

Prevención de lesiones deportivas

Mariano Fernández Fairen,* José María Busto Villarreal**

Más vale prevenir que curar (refrán castellano, atribuido a Erasmo de Rotterdam con una variación mínima). Aunque se concede la paternidad a este humanista de prestigio, en la práctica cotidiana es completamente acertado, como lo demuestra su uso común entre la gente: la sabiduría popular.

Objetivos:

- a) Enunciar las medidas y dispositivos más comunes que se utilizan en la práctica de deportes para prevenir lesiones.
- b) Presentar la clasificación de lesiones ocurridas en el deporte y ejemplificar algunos casos.

POR QUÉ SE LESIONAN LOS ATLETAS

Las lesiones deportivas se pueden dividir en tres grandes categorías, atendiendo a cómo se han producido: por contacto, cuando colabora activamente otro deportista, antagonista o no del lesionado; por autoagresión, cuando es el propio lesionado el que se lesiona, y por sobrecarga, cuando la lesión es debida a la repetición cíclica de un gesto deportivo por encima de la capacidad resistiva de los tejidos solicitados. Las dos primeras clases obedecen a un episodio en el que se dispensa alta energía y dan pie a lesiones agudas, en tanto que las últimas ocurren después de un cierto tiempo de práctica deportiva y suelen tener un fondo de cronicidad.¹

Hay deportes que favorecen la producción de lesiones de quienes los practican por la energía dispensada en el mismo, por su violencia, o por la frecuencia e inevitabilidad del contacto.^{2,3} Hay que citar, como ejemplos, el motociclismo, la equitación o el esquí, el boxeo y las diferentes modalidades de lucha; también el baloncesto, en los que grandes masas entran en contacto violento permanentemente. Además, puede haber también una cierta especificidad según sexo en la causalidad de accidentes en un determinado deporte.^{3,4} En la *figura 1* se aprecian claramente esas diferencias, quedando clara la pasión con la que la mujer se ha incorporado al mundo del fútbol, como ejemplo de deporte de contacto, donde incluso hay mayor porcentaje de lesiones que entre los hombres.⁵

* Médico adscrito al Instituto de Cirugía Ortopédica y Traumatología de Barcelona, España.

** Médico adscrito a la Clínica de Medicina Deportiva del Club de Fútbol Pachuca, México.

Dirección para correspondencia:

Dr. José María Busto Villarreal.

Libramiento Circuito de la Concepción Km 2 s/n, Col. La Concepción, 42160 San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. Correo electrónico: jose.busto@tuzos.com.mx

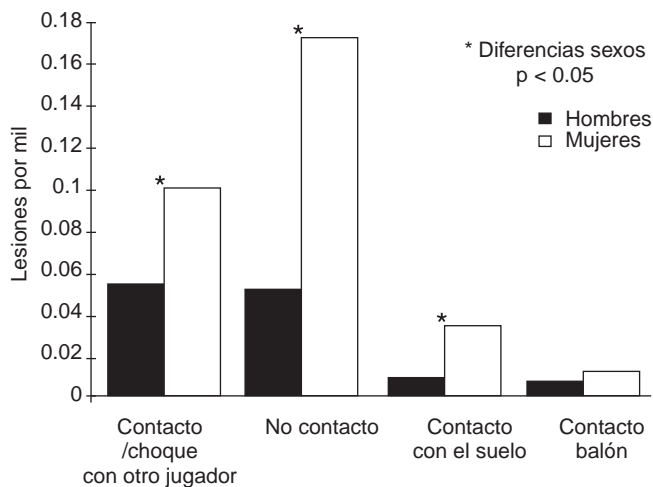


Figura 1. Riesgo de sufrir un accidente en el fútbol, según tipo de incidente y sexo de los deportistas.

CÓMO SE EVITAN LAS LESIONES

Evidentemente, actuando antes de que puedan producirse y no transgrediendo los límites del atleta en cuestión.

Para ello, lo primero es evaluar las facultades del deportista con objeto de adecuar convenientemente el nivel de demandas al que va a ser sometido. Debe ser obligatorio un examen médico completo en pretemporada, repitiéndolo, recomendablemente, a fin de pretemporada y a final de temporada, como valoración del entrenamiento, y aún más si se efectúan cambios o modificaciones en el mismo y tras una lesión, para asegurar la reintegración al deporte en perfectas condiciones.⁶⁻¹⁰

En segundo lugar, hay que atender a los imperativos que marcan las propiedades biomecánicas de los tejidos solicitados. El comportamiento de los mismos es viscoelástico y exige un calentamiento adecuado previo a la práctica deportiva, repitiendo una serie de ciclos del o los gestos que van a realizarse, con lo que se mejora el rendimiento de dichos tejidos.¹¹⁻¹⁴ Tras el calentamiento se ha recomendado siempre estirar los tejidos que van a ser puestos en juego, con lo que se optimiza la respuesta de éstos, se incrementa en 20% el rango de movilidad articular del segmento estirado y se disminuye el riesgo de lesión.¹⁵⁻¹⁶

Los estiramientos habrán de repetirse al finalizar la sesión deportiva realizada. Sin embargo, en una revisión del tema en 2002 por Shrier, encontró que a la pregunta sobre si el estiramiento preejercicio prevenía las lesiones, la respuesta, con un nivel I de evidencia científica, era que no, en tanto que a la pregunta sobre si estirar fuera de periodos de ejercicio previene la lesión, la respuesta, con ese mismo nivel de evidencia, era afirmativa en lo referente a disminuir la incidencia y la gravedad lesional.¹⁷

El tercer pie indispensable para una correcta y segura práctica deportiva es la preparación física y el entrenamiento.^{6,18} Sesenta por ciento de las lesiones

son consecuencia de errores en el entrenamiento.¹ Al contrario, la buena condición física se consigue con un entrenamiento lento y progresivo.¹⁹⁻²⁰ Cuanto mayor es la relación entrenamiento/competición menor es el índice de lesiones.²¹

Gestos específicos exigen un entrenamiento específico.^{6,22} Tomando como ejemplo el golpe con la cabeza al balón en el fútbol, hay que advertir que supone un traumatismo repetido que puede ocasionar microlesiones cerebrales evidentes a largo plazo. Esto es evitable aprendiendo a compensar el impacto del balón, imprimiendo una aceleración a la cabeza en el instante previo al contacto, con lo que se disminuye ese pico de impacto (*Figura 2*).^{23,24}

La fatiga predispone a las lesiones y es un límite a no transgredir.²⁵ Aquí cabe parafrasear que «nunca terceros tiempos fueron buenos». Por tanto, habrá que evitar periodos exhaustivos de juego, teniendo sumo cuidado con la tempe-

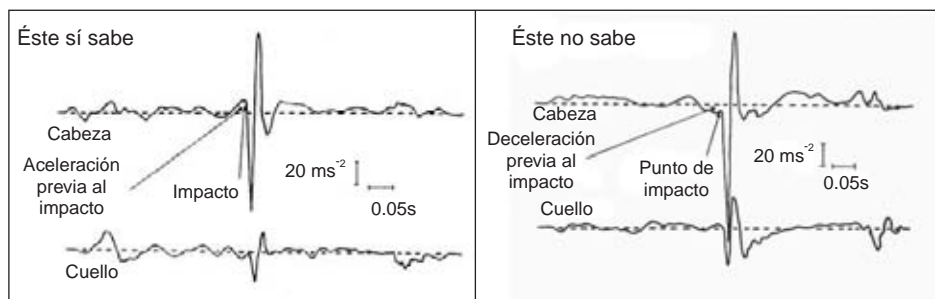


Figura 2. Dos tipos de futbolistas en el juego de cabeza: el que sabe y acelera la cabeza antes del impacto del balón, y el que no sabe y no lo hace.

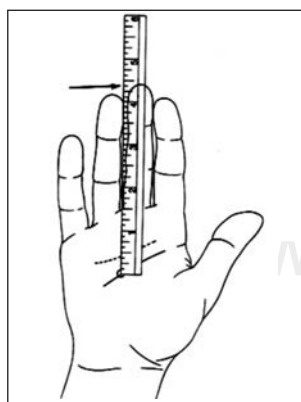


Figura 3. Selección de grip en una raqueta de tenis. Evidentemente no será lo mismo en un adulto que en un niño.

ratura a la que se lleva a cabo por ser un factor agravante del agotamiento del deportista.²⁶⁻²⁸

Es incuestionable que la alimentación y la hidratación están íntimamente ligadas a lo que se acaba de decir.²⁹⁻³³ No se puede olvidar ni dilatar una reposición de líquidos adecuada, y eso se llama hidratación, ya que el agua es el mejor hidratante y el que menos problemas de absorción y asimilación tiene.³⁴ El agua fresca que se incorpora inmediatamente al medio interno y no permanece en el estómago más que un mínimo espacio de tiempo y no sobrecarga el riñón.

USO ADECUADO DE IMPLEMENTOS

En este campo hay que observar que cada deporte y cada deportista, tienen ciertas especificidades que hacen obligatoria su observancia en lo que a los implementos necesarios para esa práctica se refiere. Esto reza fundamentalmente para todas las variaciones personales de talla, peso, sexo, etcétera. Así, la raqueta de tenis deberá ajustar su *grip* a la mano del jugador, siguiendo criterios de selección que son bien conocidos, tales como el de su equivalencia a la longitud del dedo medio de la mano, medida desde el pliegue palmar proximal (*Figura 3*).^{35,36}

Lo mismo cabe decir en lo referente a los balones de fútbol. Su peso y presión de aire no pueden ser los mismos según las categorías que vayan a jugar con ellos.^{37,38} A este respecto, hay normas indicativas de los parámetros a utilizar en cada caso concreto (*Figura 4*).

En cuanto a protecciones, hay que usarlas fundamentalmente en lo referente a la cabeza,³⁹⁻⁴² y a los órganos que hay en ella, como los ojos.⁴³ En hombres, las protecciones para los genitales, y en las mujeres los sujetadores, han de proporcionar ese efecto, pero no sólo en lo referente a choques e impactos, sino también en su función sustentante, evitando la acción de la gravedad, la oscilación y el golpeteo en actividades como la carrera.⁴⁴

Hay que almohadillar todos los relieves óseos cuando haya posibilidades de choques y contusiones,⁴⁵ por ejemplo: rodilleras para los porteros de fútbol, coderas y muñequeras para los practicantes de *skate*,^{46,47} ya que reducen signifi-



Balón		
Tamaño	– peso (g)	edad
# 3	312-340	6 - 9 a
# 4	340-369	10 - 12 a
# 5	396-453	≥ 14 a
Inflado 0.6 – 1.1 atm		

Figura 4. Peso y presión de hinchado de los balones de fútbol de acuerdo a las diferentes categorías de edad.

cativamente el riesgo de padecer una lesión, que normalmente incide sobre dichas zonas cuando no van protegidas. Sin embargo, estas precauciones no siempre se cumplen rigurosamente. Las espinilleras en el fútbol, por ejemplo, son eficaces y por tanto obligatorias, pero sólo son usadas en 85% de los casos.^{1,48} La razón es que para absorber los impactos precisan un grado de rigidez y resultan pesadas y gruesas, por lo que no son cómodas de llevar.

Por otro lado, el uso de determinados medios para evitar o disminuir cierto tipo de lesiones, queda en principio reservado a los deportistas que ya han sufrido ese tipo de lesión.⁴⁹ Es el caso de los «tapes» y de ortesis como rodilleras o tobilleras.⁵⁰⁻⁵³ Los «tapes» son eficaces pero han de ser realizados siempre por personal calificado para obviar el riesgo mayor de lesiones secundarias a su mala práctica. Además, pierden su eficacia con rapidez al ser su adherencia a la piel efímera.^{54,55} Frente a ello, las tobilleras son fáciles de colocar, pero difíciles de llevar, y eficaces, no conociendo bien su efecto sobre la necesaria y fisiológica propiocepción.⁵⁶

Repitiendo lo que ya se ha enunciado, cada tamaño de deportista requiere su talla de protección, y nunca un niño debe portar una máscara o un casco de adulto.^{18,57} El uso de un protector inadecuado puede ser incluso peor que no llevar nada.⁵⁸

EL CASO ESPECÍFICO DEL CALZADO DEPORTIVO

Al hablar de esto hay que tener *in mente*, volviendo a insistir en lo dicho antes, las importantes variaciones individuales que supone una gran variedad de pies y la necesidad de personalizar la elección del calzado.⁵⁹ El pie se ha catalogado clásicamente según su longitud y es obligatorio pensar no sólo en eso, sino tener en cuenta que además presenta un ancho y un alto.⁶⁰ Las tres dimensiones deben ser igualmente consideradas cuando se enfrenta uno a la selección de un calzado deportivo.

El calzado normalmente se compra por su apariencia, marca, moda o mimetismo de la publicidad que rodea toda manifestación actual, influyendo capitalmente en la toma de decisiones de los sujetos, o de los amigos y entorno general del deportista en cuestión.⁶¹ Hay que tener presente que el pie del deportista en concreto no tiene por qué ser ni parecido al de los deportistas de élite, que son utilizados como señuelo en la publicidad, y de que no hay ningún calzado universalmente bueno e ideal para todos los pies.^{59,62}

Hay que escuchar el consejo de los especialistas cuando se tenga que elegir el buen calzado,⁶³ aunque si dependiera exclusivamente del deportista resultaría el de mejor apariencia o el más bonito,⁶¹ y, en caso de tratarse de un niño, si fuera por la madre, se inclinaría por el más barato.^{61,64}

El calzado deportivo debe reunir una serie de condiciones que vienen representadas en la *figura 5*. Ha de ser ventilado, transpirable, sin puntos de presión tales como costuras, ojales, cordones, etc., con una suficiente cámara para los dedos y una rigidez suficiente de puntera y suela que preserve de los impactos y de la hiperextensión excesiva de los dedos.^{63,65} Si no se cumplen



Figura 5. Características de un buen calzado deportivo.

estas condiciones, los microtraumatismos repetidos desencadenan patología a nivel ungueal y en las articulaciones metatarso-falángicas e interfalángicas, siendo característico el *hallux rigidus* secundario a ello (Figura 6).

Un buen calzado es también capaz de disminuir los impactos y controlar los desplazamientos del pie, sobre todo si por el uso el pie tiende al cavo o al plano respectivamente.⁶⁶⁻⁶⁹ De hecho, jugando con la dureza y la tenacidad de la suela y con la capacidad estabili-

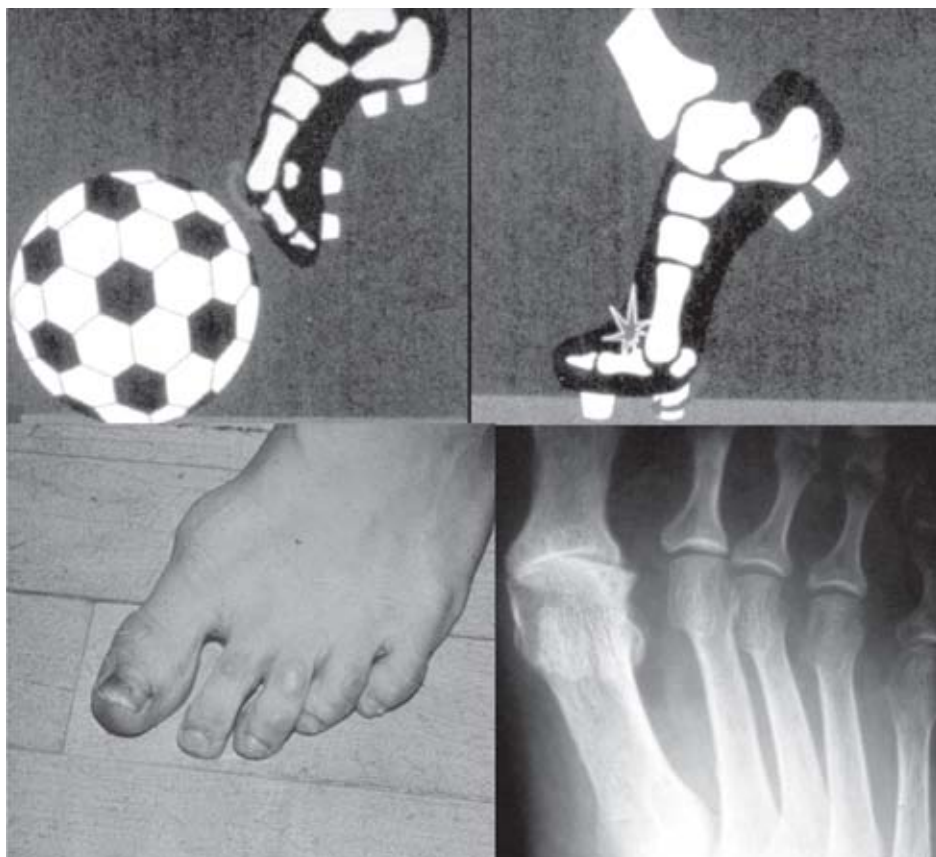


Figura 6. Patología ungueal por microtraumatismos repetidos y hallux rigidus.

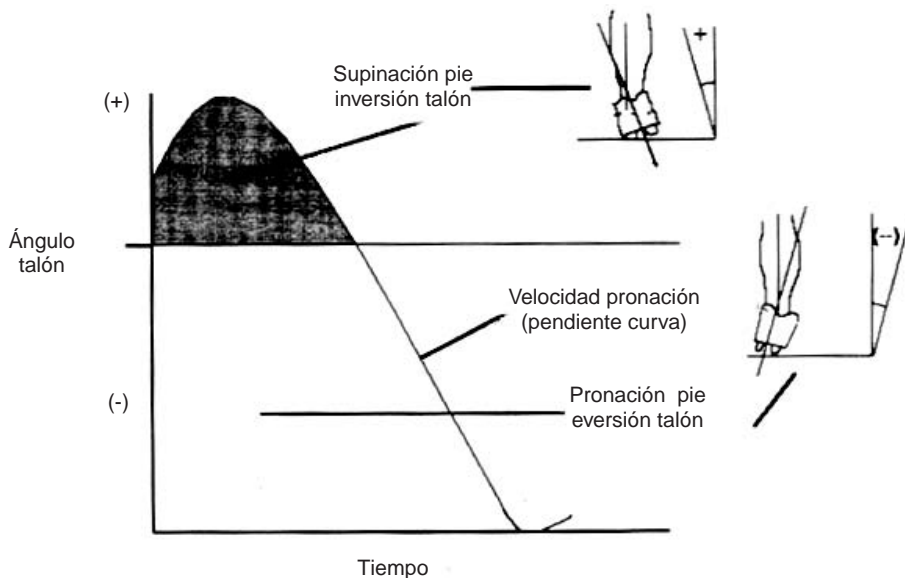


Figura 7. Unos tacos altos colocan al pie en una posición más elevada con respecto al suelo, aumentando la supinación-pronación en el apoyo, con las consecuencias negativas que eso puede tener.

zadora del talón del zapato o bota, se llega a disponer óptimamente de calzado específico para esas eventualidades.⁷⁰⁻⁷²

Referente a aditamentos que llevan determinados calzados como los tacos de las botas de fútbol, hay que señalar que el mercado del calzado presenta múltiples posibilidades al respecto, pero que, como en otros casos, no siempre son racionales. De número variable (6, 12, 14), de tamaño variable en cuanto a longitud y área de taco, de localización variable y de diferentes materiales, permiten un sinfín de combinaciones.⁷³ Hay que evitar, de todas maneras, los tacos muy altos porque elevan la posición del pie y condicionan una mayor supinación-pronación del mismo, con los efectos deletéreos que ello supone (*Figura 7*).^{49,65,73} De igual manera, se debe vigilar que los tacos no causen puntos de presión sobre estructuras anatómicas del pie susceptibles de sufrir fatiga por esa sobresolicitación (*Figura 8*).^{73,74} Por último, los tacos no deben ser instrumentos para herir; al contrario, se deben considerar forma y materiales que disminuyan su potencial lesivo en las colisiones.

Es preciso recordar que es obligatorio considerar el calzado en relación al piso sobre el que debe trabajar.^{65,73,75-77} Así, por ejemplo, superficies blandas hacen deseable tacos desmontables con alma metálica, mientras que las superficies duras hacen preferible multitacos de plástico, de bajo perfil.⁷³ Volviendo a los niños, con menos de 12 años de edad, deben usar suelas rugosas mejor que tacos.



Figura 8. Fractura por fatiga del tercio proximal del quinto metatarsiano al ir uno de los tacos colocado inmediatamente debajo de esa zona y facilitar su sollicitación en flexión la mencionada fractura.

Cuadro I. Renovación de calzado en fondistas españoles en relación con las distancias recorridas hasta dicha renovación.

Renovación calzado fondistas españoles

< 1,000 km	10.9%
1,000-2,000 km	13.4%
2,000-3,000 km	16.0%
> 3,000 km	23.0%
No saben	36.7%

Otros aditamentos como cuñas, plantillas, etc., no deben nunca utilizarse sin previa consulta con el especialista avezado.⁷⁸ De hecho, todas las casas importantes de calzado que en su día complementaron sus zapatillas deportivas con todos esos artilugios para su eventual uso, han seguido la vía de la prudencia, enterados de lo negativo que resulta la autoadministración de remedios cuando se carece del conocimiento específico.

Por último, el calzado deportivo también tiene una vida y es muy curioso lo que se vulnera esta regla. La mayor parte de los deportistas no desechan su calzado hasta extremos avanzados de destrucción estructural del mismo, sin pensar en que su eficacia como tal, y no como cubrepies, se ha perdido mucho tiempo atrás. En relación a los corredores de fondo, se sabe que a partir de los 1,000 km esa eficacia es más que dudosa, y sin embargo la mayor parte de corredores no renuevan su calzado antes de esa distancia (Cuadro I).⁷⁹



Figura 9. Diferencias ostensibles entre niños de la misma edad, jugando en la misma categoría.

CONSIDERACIONES FINALES

No se puede terminar sin hacer una serie de consideraciones que resultan, según se apliquen o no, positivas o negativas en cuanto a la prevención de lesiones en el deporte.

La primera es que resulta necesario racionalizar^{18,80-86} y observar los reglamentos.^{1,87} La función arbitral y el «fair play» son sus dos alas para que eso vuele a satisfacción.^{88,89}

Otra de las cosas importantísimas que habría que hacer es homogeneizar las categorías, sobre todo infantiles, según edades biológicas más que cronológicas. Hay diferencias de envergadura, potencia, etc., de hasta 5 y 6 años para una edad cronológica idéntica (Figura 9).⁹⁰⁻⁹² Lo mismo habrá que hacer en deportes mixtos hombres-mujeres.⁹³

Es fundamental comenzar bien desde el principio.^{25,94,95} Las escuelas de deporte enseñan no sólo el gesto y la técnica sino a convivir y trabajar en equipo, a modular la competitividad y agresividad excesivas y a disfrutar del mencionado *fair play* y de la íntima sensación de satisfacción y bienestar que la práctica ordenada del deporte depara.⁽⁸⁹⁾ En esos primeros momentos debe transmitirse una idea esencial: no hay un solo niño campeón, pues todos deben de ser campeones.^{96,97}

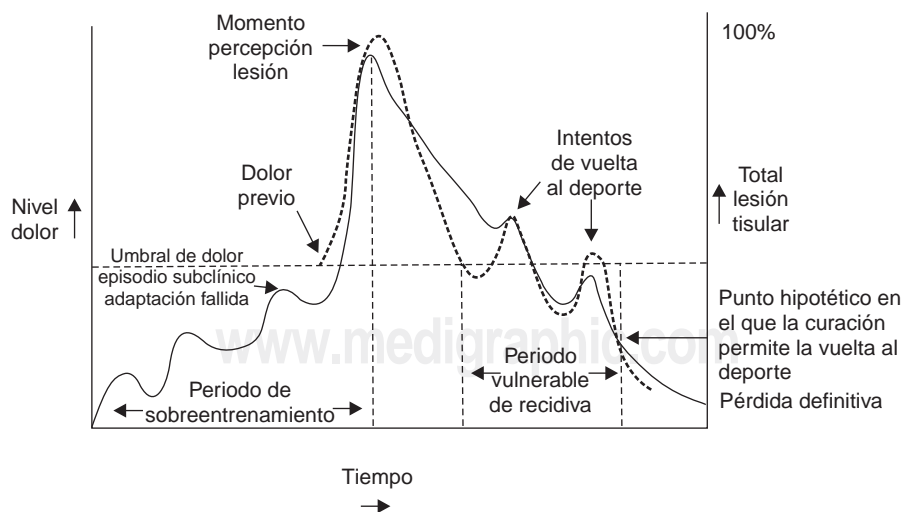


Figura 10. Gráfica en la que se representa la ocurrencia de la lesión, en este caso por sobrecarga, y el lapso de tiempo necesario para la reintegración al deporte en cuestión.

En esa irracional carrera, sobre todo en el deporte profesional, hay que procurar que el mayor rendimiento, exigido tanto por entrenadores y espectadores, como por el gran capital que suele estar en juego, no se acompañe de un mayor riesgo.⁹⁸ La función de cualquiera de los técnicos y especialistas involucrados en ese mundo ha de perseguir la disminución del riesgo, sea cual sea el precio que se pague en rendimiento.

Y si la lesión ya se ha producido, hay que evitar el agravamiento de la misma^{99,100} y proveer un tratamiento que lleve a la curación,¹⁰¹ con una reintegración al deporte matizada y controlada por el *tempus* biológico de la *restitutio ad integrum* (Figura 10).^{1,24,102,103} De no hacerse así, el deporte se convierte en algo insano y no deseable y sólo se logrará perder irremediabilmente al deportista.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chomiak J, Junge A, Peterson L, Dvorak J. Severe injuries in football players. *Am J Sports Med* 2000; 28(Suppl. 5): S58-S68.
2. Hootman JE, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train* 2007; 42: 311-319.
3. Rechel JA, Yard EE, Comstock RD. An epidemiologic comparison of high school sports injuries sustained in practice and competition. *J Athl Train* 2008; 43: 197-204.
4. Templeton KJ, Hame SL, Hannafin JA, Griffin LY, Tosi LL, Shields NN. Sports injuries in women: sex and gender-based differences in etiology and prevention. *Instr Course Lect* 2008; 57: 539-552.
5. Arendt EA, Dick R. Female collegiate injuries: NCAA injury surveillance. In: Garrett Jr WE, Kirkendhal DT, Gontiguglia SR (eds.). *The US soccer sports medicine book*. Baltimore (Ma), Williams & Wilkins 1996; pp. 445-460.
6. American College of Sports Medicine. Current comment from the American College of Sports Medicine. August 1993: «The prevention of sport injuries of children and adolescents». *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25(8 Suppl): 1-7.
7. Fuller CW, Ojelade EO, Taylor A. Preparticipation medical evaluation in professional sport in the UK: theory or practice? *Br J Sports Med* 2007; 41: 890-896.
8. Metz J. The adolescent preparticipation physical examination. Is it helpful? *Clin Sports Med* 2000; 19: 577-592.
9. Rice SG; American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness. Medical conditions affecting sports participation. *Pediatrics* 2008; 121: 841-848.
10. Wingfield K, Matheson GO, Meeuwisse WH. Preparticipation evaluation: an evidence-based review. *Clin J Sport Med* 2004; 14: 109-122.
11. Fernández FM. Le complexe os-tendon-muscle considéré comme entité bio- mécanique. *Acta Orthop Belg* 1983; 49: 13-29.
12. Fradkin AJ, Finch CF, Sherman CA. Warm up practices of golfers: are they adequate? *Br J Sports Med* 2001; 35: 125-127.
13. Fradkin AJ, Gabbe BJ, Cameron PA. Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomized controlled trials? *J Sci Med Sport* 2006; 9: 214-220.
14. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, Junge A, Dvorak J, Bahr R, Andersen TE. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomized controlled trial. *BMJ* 2008; 337: a2469.
15. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Res Sports Med* 2008; 16: 213-231.
16. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med* 2007; 37: 1089-1099.
17. Shrier I. Does stretching help prevent injuries. In: MacAuley D, Best T (eds.). *Evidence-based sports medicine*. London, BMJ Books, 2002; 97-116.
18. Veigel JD, Pleacher MD. Injury prevention in youth sports. *Curr Sports Med Rep* 2008; 7: 348-352.
19. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 687-708.

20. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-91.
21. Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. An assessment of training volume in professional rugby union and its impact on the incidence, severity, and nature of match and training injuries. *J Sports Sci* 2008; 26: 863-873.
22. Smith R, Ford KR, Myer GD, Holleran A, Treadway E, Hewett TE. Biomechanical and performance differences between female soccer athletes in National Collegiate Athletic Association Divisions I and III. *J Athl Train* 2007; 42: 470-476.
23. Lynch JM, Bauer JA. Heading. En Garrett Jr WE, Kirkendhal DT, Gontiguglia SR (eds.). *The U.S. soccer sports medicine book*. Baltimore (Ma), Williams & Wilkins 1996; pp. 81-85.
24. Shewchenko N, Withnall C, Keown M, Gittens R, Dvorak J. Heading in football. Part 2: biomechanics of ball heading and head response. *Br J Sports Med* 2005; 39 (Suppl 1): 26-32.
25. Fredericson M, Misra AK. Epidemiology and etiology of marathon running injuries. *Sports Med* 2007; 37: 437-439.
26. Castellani JW, Young AJ, Ducharme MB, Giesbrecht GG, Glickman E, Sallis RE; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand: prevention of cold injuries during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 2012-2029.
27. Coyle JF. Thermoregulation. In: Sullivan JA, Anderson SJ (eds.). *Care of the young athlete*. American Academy of Orthopaedic Surgeons & American Academy of Pediatrics 2000: 65-80.
28. Luke AC, Bergeron MF, Roberts WO. Heat injury prevention practices in high school football. *Clin J Sport Med* 2007; 17: 488-493.
29. Hinton PS, Sanford TC, Davidson MM, Yakushko OF, Beck NC. Nutrient intakes and dietary behaviors of male and female collegiate athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004; 14: 389-405.
30. Muller SM, Gorrow TR, Schneider SR. Enhancing appearance and sports performance: are female collegiate athletes behaving more like males? *J Am Coll Health* 2009; 57: 513-520.
31. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1867-1882.
32. Quatromoni PA. Clinical observations from nutrition services in college athletics. *J Am Diet Assoc* 2008; 108: 689-694.
33. West RV. The female athlete. The triad of disordered eating, amenorrhoea and osteoporosis. *Sports Med* 1998; 26: 63-71.
34. American College of Sports Medicine. ACSM Position Stand on Exercise and Fluid Replacement. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: I-VII.
35. Elliott B. Biomechanics and tennis. *Br J Sports Med* 2006; 40: 392-396.
36. Nirschl RP. Prevention and treatment of elbow and shoulder injuries in the tennis player. *Clin Sports Med* 1988; 7: 289-308.
37. Queen RM, Weinhold PS, Kirkendall DT, Yu B. Theoretical study of the effect of ball properties on impact force in soccer heading. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 2069-2076.
38. Shewchenko N, Withnall C, Keown M, Gittens R, Dvorak J. Heading in football. Part 3: effect of ball properties on head response. *Br J Sports Med* 2005; 39 (Suppl 1): 33-39.
39. Hendrickson CD, Hill K, Carpenter JE. Injuries to the head and face in women's collegiate field hockey. *Clin J Sport Med* 2008; 18: 399-402.
40. Knapik JJ, Marshall SW, Lee RB, Darakjy SS, Jones SB, Mitchener TA, de la Cruz GG, Jones BH. Mouthguards in sport activities: history, physical properties and injury prevention effectiveness. *Sports Med* 2007; 37: 117-144.
41. Liu B, Ivers R, Norton R, Blows S, Lo SK. Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database Syst Rev* 2004; (2): CD004333.
42. Whitlock MR. Injuries to riders in the cross country phase of eventing: the importance of protective equipment. *Br J Sports Med* 1999; 33: 212-216.
43. Takeda T, Ishigami K, Nakajima K, Naitoh K, Kurokawa K, Handa J, Shomura M, Regner CW. Are all mouthguards the same and safe to use? Part 2. The influence of anterior occlusion against a direct impact on maxillary incisors. *Dent Traumatol* 2008; 24: 360-365.
44. Bowles KA, Steele JR, Munro B. What are the breast support choices of Australian women during physical activity? *Br J Sports Med* 2008; 42: 670-673.
45. Pain MT, Tsui F, Cove S. In vivo determination of the effect of shoulder pads on tackling forces in rugby. *J Sports Sci* 2008; 26: 855-862.

46. Ronning R, Ronning I, Gerner T, Engebretsen L. The efficacy of wrist protectors in preventing snowboarding injuries. *Am J Sports Med* 2001; 29: 581-585.
47. Russell K, Hagel B, Francescutti LH. The effect of wrist guards on wrist and arm injuries among snowboarders: a systematic review. *Clin J Sport Med* 2007; 17: 145-150.
48. Hawkins RD, Fuller CW. A preliminary assessment of professional footballer's awareness of injury prevention strategies. *Br J Sports Med* 1998; 32: 140-143.
49. Bahr D. Can we prevent ankle sprains? In: MacAuley D, Best T (eds.). *Evidence-based sports medicine*. London, BMJ Books, 2002: 470-490.
50. Aaltonen S, Karjalainen H, Heinonen A, Parkkari J, Kujala UM. Prevention of sports injuries. Systematic review of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2007; 167: 1585-1592.
51. Fernández FM. Biomecánica de las rodilleras. En: *Ortesis y prótesis del aparato locomotor. 2.2. Extremidad Inferior*. Masson, Barcelona 1989: 167-170.
52. Handoll HH, Rowe BH, Quinn KM, de Bie R. Interventions for preventing ankle ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; (3): CD000018.
53. McKeon PO, Mattacola CG. Interventions for the prevention of first time and recurrent ankle sprains. *Clin Sports Med* 2008; 27: 371-382.
54. Callaghan MJ. Is taping helpful for ankle sprains? In: MacAuley D, Best T (eds.). *Evidence-based sports medicine*. London, BMJ Books 2002: 451-469.
55. Callaghan MJ. Role of ankle taping and bracing in the athlete. *Br J Sports Med* 1997; 31: 102-108.
56. Mickel TJ, Bottoni CR, Tsuji G, Chang K, Baum L, Tokushige KA. Prophylactic bracing versus taping for the prevention of ankle sprains in high school athletes: a prospective, randomized trial. *J Foot Ankle Surg* 2006; 45: 360-365.
57. Barfield WR, Gross RH. Injury prevention. En Sullivan JA, Anderson SJ (eds.). *Care of the young athlete. American Academy of Orthopaedic Surgeons & American Academy of Pediatrics* 2000: 121-130.
58. Patrick DG, van Noort R, Found MS. Scale of protection and the various types of sports mouthguard. *Br J Sports Med* 2005; 39: 278-281.
59. Sims EL, Hardaker WM, Queen RM. Gender differences in plantar loading during three soccer-specific tasks. *Br J Sports Med* 2008; 42: 272-277.
60. McPoil TG Jr. Footwear. *Phys Ther* 1988; 68: 1857-1865.
61. Martí B. Relationships between running injuries and running shoes – Results of a study of 5,000 participants of a 16-km run – The May 1984 Berne «Grand Prix». In: Segesser B, Pfürringer W (eds.). *The shoe in sports*. London, Wolfe Publishing Ltd 1989: 256-265.
62. Robbins S, Waked E. Hazard of deceptive advertising of athletic footwear. *Br J Sports Med* 1997; 31: 299-303.
63. McPoil TG. Athletic footwear: design, performance and selection issues. *J Sci Med Sport* 2000; 3: 260-267.
64. Clingham R, Arnold GP, Drew TS, Cochrane LA, Abboud RJ. Do you get value for money when you buy an expensive pair of running shoes? *Br J Sports Med* 2008; 42: 189-193.
65. Monto RR. Soccer shoes and playing surfaces. In: Garrett Jr WE, Kirkendhal DT, Gontiguglia SR (eds.). *The U.S. soccer sports medicine book*. Baltimore (Ma), Williams & Wilkins 1996: 95-114.
66. Chuckpaiwong B, Nunley JA, Mall NA, Queen RM. The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running. *Gait Posture* 2008; 28: 405-411.
67. Craig DI. Medial Tibial stress syndrome: evidence-based prevention. *Journal of Athletic Training* 2008; 43: 316-318.
68. Lake MJ. Determining the protective function of sports footwear. *Ergonomics* 2000; 43: 1610-1621.
69. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The prevention of shin splints in sports: a systematic review of literature. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 32-40.
70. Frederick EC. *The running shoe: dilemmas and dichotomies in design*. In: Segesser B, Pfürringer W (eds.). *The shoe in sports*. London, Wolfe Publishing Ltd 1989: 26-35.
71. García Belenguer AC, Gianikelis K, Alepuz R. Solicitaciones mecánicas del pie en el deporte: cargas externas. En: *Jornada Científica sobre Biomecánica y Patomecánica del Pie en el Deporte*. Valencia, Conselleria de Sanitat i Consum 1992: 49-59.
72. Micheli LJ, Vorderer TW, Santoprieto F, Sohn R. Athletic footwear and modifications. In: Nicholas JA, Hershman EB. *The lower extremities & spine in sports medicine*. St Louis, Mosby, 1995: 513-522.
73. Masson M, Hess H. Typical soccer injuries. Their effects on the design of the athletic shoe. In: Segesser B, Pfürringer W (eds.). *The shoe in sports*. London, Wolfe Publishing Ltd 1989: 89-95.
74. Queen RM, Charnock BL, Garrett WE Jr, Hardaker WM, Sims EL, Moorman CT 3rd. A comparison of cleat types during two football-specific tasks on FiledTurf. *Br J Sports Med* 2008; 42: 278-284.

75. Milburn PD, Barry EB. Shoe-surface interaction and the reduction of injury in rugby union. *Sports Med* 1998; 25: 319-327.
76. Orchard J. Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? *Sports Med* 2002; 32: 419-432.
77. Stiles VH, James IT, Dixon SJ, Guisasola IN. Natural turf surfaces: the case for continued research. *Sports Med* 2009; 39: 65-84.
78. Runzheimer J, Holder J. Providing inserts for the athletic shoe. In: Segesser B, Pfürringer W (eds.). *The shoe in sports*. London, Wolfe Publishing Ltd 1989: 221-233.
79. Ferrandis R, Ramiro J, Sánchez J, Alepuz R, Latorre P. Patología del corredor. En: Instituto de Biomecánica de Valencia (ed.). *El calzado para la carrera urbana*. Valencia, Martin Impresores.
80. Boden BP. Prevention of catastrophic injuries in sports. *Instr Course Lect* 2007; 56: 385-393.
81. Boden BP. Direct catastrophic injuries in sports. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13: 445-454.
82. Boden BP, Tacchetti RL, Cantu RC, Knowles SB, Mueller FO. Catastrophic cervical spine injuries in high school and college football players. *Am J Sports Med* 2006; 34: 1223-1232.
83. Khan MI, Flynn T, O'Connell E, Stack J, Beatty S. The impact of new regulations on the incidence and severity of ocular injury sustained in hurling. *Eye* 2008; 22: 475-478.
84. Lippi G, Salvagno GL, Franchini M, Guidi GC. Changes in technical regulations and drivers' safety in top-class motor sports. *Br J Sports Med* 2007; 41: 922-925.
85. Macan J, Bundalo-Vrbanac D, Romić G. Effects of the new karate rules on the incidence and distribution of injuries. *Br J Sports Med* 2006; 40: 326-330.
86. Torg JS, Guille JT, Jaffe S. Injuries to the cervical spine in American football players. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 112-122.
87. Collins CL, Fields SK, Comstock RD. When the rules of the game are broken: what proportion of high school sports-related injuries are related to illegal activity? *Inj Prev* 2008; 14: 34-38.
88. Cheng TL, Wright JL, Fields CB, Brenner RA, Schwarz D, O'Donnell R, Scheidt PC. A new paradigm of injury intentionality. *Inj Prev* 1999; 5: 59-61.
89. Risto O, Timpka T. Towards safe environments for youth sports: impact of a fair play programme on injury rates in youth bandy. *Int J Inj Contr Saf Promot* 2007; 14: 189-191.
90. Gómez JE. Growth and maturation. En Sullivan JA, Anderson SJ (eds.). *Care of the young athlete. American Academy of Orthopaedic Surgeons & American Academy of Pediatrics* 2000: 25-32.
91. Helsen WF, van Winckel J, Williams AM. The relative age effect in youth soccer across Europe. *J Sports Sci* 2005; 23: 629-636.
92. Malina RM, Peña Reyes ME, Eisenmann JC, Horta L, Rodrigues J, Miller R. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *J Sports Sci* 2000; 18: 685-693.
93. Vincent J, Glamser FD. Gender differences in the relative age effect among US olympic development program youth soccer players. *J Sports Sci* 2006; 24: 405-413.
94. Mayberry JC, Pearson TE, Wiger KJ, Diggs BS, Mullins RJ. Equestrian injury prevention efforts need more attention to novice riders. *J Trauma* 2007; 62: 735-739.
95. Stricker PR. Sports training issues for the pediatric athlete. *Pediatr Clin North Am* 2002; 49: 793-802.
96. Brenner JS; American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness. Overuse injuries, overtraining, and burnout in child and adolescent athletes. *Pediatrics* 2007; 119: 1242-1245.
97. Gould D, Medbery R. Psychological issues. In: Sullivan JA, Anderson SJ (eds.). *Care of the young athlete. American Academy of Orthopaedic Surgeons & American Academy of Pediatrics* 2000: 105-113.
98. Garraway WM, Lee AJ, Hutton SJ, Russell EBAW, Macleod DAD. Impact of professionalism on injuries in rugby union. *Br J Sports Med* 2000; 34: 348-351.
99. Griffin LY. Emergency preparedness: things to consider before the game starts. *Instr Course Lect* 2006; 55: 677-686.
100. Lebrun CM. Care of the high school athlete: prevention and treatment of medical emergencies. *Instr Course Lect* 2006; 55: 687-702.
101. Howatson G, van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Med* 2008; 38: 483-503.
102. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Lower reinjury rate with a coach-controlled rehabilitation program in amateur male soccer: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2007; 35: 1433-1442.
103. Leadbetter WB. Cell matrix response in tendon injury. *Clin Sports Med* 1992; 11: 533-578.