	Calentamiento protocolizado (8 ejercicios × 30 s); ejercicios de técnica (2 ejercicios × 5 repeticiones × 30 s); propiocepción (5 ejercicios × 2 rep × 90 s); entrenamiento de fuerza tren inferior (5 ejercicios × 3 series × 10 rep)	El total de lesiones se reduce un 48%; desciende el número de lesiones de tren inferior un 35%; se reducen las lesiones de rodilla y tobillo un 22%
Steffen et al (2005) ⁹³	Fútbol, n = 33 (GE = 18, GC = 15); femenino, 16-18 años	10 semanas	Tres veces a la semana, durante 15 min, realizaban ejercicios F-Marc II: ejercicios de control postural, ejercicios de propiocepción: equilibrio dinámico y estático, "nórdico" excéntrico de isquiotibiales	No se encuentran diferencias significativas
Petersen et al (2005) ⁸³	Balónmano, n = 276 (GE = 134; GC = 142), femenino	I temporada	Pretemporada, 3 veces/semana durante 10 min, y en temporada, 1 vez/semana durante 10 min: ejercicios de propiocepción (equilibrio en plano inestable y apoyo unipodal) y ejercicios de saltos, combinados con acciones técnicas específicas; los ejercicios a lo largo de la temporada se incrementaban en intensidad, pasando por 6 fases	No existen diferencias significativas en los resultados, salvo una mínima tendencia en el grupo de intervención a disminuir las lesiones de ligamento cruzado anterior de no contacto
McGuine et al (2006) ⁹⁴	Baloncesto, n = 765 (GE = 273, GC = 392)	I temporada	Equilibrio una pierna, sentadilla 30-45 grados, equilibrio mientras se dribla, aumentando la dificultad durante 5 semanas	Reduce las incidencias lesionales de tobillo en un 38% respecto al grupo control

GE: grupo de estudio; GC: grupo control.

Bibliografía

- 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: McGraw-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.

Anexo

Ejemplos de medios de prevención de lesiones desde la actividad física.

Ejemplos de ejercicios de flexibilidad (pasivos y asistidos)



Ejemplos de ejercicios de fuerza (utilizando diferentes materiales)



Ejemplos de ejercicios de propiocepción



Ejemplos de ejercicios excéntricos



Ejemplos de ejercicios de control postural

