

Evolución de la prevención de lesiones en el control del entrenamiento

Javier Álvarez Medina, Víctor Murillo Lorente

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Recibido: 23.10.2015

Aceptado: 29.12.2015

Resumen

En la actualidad, nadie duda de la interrelación entre las cargas de entrenamiento y su influencia en las lesiones deportivas. Objeto de estudio: realizar una revisión bibliográfica sobre el control del entrenamiento y la prevención de lesiones en los deportes colectivos que nos permitan avanzar en el conocimiento del mismo.

Se ha realizado una revisión bibliográfica electrónica en el año 2015 en las bases de datos *Web of Science* (WOS), Pubmed y Scopus. Las estrategias de búsqueda y palabras clave fueron "training load", "prevention injuries" y la combinación mediante el término AND/& con control, team sports. La "n" analizada ha sido "training load" (49), "prevention injuries & training load & control & team sports" (16), "prevention injuries & training load" (204). De la revisión se obtuvieron 5 bloques temáticos: control y monitorización del entrenamiento (13,6%), prevención de lesiones (39,2%), prevención del ligamento cruzado anterior (15,2%), incidencia lesional (18,4%) y otros (13,6%).

El control de la carga debe recoger datos cuantitativos y cualitativos tanto del entrenamiento como fuera del mismo. Los trabajos de fuerza general y específica, con especial atención al trabajo excéntrico, control propioceptivo y la coordinación neuromuscular conforman los pilares en los que se sustenta un plan de prevención de lesiones. Debe tenerse en cuenta la revisión continua tanto de las reglas del juego como del material de protección ya que puede permitir disminuir la incidencia lesional. Se deben seguir realizando estudios biomecánicos y de vídeo que permitan seguir avanzando en el conocimiento de las causas y factores de las lesiones. Es necesario estudios epidemiológicos de la incidencia lesional en la población en general que nos den la magnitud del problema. Es necesario seguir trabajando en fomentar la prevención de lesiones desde la perspectiva global del deportista desde la infancia.

Palabras clave:

Carga. Entrenamiento.
Prevención. Lesiones.
Deportes de equipo.

Evolution of injury prevention training monitoring

Summary

Today, no one doubts the relationship between training loads and their influence on sports injuries. Object of study: literature review on training load and injury prevention in team sports that allow us to advance our knowledge of it.

It has made an electronic literature review in 2015 on the basis of Web of Science (WOS), Pubmed and Scopus. The search strategies and key words were "training load", "prevention injuries" and the combination by the term AND/& with control team sports. The "n" has been discussed "training load" (49) "prevention injuries & training load & Control & team sports" (16) "prevention injuries & training load" (204). 5 thematic blocks were obtained: Control and monitoring of training (13.6%), prevention of injuries (39.2%), prevention of anterior cruciate ligament (15.2%), injury incidence (18.4%) and others (13.6%). The load control should collect quantitative and qualitative data from the training and the rest of the day. The general and specific strength training, with particular attention to eccentric work, proprioceptive, neuromuscular control and coordination form the pillars on which a plan for injury prevention is based. Continuous review of rules of the game and the protective material should be considered because it may allows to reduce the incidence of injury. It should continue with biomechanical studies and video to enable further progress in understanding the causes and factors of injuries. Epidemiological studies are needed about the incidence of injury in the general population to give us the magnitude of the problem. Further work is needed to promote the prevention of injury from the global perspective of the athlete from childhood.

Key words:

Load. Training.
Prevention. Injuries.
Team sports.

Correspondencia: Javier Álvarez Medina

E-mail: javialv@unizar.es

Introducción

En la segunda mitad del siglo XX el deporte va adquiriendo una gran importancia, de manera que poco a poco diferentes modalidades se van profesionalizando, y cada vez más gente lo practica aumentando la incidencia lesional (IL). El conocimiento sobre el entrenamiento va pasando de estar basado fundamentalmente en el empirismo "ensayo-error" a la necesidad de aplicar el método científico y controlar y registrar tanto las cargas del entrenamiento como la IL y estudiar si existen relaciones entre ellas.

En las últimas dos décadas el objetivo del entrenamiento ha ido cambiando. Según Platonov (1993)¹ el objetivo principal era optimizar el proceso de la preparación y la actividad competitiva, en función de la valoración objetiva de los diferentes aspectos de su maduración y las posibilidades funcionales de los sistemas del organismo más importantes. Para Viru y Viru (2003)² su objetivo era obtener información sobre los efectos reales de la sesión para saber qué tipo de trabajo es el adecuado para cada deportista. García *et al.* (2010)³ van más allá y establecen que el objetivo es realizar adaptaciones y correcciones al entrenamiento de forma mucho más concreta, individualizando el entrenamiento, mejorando el proceso y obteniendo los mejores resultados posibles de cada deportista minimizando el riesgo de lesión.

Si el deportista por alguna razón sea física, psíquica, emocional, etc., no está bien su rendimiento se va a ver afectado. Este cambio de entender las variables de forma aislada a interrelacionada nos lleva a las teorías holísticas donde no se puede entender el entrenamiento ni al deportista sin tener en cuenta todo lo que ocurre en el proceso y alrededor del mismo (Figura 1).

El objetivo del entrenamiento pasa de ser alcanzar el máximo estado de forma, sin tener muy en cuenta las posibles consecuencias, a estar en el mejor estado de forma posible en cada momento minimizando el riesgo de lesión. Por supuesto, en este concepto se han de tener en cuenta la modalidad deportiva y las características de la competición.

Antecedentes

Control de las cargas

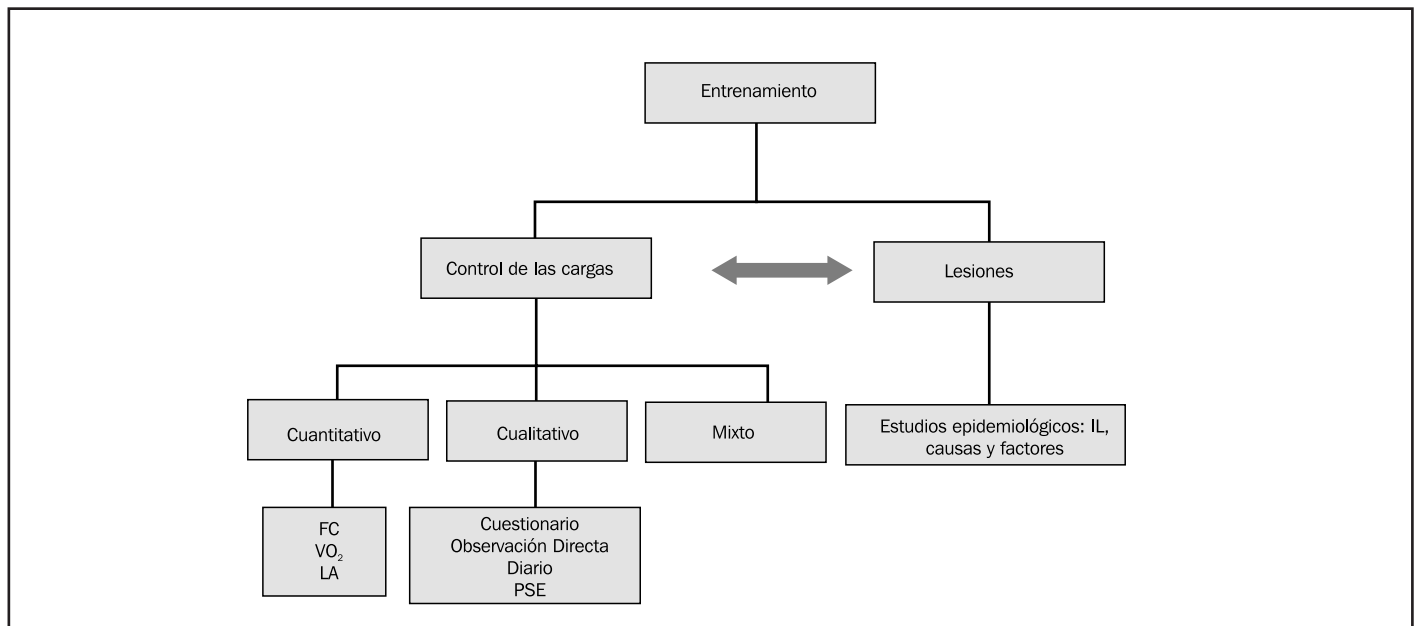
El control del factor físico se ha centrado fundamentalmente en el estudio de la carga interna en cuanto a parámetros fisiológicos como la frecuencia cardiaca (FC)⁴⁻¹³, el consumo de oxígeno (VO₂)¹⁴⁻²³ y el lactato sanguíneo (LA)²⁴⁻³⁰, como medios objetivos y cuantitativos.

En los últimos años algunos autores³¹⁻³³ tienen en cuenta el factor psicológico basado en la elaboración de la información neuromuscular y factores estratégicos que implican las cargas aplicadas al jugador. Se consideran métodos *cualitativos* y en la práctica diaria se presentan como una manera eficaz de conocer cómo afectan a los jugadores las cargas planificadas³⁴. Algunos de estos métodos de control son los diarios de entrenamiento^{34,35}, los cuestionarios^{36,37}, la observación directa^{38,39} y la percepción subjetiva del esfuerzo.

Percepción subjetiva del esfuerzo

Borg es considerado el referente de los estudios de la "Rating of Perceived Exertion", Percepción Subjetiva del Esfuerzo (PSE) en fisiología del ejercicio, tanto por ser el pionero como por ser el más citado⁴⁰⁻⁴⁴.

Figura 1. Análisis interrelacionado del proceso de entrenamiento.



FC: Frecuencia cardiaca; VO2: Consumo de Oxígeno; La: Lactato; PSE: Percepción Subjetiva del esfuerzo.

Las Escalas de PSE de Borg de 1962⁴⁰ y 1982⁴² se han usado en numerosos estudios para controlar y evaluar el esfuerzo realizado, tanto en deportes colectivos⁴⁵⁻⁴⁸ como individuales⁴⁹.

Ya en el diseño de la Escala de PSE (Borg, 1962)⁴⁰, el autor determinó que para realizar una valoración más completa era preciso utilizar la «doble escala», basada en la percepción del deportista confrontada con la previsión del cuerpo técnico, lo que permite establecer numéricamente la diferencia en la valoración de la carga por parte de ambas partes. Los resultados de diferentes estudios en atletismo⁵⁰, natación⁵¹, baloncesto⁵² o balonmano⁵³, han determinado que la doble escala permite establecer cómo va asimilando las cargas el jugador con respecto a lo planificado y da la posibilidad de reajustar la misma según la información recibida de manera inmediata, lo que reducirá el riesgo de lesión.

Las correlaciones obtenidas en estudios entre el método PSE y las otras formas de cuantificación de la carga interna, en deportes colectivos, han sido muy altas tal como demuestran estudios que comparan los métodos de PSE y FC⁵⁴⁻⁵⁸, PSE y VO₂⁵⁹⁻⁶¹ y PSE y LA⁶²⁻⁶⁵.

Prevención de lesiones

El cuerpo no está hecho para determinadas acciones y movimientos lo que en la práctica deportiva se traduce en lesiones, siendo ésta una de sus peores consecuencias para la salud del deportista. Un jugador lesionado supone un rendimiento nulo en el equipo ya que no va a poder competir, al menos, en óptimas condiciones⁶⁶.

En la actualidad, nadie duda entre la interrelación entre las cargas de entrenamiento y su influencia en las lesiones deportivas. El aumento del entrenamiento, la fatiga acumulada, la discordancia entre las cargas prescritas y percibidas, puede hacer que aumenten considerablemente las lesiones deportivas.

Lesión y rendimiento son dos palabras que deberían ser excluyentes. Sin embargo, las palabras lesión, entrenamiento, planificación y control deberían estar muy interrelacionadas, pero no siempre ha sido así.

Llegados a este punto, nos planteamos la necesidad de dar valor a la prevención de lesiones. ¿Por qué hablar de prevención? Las estrategias preventivas están justificadas tanto por motivos médicos como económicos⁶⁶. Las lesiones en deportistas de alto nivel implican un alto coste tanto deportivo como económico. En la liga profesional inglesa de fútbol se ha llegado a estimar una pérdida de 74,7 millones de libras por lesiones durante el seguimiento de dos temporadas⁶⁷.

A la hora de planificar el proceso de entrenamiento se ha pasado de considerar la prevención como algo implícito dentro de la programación a tener un lugar propio y fundamental sobre el que giran todos los demás. Un jugador lesionado no es funcional y por lo tanto no sirve para la competición.

Hoy en día, el grupo encargado de establecer estrategias para la prevención de lesiones: cuerpo médico, preparadores físicos y entrenadores tienen que estar en continua formación que les permita identificar individuos propensos a las lesiones y programas preventivos de manera que el riesgo de lesión se reduzca el máximo posible.

Recogida de datos de lesiones

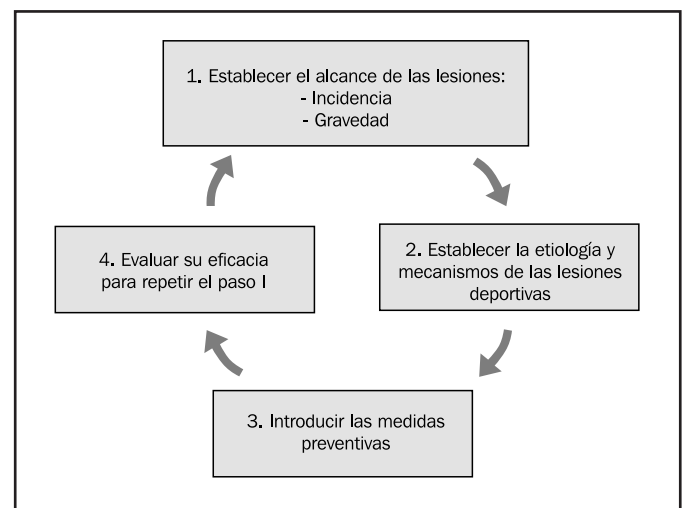
Antes de iniciar una medida o programa de prevención de las lesiones deportivas, primero se debe definir la magnitud de las mismas. En

segundo lugar, identificar los mecanismos y factores que intervienen en su producción. Por último, establecer las medidas que puedan reducir el riesgo IL y evaluar su eficacia (Figura 2).

Varios estudios epidemiológicos han estudiado la IL, causas y factores en diferentes deportes. Hay que tener siempre presente que las comparaciones entre estudios se complican a no ser que se haya usado la misma metodología en el proceso de recogida de los datos^{68,69}. Es necesario establecer consensos metodológicos como el *Injury Consensus Group* a través de la *Federation Internationale de Football Association Medical Assessment and Research Centre* (F-MARC)⁷⁰, definiendo cada variable de forma específica y así poder comparar los resultados con otros estudios que utilicen la misma metodología^{71,72}. En la revisión realizada por Parkkari *et al.* (2001)⁶⁸ se propone una secuencia en la recogida de información sobre las lesiones estableciendo los puntos más importantes a tener en cuenta:

- Definir claramente lo que constituye una lesión y estandarizarla.
- Tipo de evento deportivo y la actividad realizada en el momento de la lesión.
- Nivel de deportivo (recreativo vs competitivo).
- Lugar donde se produjo la lesión.
- Mecanismo de lesión, aguda o por uso excesivo.
- Nivel de supervisión.
- Naturaleza de la lesión (esguince, fractura, etc.).
- Región (es) del cuerpo lesionada.
- La gravedad de la lesión (actividad afectada, tiempo perdido de trabajo, necesidades de tratamiento, coste del tratamiento, daño permanente, deterioro o discapacidad).
- Las características de la persona lesionada.
- Los tratamientos necesarios (duración y naturaleza).
- El uso de equipos de protección.
- El seguimiento de las reglas del juego (juego sucio y lesiones).
- Costo de la lesión (directa, indirecta).
- Datos de exposición deben ser definidos (población en riesgo y tiempo de exposición).

Figura 2. Secuencia de la prevención de lesiones deportivas^{68,69}.



- Estimar la simplicidad (vs educación del personal de recolección de datos) y el tiempo necesario (¿es realista?) para la recolección de datos.
- Reconocer las limitaciones o las fuentes de error (también al informar resultados).

El objeto de estudio de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre el control del entrenamiento y la prevención de lesiones en los deportes colectivos que nos permitan avanzar en el conocimiento del mismo.

Método

Se ha realizado una revisión bibliográfica electrónica en el año 2015 siendo los revisores los autores del presente artículo. La calidad metodológica de los estudios no fue valorada ya que la revisión contempló solo los trabajos publicados en las bases de datos de reconocido prestigio: *Web of Science* (WOS), Pubmed y Scopus que por se considero suficiente indicador de calidad. Las estrategias de búsqueda y palabras clave establecidas fueron "training load", "prevention injuries" y la combinación mediante el término AND/& con "control", "team sports".

Todos los artículos seleccionados se exportaron al programa Endnote para facilitar su clasificación por contenidos.

Esta revisión no aplica un meta-análisis. Se trata de una revisión sistemática cuyo objetivo fundamental es realizar la síntesis de los trabajos más relevantes en el tema objeto, determinando los siguientes pasos: definición operativa del problema de investigación; procedimientos para la búsqueda de la literatura; definición precisa de los criterios de selección de los trabajos; y codificación de la información recabada en los trabajos. Para ello, se ha tratado de reducir los múltiples sesgos asociados a las revisiones tradicionales, clarificando todas las decisiones y procedimientos aplicados en la selección, evaluación crítica y síntesis

de los estudios relevantes en el tema objeto de revisión. No se han extraído datos concretos de ninguno de los estudios revisados en este estudio ya que nuestro interés principal era determinar la temática que trataban los estudios científicos y no tanto el análisis de sus resultados. Se han seguido 3 estrategias específicas de búsqueda.

Carga de entrenamiento (*training load*)

De las búsquedas realizadas con respecto a las cargas de entrenamiento los resultados obtenidos fueron:

- *Training load* / Filtrado al área "sport sciences": 36860/6298 (WOS); 7777 (Pubmed); 12795 (Scopus).
- *Training load & control* / Filtrado al área "sport sciences": 11252/1390 (WOS); 1992 (Pubmed); 3338 (Scopus).
- *Training load & team sports* / Filtrado al área "sport sciences": 257/221 (WOS); 20 (Pubmed); 249 (Scopus).
- *Training load & control & team sports* / Filtrado al área "sport sciences": 59/49 (WOS); 14 (Pubmed); 33 (Scopus).

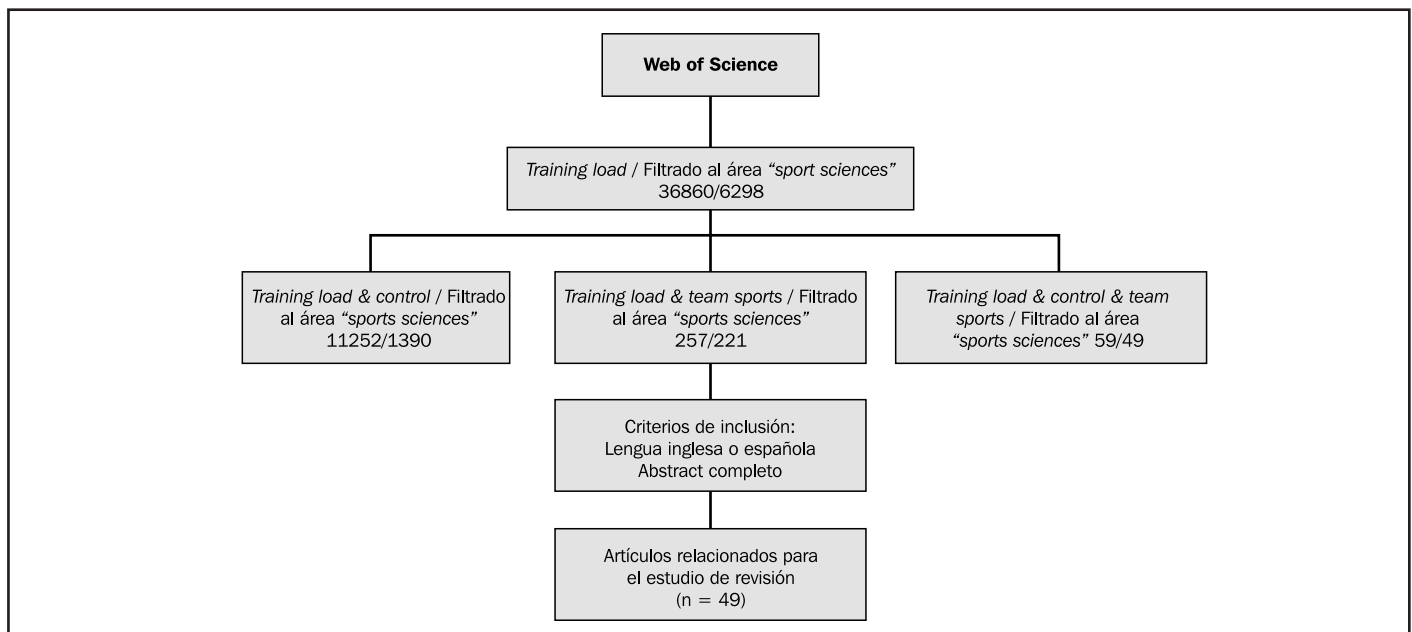
Se decidió seleccionar la búsqueda hecha en la WOS debido al mayor número de resultados, utilizando las palabras "Training load & control & team sports" y filtrado al área "sport sciences" con n=49. Se utilizaron como criterios de inclusión: lengua inglesa o española, acceso a abstract completo (Figura 3).

Prevención de lesiones (*prevention injuries*)

De las búsquedas realizadas con respecto a la prevención de lesiones los resultados obtenidos fueron:

- *Prevention injuries* / Filtrado al área "sport sciences": 152035/14376 (WOS); 96929 (Pubmed); 66574 (Scopus).
- *Prevention injuries & control* / Filtrado al área "sport sciences": 106565/7894 (WOS); 84138 (Pubmed); 13120 (Scopus).

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos revisados. Carga de entrenamiento.



- *Prevention injuries & team sports* / Filtrado al área “*sport sciences*”: 737/645 (WOS); 499 (Pubmed); 583 (Scopus).
- *Prevention injuries & control & team sports* / Filtrado al área “*sport sciences*”: 424/400 (WOS); 352 (Pubmed); 95 (Scopus).

Debido al alto número de resultados encontrados se decidió no tener en cuenta esta búsqueda para el análisis de los estudios y pasar a la combinación de las palabras clave de la investigación.

Carga de entrenamiento (*training load*) & Prevención de lesiones (*prevention injuries*)

De la búsqueda realizada con respecto a la combinación de carga de entrenamiento y prevención de lesiones los resultados obtenidos fueron:

- *Prevention injuries & training load* / Filtrado al área “*sport sciences*”: 353/204 (WOS); 145 (Pubmed); 172 (Scopus).
- *Prevention injuries & training load & control* / Filtrado al área “*sport sciences*”: 232/136 (WOS); 116 (Pubmed); 44 (Scopus).
- *Prevention injuries & training load & team sports* / Filtrado al área “*sport sciences*”: 23/21 (WOS); 5 (Pubmed); 14 (Scopus).
- *Prevention injuries & training load & control & team sports* / Filtrado al área “*sport sciences*”: 17/16 (WOS); 4 (Pubmed); 3 (Scopus).

Se decidió seleccionar la búsqueda hecha en la WOS debido al mayor número de resultados. En primer lugar se seleccionó la búsqueda que relacionaba todos los términos *Prevention injuries & training load & control & team sports*/ Filtrado al área “*sport sciences*” dando una $n=16$. Al revisar los artículos y ver que todos ellos estaban incluidos en la revisión anterior “*Training load & control & team sports*” $n=49$, se decidió coger la

hecha en la WOS con las palabras “*Prevention injuries & training load*” y filtrado al área “*sport sciences*” AND con una $n=204$.

Con la intención de centrarnos en la prevención se establecieron como criterios de inclusión: lengua inglesa o española, artículo completo y hablar de prevención en el deporte, desechando los que hacían referencia a estudios epidemiológicos. La muestra quedó reducida a $n=76$ (59 artículos originales y 17 revisiones) (Figura 4).

Resultados

Los resultados obtenidos de las revisiones realizadas “*Training load & control & team sports*” y “*Prevention injuries & training load*” fueron clasificados por contenidos (Tabla 1).

La revisión ha llevado a agrupar los artículos en 5 bloques temáticos:

1. Control, monitorización del entrenamiento con un 13,6%.
2. Prevención de lesiones con un 39,2%. Se ha considerado adecuado dividirlo en:
 - Medidas en el entrenamiento con un 31,2%. Se ha incluido todo lo relacionado al trabajo de fuerza general, control corporal (*core*), equilibrio, propioceptivo, neuromuscular, trabajo excéntrico y calentamiento (programa FIFA).
 - Otras medidas 8%.
3. Prevención del ligamento cruzado anterior con un 15,2%.
4. Incidencia lesional. Epidemiología con 18,4%.
5. Otros con un 13,6% que después de revisarlos se desearon por no hacer referencia al objeto de estudio.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos revisados. Carga de entrenamiento-control-prevención de lesiones-deportes de equipo.

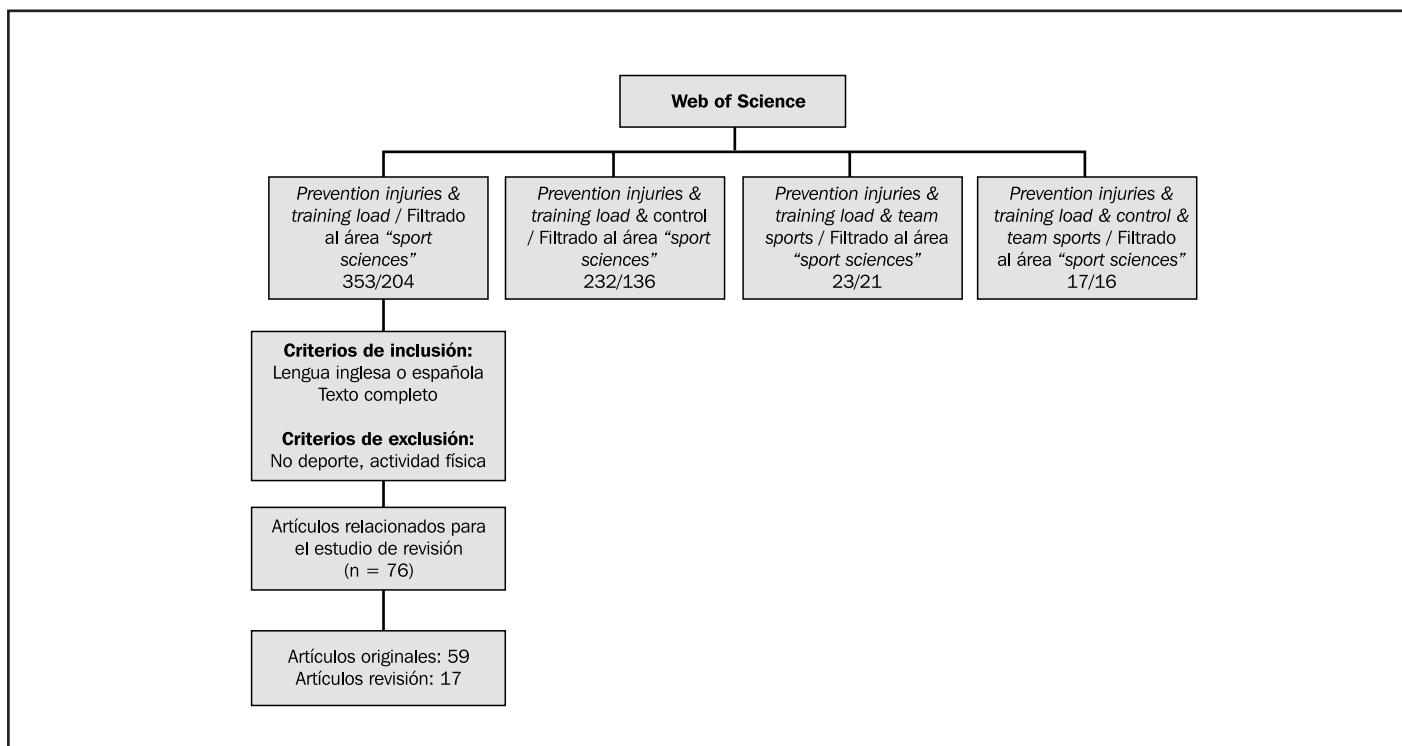


Tabla 1. Resultados revisiones bibliográficas clasificados por temas.

	Training load & control & team sports	Prevention injuries & training load	Total	%
Control, monitorización del entrenamiento	15	2	17	13,6
Prevención de lesiones				
<i>Medidas en el entrenamiento</i>				
Fuerza general	0	6	6	4,8
Control corporal. Core	3	2	5	4,0
Equilibrio. Propiocepción. Neuromuscular	2	16	18	14,4
Trabajo excéntrico	0	4	4	3,2
Calentamiento (programas FIFA)	0	6	6	4,8
			39	31,2
<i>Otras medidas</i>				
Análisis de sangre-Suplementación	2	0	2	1,6
Análisis Biomecánico	1	1	2	1,6
Normas y material	0	3	3	2,4
Salud Pública	0	1	1	0,8
Intervención Educativa	0	2	2	1,6
			10	8,0
Prevención LCA	9	10	19	15,2
Incidencia lesional. Epidemiología	13	10	23	18,4
Otros	4	13	17	13,6
N	49	76	125	100

Discusión

Nos vamos a centrar en los tres primeros bloques dejando sin analizar el cuarto, incidencia lesional, por ser estudios epidemiológicos que nos hablan de la magnitud del problema y no referirse al objeto concreto del estudio control de la carga del entrenamiento y prevención de lesiones.

En la Tabla 2 se analizan los estudios encontrados sobre Control, monitorización del entrenamiento.

Como hemos visto en la introducción, en la actualidad, la monitorización y control de las cargas del entrenamiento pasa desde el control de las cargas externas e internas, registrando variables como FC, PSE, TRIMPS, índice de monotonía y de fatiga^{74,75,80-84,87}, al uso de la doble escala (PSE del jugador y del cuerpo técnico) para establecer si hay desviaciones entre la carga prevista y la realizada⁷⁷, hasta utilizar las nuevas tecnologías, como el GPS que permite saber las distancias recorridas y sus velocidades, estableciendo que a partir de un tiempo acumulado en velocidades elevadas aumenta hasta 2,7 el riesgo de lesión⁸⁴, y otras aplicaciones para sistematizar la recogida de las cargas de entrenamiento y de lesiones como la "Training and Injury Prevention Platform for Sports" (TIPPS)^{78,80}.

La perspectiva holística⁸⁸ obliga a no solo controlar las cargas desde la perspectiva propia del entrenamiento sino también desde la perspectiva de las horas de descanso. Se considera al deportista y al entrenamiento un todo del que se espera el máximo rendimiento^{79,86}.

La importancia de optimizar y controlar la recuperación se hace vital. La recuperación efectiva del entrenamiento intenso en deportistas de élite puede determinar su éxito o fracaso. Se busca controlar estas variables a través del control de las horas de sueño, de descanso, de recuperación⁸⁹ y de *stress* utilizando entre otros instrumentos cuestionarios como el RESTQ-Sport⁷⁶ o el "Profile mood states" (POMS)⁸⁵.

El programa de entrenamiento debe estar basado en un determinado volumen e intensidad para que los jugadores puedan mantener el estado de forma, perfeccionar las destrezas del juego, interiorizar las cualidades psicológicas y preservar extremadamente su estado de salud⁹⁰ evitando caer en lesiones que impliquen reposo deportivo obligado. Todo con el objetivo de controlar las variables que favorezcan el control del entrenamiento, la prevención del sobreentrenamiento y por lo tanto la prevención de lesiones.

En la Tabla 3 se analizan los estudios encontrados sobre Prevención de lesiones. Medidas en el entrenamiento.

Programas de fuerza general

Una base genérica de fuerza es indispensable para aumentar el rendimiento deportivo y disminuir el riesgo de lesiones.

Los artículos revisados son estudios experimentales donde se aplica durante un periodo de tiempo un tipo determinado de entrenamiento con o sin grupo control. En casi todos ellos las conclusiones establecen que el riesgo lesional se ha visto disminuido considerablemente^{68,69,99},

Tabla 2. Control, monitorización del entrenamiento.

Autores, revista y referencia	Año	Artículo	Objetivo/Hipótesis
Training load & control & team sports (n=15)			
(74) Henderson, Brendan.; Cook, Jill.; Kidgell, Dawson J. <i>Journal of sports science and medicine</i> 14(3):494-500	2015	Game and training load differences in elite junior Australian football	Evaluar las diferencias en las medidas de carga físicas externas e internas durante la competición y el entrenamiento (Fútbol australiano)
(75) Gallo, Tania.; Cormack, Stuart.; Gabbett, Tim. <i>Journal of sports sciences</i> 33(5):467-75	2015	Characteristics impacting on session rating of perceived exertion training load in Australian footballers	Determinar la relación entre la carga de entrenamiento y calificación externa sesión de esfuerzo percibido (Fútbol australiano)
(76) Matos, Felipe de Oliveira.; Samulski, Dietmar Martin.; Perrot de Lima, Jorge Roberto. <i>Revista brasileira de medicina do esporte</i> 20(5):388-93	2014	High loads of training affect cognitive functions in soccer players	Investigar el comportamiento de las variables psicológicas y fisiológicas, los indicadores de posibles estados de estrés y de recuperación y utilizar estos como marcadores para evitar la pérdida de rendimiento y el sobreentrenamiento (Fútbol)
(77) Rodriguez-Marroyo, Jose A.; Medina, Javier; Garcia-Lopez, Juan. <i>Journal of strength and conditioning research</i> 28(69):1588-94	2014	Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches	Comparar la carga de entrenamiento ejecutado por los jugadores con la observada por los entrenadores (Voleibol)
(78) Lion, Alexis.; Theisen, Daniel.; Windal, Thierry. <i>Bulletin de la societe des sciences medicales du grand-duche de luxembourg</i> (3):43-55	2014	Moderate to severe injuries in football: a one-year prospective study of twenty-four female and male amateur teams	Evaluar la gravedad de las lesiones producidas durante una temporada en equipos amateurs (Fútbol)
(79) Binnie, Martyn John.; Dawson, Brian.; Arnot, Mark Alexander. <i>Journal of sports sciences</i> 32(11):1001-12	2014	Effect of sand versus grass training surfaces during an 8-week pre-season conditioning programme in team sport athletes Effect of sand versus grass training surfaces during an 8-week pre-season conditioning programme in team sport athletes	Comparar la intensidad de entrenamiento en dos superficies diferentes: césped y tierra
(80) Malisoux, Laurent.; Frisch, Anne.; Urhausen, Axel. <i>Journal of science and medicine in sport</i> 16(6):504-8	2013	Monitoring of sport participation and injury risk in young athletes	Comparar las características de participación deportiva en las diferentes categorías del deporte juvenil y establecer su relación con las lesiones sufridas
(81) Scott, Tannath J.; Black, Cameron R.; Quinn, John. <i>Journal of strength and conditioning research</i> 27(1):270-6	2013	Validity and reliability of the session-rpe method for quantifying training In Australian football: a comparison of the cr10 and cr100 scales	Validar la escala CR10 y CR100 de esfuerzo percibido en deportes de equipo que exijan esfuerzos de alta intensidad de forma intermitente
(82) Miloski, Bernardo.; Freitas, Victor Hugo.; Bara Filho, Maurício Gattás <i>Revista brasileira de cineantropometria & desempenho humano</i> 14(6):671-9	2012	Monitoring of the internal training load in futsal players over a season	Analizar la carga de entrenamiento interno en un macrociclo utilizando el método de calificación de esfuerzo percibido de la sesión (Fútbol sala)
(83) Boullosa, Daniel Alexandre.; Abreu, Laurinda.; Luis Tuimil, Jose. <i>European journal of applied physiology</i> 112(6):2233-42	2012	Impact of a soccer match on the cardiac autonomic control of referees	Evaluar la respuesta cardíaca de árbitros adultos durante la competición (Fútbol)
(84) Gabbett, Tim J.; Ullah, Shahid. <i>Journal of strength and conditioning research</i> 26(4):953-60	2012	Relationship between running loads and soft-tissue injury in elite team sport athletes	Relacionar las actividades de baja y de alta intensidad y el riesgo de sufrir lesiones en tejidos blandos (Deportes de equipo)
(85) Lovell, G. P.; Townrow, J.; Thatcher, R. <i>Biology of sport</i> 27(2):83-8	2010	Mood states of soccer players in the English leagues: reflections of an increasing workload	Evaluar los estados de ánimo de los jugadores en función de la exigencia de la competición y relacionarlo con su salud y su rendimiento (Fútbol)
(86) Pyne, David B.; Mujika, Inigo; Reilly, Thomas. <i>Journal of sports sciences</i> 27(3):195-202	2009	Peaking for optimal performance: research limitations and future directions	REVISIÓN Establecer las limitaciones en investigación que buscan obtener el rendimiento óptimo en deportes colectivos

(continúa)

(87)	Merati, G.; Ce, E.; Maggioni, M. A. <i>Medicina dello sport</i> 59(3):325-33	2006	Cardio-pulmonary evaluation of mentally disabled soccer players	Evaluar la respuesta cardiaca y pulmonar de personas con discapacidad mental (Fútbol)
(88)	Impellizzeri, F.M.; Rampinini, E.; Coutts, A.J. <i>Medicine and science in sports and exercise</i> 36 (6):1042-7	2004	Use of RPE based training load in soccer	Aplicar el método basado en RPE para cuantificar la carga de entrenamiento interno (RPE de la sesión) y evaluar sus correlaciones con otros métodos fisiológicos (Fútbol)
Prevention injuries & training load (n=2)				
(80)	Malisoux, Laurent.; Frisch, Anne; Urhausen, Axel. <i>Journal of science and medicine in sport</i> 16(6):504-8	2013	Monitoring of sport participation and injury risk in young athletes	Comparar las características de participación deportiva en las diferentes categorías del deporte juvenil y establecer su relación con las lesiones sufridas
(89)	Kellmann, M. <i>Scand J Med Sci Sports</i> 20(2):95-102	2010	Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring	REVISIÓN Revisar los métodos empleados para prevenir el sobreentrenamiento en deportistas de alta intensidad

Tabla 3. Prevención de lesiones. Medidas en el entrenamiento.

Autores, revista y referencia	Año	Artículo	Objetivo/Hipótesis	
Training load & control & team sports (n=5)				
Control corporal. Core				
(91)	Ezechieli, M.; Siebert, C. H.; Ettinger, M. <i>Technology and health care</i> 21(4):379-86	2013	Muscle strength of the lumbar spine in different sports	Valorar la capacidad de estabilizar el core en los movimientos dinámicos y la capacidad de absorber las fuerzas durante carga repetitivas (Deportes)
(92)	Jamison, Steve T.; Mcneilan, Ryan J.; Young, Gregory S. <i>Medicine and science in sports and exercise</i> 44(10):1924-34	2012	Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading	Determinar en qué medida un programa de entrenamiento con estabilización del tronco cuasiestático mejorara las medidas de rendimiento del núcleo, la fuerza de la pierna, la agilidad y la carga dinámica de la rodilla en comparación con un programa de entrenamiento de resistencia.
(93)	Myer, G. D.; Brent, J. L.; Ford, K. R. <i>British journal of sports medicine</i> 42(7):614-9	2008	A pilot study to determine the effect of trunk and hip focused neuromuscular training on hip and knee isokinetic strength	Determinar el efecto entrenamiento neuromuscular del core en la fuerza de la cadera y la rodilla.
Equilibrio. Propiocepción. Neuromuscular				
(94)	Renkawitz, T.; Boluki, D.; Linhardt, O.; Grifka, J. <i>Sportverletzung-sportschaden</i> 21(1):23-8	2007	Neuromuscular imbalances of the lower back in tennis players - the effects of a back exercise program	Establecer el riesgo de lesión en deportistas con desequilibrios neuromusculares en la espalda e implantar un programa de corrección (Tenistas)
(95)	Grindstaff, T.L.; Hammill, R.R.; Tuzson, A.E.; Hertel, J. <i>Journal of athletic training</i> 41(4):450-6	2006	Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis	META ANÁLISIS Determinar la reducción del riesgo relativo asociado con programas de capacitación neuromuscular dirigidos a prevenir lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto en mujeres deportistas
Prevention injuries & training load (n=34)				
Fuerza general				
(96)	Herman, D.C.; Oñate, J.A.; Weinhold, P.S.; Guskiewicz, K.M.; Garrett, W.W.; Yu, B.; Padua, D.A. <i>American Journal of Sports Medicine</i> 37(7):1301-8	2009	The Effects of Feedback With and Without Strength Training on Lower Extremity Biomechanics	Hipótesis: Bajo entrenamiento de fuerza de las extremidades inferiores proporciona una baja capacidad para alterar la biomecánica de rodilla y la cadera en el aterrizaje de un salto
(97)	Herman, D.C.; Weinhold, P.S.; Guskiewicz, K.M.; Garrett, W.E.; Yu, B.; Padua, D.A. <i>American Journal of Sports Medicine</i> 36(4):734-40	2008	The Effects of Strength Training on the Lower Extremity Biomechanics of Female Recreational Athletes During a Stop-Jump Task	Hipótesis: Bajo entrenamiento de fuerza de las extremidades inferiores altera la biomecánica de la rodilla y la cadera durante una tarea de salto aumentando el riesgo de lesión

(continúa)

(98)	Brushoj, C.; Larsen, K.; Nielsen, M.B.; Løye, F.; Holmich, P. <i>American Journal of sports medicine</i> 36(4):663-70	2008	Prevention of overuse injuries by a concurrent exercise program in subjects exposed to an increase in training load - A randomized controlled trial of 1020 army recruits	Hipótesis: Un programa de capacitación preventiva basada en una revisión bibliográfica de los factores de riesgo intrínsecos, y realizado simultáneamente con un aumento en la actividad física, puede reducir la incidencia de lesiones de rodilla por uso excesivo y medial síndrome de estrés de la tibia
(99)	Brooks, M.A.; Schiff, M.A.; Koepsell, T.D.; Rivara, F.P. <i>Medicine & science in sports & exercise</i>	2007	Prevalence of Preseason Conditioning among High School Athletes in Two Spring Sports	Determinar la prevalencia y los predictores de entrenamiento durante las pretemporadas en deportistas de secundaria
(69)	Bahr, R.; Krosshaug, T. <i>Br J Sports Med</i> 39:324-9	2005	Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport	REVISIÓN Examinar los modelos actuales utilizados para describir la etiología de las lesiones deportivas y desarrollar un enfoque más integral para comprender las causas de las lesiones
(68)	Parkkari, J.; Kujala, U.M.; Kannus, P. <i>Sports Med</i> 31(14):985-95	2001	Is it Possible to Prevent Sports Injuries? Review of Controlled Clinical Trials and Recommendations for Future Work	REVISIÓN Revisar los ensayos sobre la prevención de las lesiones deportivas y describir los aspectos más importantes relacionados con la lesión, la vigilancia y la prevención de lesiones con éxito
Control corporal. Core				
(100)	Wilkerson, J.B.; Giles, J.L.; Seibel, D.K. <i>Journal of athletic training</i> 47(3):264-72	2012	Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study	Evaluar el valor de las mediciones de la fuerza y estabilidad del core como predictor de lesiones en extremidades inferiores y esguinces en adolescentes (Fútbol)
(101)	Childs, J.D.; Teyhen, D.S.; Benedict, T.M.; Morris, J.B.; Fortenberry, A.D.; McQueen, R.M.; Preston, J.B.; Wright, J.C.; Dugan, J.I.; George, S.Z. <i>Medicine & science in sports & exercise</i>	2009	Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance	Determinar si la realización de ejercicios de estabilidad del core en lugar de abdominales durante el entrenamiento tiene efectos perjudiciales sobre el rendimiento en el ejercicio "Sit-up"
Equilibrio. Propiocepción. Neuromuscular				
(102)	Lindblom, H.; Waldén, M.; Carlford, S.; Hägglund, M. <i>British journal of sports medicine</i> 19(48):1425-30	2014	Implementation of a neuromuscular training programme in female adolescent football: 3- year follow-up study after a randomized controlled trial	Evaluar la aplicación de un programa neuromuscular en jugadoras adolescentes después de 3 años mediante un ensayo controlado aleatorio (Fútbol)
(103)	Blackburn, J.T.; Norcross, M.F. <i>Journal of electromyography and kinesiology</i> 24:98-103	2014	The effects of isometric and isotonic training on hamstring stiffness And anterior cruciate ligament loading mechanisms	REVISIÓN Evaluar los efectos del entrenamiento isométrico e isotónico sobre la rigidez del tendón de la corva y los mecanismos de lesión del ligamento cruzado anterior
(104)	Ostojic, M.; Vujkov, S.; Purkovic, S.; Trivic, T.; Stojanovic, M. <i>Archives of budo-science of martial arts</i> 7(2):61-4	2011	Physiological adaptations of a specific muscle-imbalance reduction training programme in the elite female judokas	Determinar si el ejercicio isocinético puede proporcionar información útil sobre la fuerza de grupos musculares específicos y detectar el desequilibrio entre los grupos musculares en el deporte del judo
(105)	González, G.; Oyarzo, C.; Fischer, M.; De la Fuente, M.J.; Diaz, V. y Berral, F.J. <i>Rev int med cienc act fis deporte</i> 11(41):95-114	2011	Entrenamiento específico del balance postural en jugadores juveniles de fútbol	Evaluar la respuesta al entrenamiento del control postural en deportistas sin patología, mediante entrenamiento específico.
(106)	Filipa, A.; Byrnes, R.; Paterno, M.V.; Myer, G.D.; Hewett, T.E. <i>Orthop sports phys ther</i> 40(9):551-8	2010	Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes	Determinar si un programa de entrenamiento neuromuscular centrado en el core, la estabilidad y la fuerza de las extremidades inferiores afectarían al rendimiento en la prueba de equilibrio "Star Excursion Balance Test" (Sebt)
(107)	Roopchand-Martin, S.; Lue-Chin, S. <i>West indian med j</i> 59(2):182	2010	Plyometric training improves power and agility in jamaica's national netball team	Investigar el efecto de un programa de entrenamiento pliométrico durante tres semanas en la mejora del salto y la agilidad y la reducción del número de lesiones (Netball)

(continúa)

(108)	Barber-Westin, S.E.; Hermeto, A.A.; Noyes, F.R. <i>Journal of strength and conditioning research</i> 24(9):2372-82	2010	A six-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players	Evaluar la eficacia de un entrenamiento específico en la mejora de los índices neuromusculares durante la competición (Tenis)
(109)	Emery, C.A.; Meeuwisse, W.H. <i>British journal of sports medicine</i> 44(8):555-62	2010	The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial	Examinar la eficacia de una estrategia de prevención neuromuscular en la reducción de lesiones en jugadores juveniles (Fútbol)
(110)	Distefano, L.; Padua, D.; Blackburn, T.; Garrett, W.; Guskiewicz, K.; Marshall, S. <i>Journal of strength and conditioning research</i> 4(2):332-42	2010	Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children	Establecer en qué medida influye la mejora del equilibrio y la fuerza de salto en la prevención de lesiones en niños
(111)	Pasanen, K.; Parkkari, J.; Pasanen, M.; Hiilloskorpi, H.; Makinen, T.; Jarvinen, M.; Kannus, P. <i>BMJ</i>	2008	Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study	Investigar si un programa de entrenamiento neuromuscular es eficaz en la prevención de lesión sin contacto en mujeres (Floorball)
(112)	Zebis, M.K.; Bencke, J.; Andersen, L.L.; Døssing, S.; Alkjær, T.; Magnusson, P.; Kjær, M.; Aagaard, P. <i>Clin J Sport Med</i> 18(4):329-37	2008	The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidcutting in female elite soccer and handball players	Desarrollar un programa de entrenamiento neuromuscular durante una temporada y de forma experimental analizar los mecanismos de adaptación neuromusculares provocados durante una maniobra de paso lateral estandarizada asociada a la lesión de del ligamento cruzado anterior sin contacto (Fútbol y Balonmano)
(94)	Renkowitz, T.; Boluki, D.; Linhardt, O.; Grifka, J. <i>Sportverletzung-sportschaden</i> 21(1):23-8	2007	Neuromuscular imbalances of the lower back in tennis players - the effects of a back exercise program	Establecer el riesgo de lesión en deportistas con desequilibrios neuromusculares en la espalda e implantar un programa de corrección (Tenistas)
(95)	Grindstaff, T.L.; Hammill, R.R.; Tuzson, A.E.; Hertel, J. <i>Journal of athletic training</i> 41(4):450-6	2006	Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis	META ANÁLISIS Determinar la reducción del riesgo relativo asociado con programas de capacitación neuromuscular dirigidos a prevenir lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto en mujeres deportistas
(113)	Herring, K.M. <i>Current sports medicine reports</i> 5(3):147-54	2006	A plyometric training model used to augment rehabilitation from tibial fasciitis.	Determinar la efectividad de un programa de entrenamiento pliométrico progresivo con hincapié en el desarrollo gradual de la carga excéntrica para la mejorar de la fascitis tibial
(114)	McGuine, T. A.; Keene, J.S. <i>American journal of sports medicine</i> 34(7):1103-11	2005	The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes	Valorar la efectividad de un programa de entrenamiento del equilibrio para reducir el riesgo de esguinces de tobillo (Escuela Secundaria)
(115)	Verhagen, E.; Van der Beek, A.; Twisk, J.; Bouter, B.; Bahr, R.; Van Mechelen, W. <i>The american journal of sports medicine</i> 32(6):1385-93	2004	The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains	Valorar la efectividad de un programa de equilibrio propioceptivo para la prevención de los esguinces de tobillo (Voleibol)
Trabajo excéntrico				
(116)	De Hoyo, M.; Pozzo, M.; Sanudo, B.; Carrasco, L.; Gonzalo-Skok, O.; Dominguez-Cob, S.; Moran-Camacho, E. <i>International journal of sports physiology and performance</i> 10(1):46-52	2015	Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players	Analizar el efecto de un programa de entrenamiento excéntrico con sobrecarga individualizada sobre la incidencia de la lesión muscular y la severidad y el rendimiento en jugadores jóvenes (Fútbol)
(117)	Petersen, J.; Thorborg, K.; Bachmann, M.; Budtz-Jørgensen, E.; Holmich, P. <i>The american journal of sports medicine</i> 39(11):2296-303	2011	Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer	Investigar el efecto preventivo de fortalecimiento excéntrico de los músculos isquiotibiales usando el ejercicio "Nordic Hamstring" en comparación otros programas sin ningún ejercicio adicional de isquiotibiales en la tasa de lesiones agudas de isquiotibiales (Fútbol)
(118)	Andrew, P.; Lavendera, B.; Kazunori, N. <i>Journal of science and medicine in sport</i> 11:291-8	2008	A light load eccentric exercise confers protection against a subsequent bout of more demanding eccentric exercise	Hipótesis: Un ejercicio excéntrico suave no induce a una pérdida de la función muscular y provoca un efecto protector durante la acción excéntrica más extenuante

(continúa)

(119)	Visnes, H.; Hoksrud, A.; Cook, J. <i>Clinical journal of sport medicine</i> 15(4):225-32	2005	No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season - a randomized clinical trial	Investigar el efecto de un programa de entrenamiento excéntrico para mejorar la tendinopatía rotuliana durante una temporada (Voleibol)
Calentamiento (programas FIFA)				
(120)	McKay, C.D.; Steffen, K.; Romiti, M.; Finch, C.F.; Emery, C.A. <i>Br J Sports Med</i> 0:1-7	2014	The effect of coach and player injury knowledge, attitudes and beliefs on adherence to the FIFA 11+ programme in female youth soccer	Describir el conocimiento sobre las lesiones en mujeres jóvenes futbolistas e identificar la relación entre carga de entrenamiento y lesión a través del programa "FIFA 11+".
(121)	Owoeye, O.; Akinbo, S.; Tella, B.; Olawale, O. <i>Journal of Sports Science and Medicine</i> 13:321-8	2014	Efficacy of the FIFA 11+ Warm-Up Programme in Male Youth Football: A Cluster Randomised Controlled Trial	Examinar la eficacia del programa "FIFA 11+" en el riesgo de lesiones entre los jugadores de fútbol jóvenes varones de la Lagos Junior League
(122)	Steffen, K.; Emery, C.A.; Romiti, M.; Kang, J.; Bizzini, M.; Dvorak, J.; Finch, C.F.; Meeuwisse, W.H. <i>British Journal of Sports Medicine</i> 47:794-802	2013	High adherence to a neuromuscular injury prevention program (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players : a cluster randomized trial	Evaluar si los diferentes métodos de entrenamiento del programa "FIFA 11+" podrían mejorar el rendimiento del jugador y prevenir lesiones
(123)	Steffen, K.; Meeuwisse, W.H.; Romiti, M.; Kang, J.; McKay, C.; Bizzini, M.; Emery, C.A. <i>British Journal of Sports Medicine</i> 47:480-7	2013	Evaluation of how different implementation strategies of an injury prevention programme (FIFA 11+) impact team adherence and injury risk in Canadian female youth football players: a cluster randomized trial	Evaluar diferentes métodos de entrenamiento de un programa de prevención de lesiones (programa "FIFA 11+") sobre la adherencia y el riesgo de lesiones entre los equipos de fútbol base femenino
(124)	Longo, U.G.; Loppini, M.; Berton, A.; Marinozzi, A.; Maffulli, N.; Denaro, V. <i>The American Journal of Sports Medicine</i> 40(5)	2012	The FIFA 11+ Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players	Examinar el efecto del programa "FIFA 11+" en las tasas de lesiones en jugadores de baloncesto masculino de élite
(125)	Steffen, K.; Bakka, H.B.; Myklebust, G.; Bahr, R. <i>Scand J Med Sci Sports</i>	2008	Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players	Evaluar si el programa "FIFA 11+" puede mejorar el rendimiento en un grupo de jugadores de fútbol femenino de 16 a 18 años de edad

si bien algunos sugieren que solo con un programa de fuerza general puede no ser suficiente para disminuir la IL^{97,98}, siendo necesario aplicar otro tipo de medidas como reeducar el movimiento y dar un adecuado *feedback*⁹⁶.

Control corporal-Core-Estabilización del núcleo

Roetert¹²⁶ establece que la estabilidad del tronco (*core*) es fundamental para un buen rendimiento en casi todos los deportes y actividades. Esto es debido a la naturaleza tri-dimensional de muchos movimientos deportivos, que exige que los deportistas deban tener una buena resistencia en la cadera y en los músculos del tronco para proporcionar una estabilidad de base efectiva.

Algunos deportes requieren buen equilibrio, otros fuerza, otros simetría corporal, pero todos requieren buena estabilidad del *core* en los tres planos de movimiento¹²⁶. La falta de fuerza y estabilidad del *core* da lugar a una técnica ineficiente, lo que predispone al deportista a una lesión¹²⁷. Por ejemplo, el dolor lumbar es un problema común en cualquier deporte en el que se requiere movimientos de torsión o rotación significativa y una flexión y extensión continua¹²⁸⁻¹³⁰. Leetun *et al.*¹³¹ encontraron que 41 jugadores de baloncesto (28 mujeres, 13 hombres) de 139 (35% de las mujeres, 22% de los hombres), sufrieron 48 lesiones de espalda o en extremidades inferiores durante la temporada. Identificaron

que los sujetos que sufrieron una lesión en general, no tenían buena estabilidad del *core*, debido a una débil abducción y rotación externa de la cadera, que disminuyó su capacidad de mantener la estabilidad. Llegó a la conclusión de que las exigencias en la musculatura lumbopélvica en la mujer eran mayores, lo que resultó en un mayor riesgo de lesión en la zona baja de la espalda para ellas. Estableciendo que un entrenamiento del *core* podría desempeñar un importante papel en la prevención de lesiones, especialmente en las mujeres.

Fisiológicamente, la fuerza y estabilidad del *core* ofrece mayor potencia y un uso más eficiente de los músculos de los hombros, los brazos y las piernas¹³², lo que implica un menor riesgo de lesiones y efectos positivos sobre el rendimiento deportivo, en términos de velocidad, agilidad, potencia y resistencia aeróbica¹³³.

Los programas de prevención que tratan de corregir eslabones débiles de la capacidad del *core* son diseñados para¹³⁴:

- Aumentar la movilidad articular y la extensibilidad muscular.
- Mejorar la estabilidad de la articulación.
- Mejorar el rendimiento muscular.
- Optimizar la función de movimiento.

Aunque la fuerza del tren inferior parece ser más importante para las mejoras en el rendimiento en determinadas disciplinas que implican saltos, velocidad y agilidad, la resistencia del *core* parece ser más importante para la prevención de lesiones y rehabilitación^{135,136}. McGill¹³⁵

sostuvo que el desarrollo de la resistencia del *core* debe prevalecer sobre el desarrollo de la fuerza del tren inferior para prevenir y rehabilitar lesiones del tren inferior.

Una mala estabilidad del tronco puede provocar desequilibrios musculares que predisponen a desencadenar síndromes dolorosos⁹¹ y aumentar las probabilidades de lesiones del tren inferior en especial de la rodilla y del ligamento cruzado anterior, por un mal alineamiento que provoca un exceso de carga sobre la articulación^{92,93} y de los tobillos^{100,101}.

En la prescripción de ejercicios de estabilidad del *core*, el concepto de especificidad debería tener mayor importancia. No todos los ejercicios son específicos o beneficiosos, como varios estudios han sugerido¹³⁷⁻¹⁴¹. Hay que seguir investigando sobre el efecto de la estabilidad del *core* en el rendimiento deportivo. Algunos estudios han dado a entender que no hay un efecto ventajoso sobre el rendimiento mediante la mejora de la estabilidad y la fuerza del *core* estando basadas las conclusiones en gran medida en test básicos^{142,143}.

Equilibrio. Propiocepción. Neuromuscular

El término propiocepción se introdujo por primera vez por Sherrington en 1906, quien lo describió como un tipo de retroalimentación de los miembros en el Sistema Nervioso Central. Desde entonces, numerosos autores han investigado varios aspectos de la propiocepción y el control neuromuscular. Los términos contemporáneos de sentido conjunto de la posición, cinestesia y sensación de tensión o fuerza, se consideran submodalidades de la propiocepción.

Una pobre capacidad de equilibrio se asocia con un mayor riesgo de caídas y por tanto con mayor riesgo de lesión¹⁴⁴. Mejorar el equilibrio a través de ejercicios de entrenamiento reduce la tasa de esguinces de tobillo¹⁴⁵ y las tasas globales de lesiones de las extremidades inferiores^{95,105,108,111-113,115,146}.

Los efectos del entrenamiento propioceptivo son: el aumento de la activación muscular, la reducción de los tiempos de reflejo de la reacción en el estiramiento, la mejora de la coordinación inter-muscular, del equilibrio y de la conciencia del cuerpo y, por lo tanto, la reducción de la susceptibilidad a las lesiones¹⁴⁴.

Trabajos en superficies inestables pueden aumentar la sensibilidad de los husos musculares, mejorando sus prestaciones para responder mejor a fuerzas perturbadoras aplicadas sobre una articulación. La exposición a un conjunto de fuerzas potencialmente desestabilizantes durante el entrenamiento puede ser un estímulo necesario para fomentar el desarrollo de patrones compensatorios neuromuscularmente efectivos¹⁴⁷. Paterno *et al.*¹⁴⁸, demostraron mejoras en el control postural en mujeres atletas después de un programa de entrenamiento de 6 semanas de duración que incluyó ejercicios de equilibrio realizados en un bosu, trabajos de pliometría, ejercicios de movimiento dinámico y ejercicios de resistencia. Wedderkopp *et al.*¹⁴⁹ demostraron que un calentamiento dinámico seguido de ejercicios de equilibrio de tobillo redujo la probabilidad de lesiones de las extremidades inferiores en un equipo femenino de balonmano. El grupo control tenía 6 veces mayor riesgo de lesiones que el grupo de intervención.

Los programas basados en el trabajo neuromuscular son efectivos para reducir lesiones y mejorar desequilibrios musculares^{94,104,106,109,110}.

Dentro del trabajo neuromuscular destaca el realizado con el método basado en la pliometría (PLY). La evidencia disponible sugiere que la PLY, ya sea sola o en combinación provoca numerosos cambios positivos en el sistema neural y musculoesquelético, en la función muscular y el rendimiento deportivo de los individuos sanos.

En concreto, los estudios han demostrado que la PLY a largo plazo (3-5 sesiones a la semana durante 5-12 meses) representa un método de entrenamiento eficaz para mejorar la masa ósea en prepúberes /early púberes, mujeres jóvenes y premenopáusicas. Además, PLY a corto plazo (2-3 sesiones a la semana para 6-15 semanas) puede cambiar la rigidez de diversos componentes elásticos del músculo-tendón de los flexores plantares en los atletas y no atletas¹⁵⁰. PLY a corto plazo también mejora la fuerza de las extremidades inferiores, el poder del ciclo estiramiento-acortamiento en la función muscular (SSC) en individuos sanos. Estos cambios adaptativos en función neuromuscular son probablemente el resultado de¹⁵⁰:

- Mejora de la coordinación intermuscular.
- Los cambios en las características mecánicas del complejo músculo-tendón del plantar flexores.
- Cambios en el tamaño y/o la arquitectura muscular.
- Los cambios en la mecánica de una sola fibra.

Los resultados también muestran que la PLY, ya sea sola o en combinación con otros métodos, tiene el potencial de mejorar un amplia gama dentro del rendimiento deportivo (el salto, carreras de velocidad, agilidad y resistencia rendimiento) en niños y adultos jóvenes de ambos sexos, y de reducir el riesgo de lesiones en las extremidades inferiores en las mujeres atletas.

Aunque muchas cuestiones relacionadas con la PLY quedan por resolver, los resultados permiten recomendar el uso de PLY como un entrenamiento seguro y eficaz para la mejora de la función muscular de las extremidades inferiores además de servir como entrenamiento funcional para la mejora del rendimiento en individuos sanos^{102,103,114}.

Excéntrico

El ejercicio excéntrico (ECC) se utiliza clásicamente para mejorar la fuerza y potencia muscular en sujetos sanos, deportistas y debido a sus propiedades fisiológicas y mecánicas específicas, existe un interés creciente en su empleo para fines clínicos y de rehabilitación.

La mayoría de las lesiones musculares en los deportes de equipo se producen en movimientos explosivos y de carácter excéntrico, siendo éstas unas de las razones por las que se aboga por este tipo de trabajo tanto como prevención como para el tratamiento de lesiones crónicas¹¹⁹.

El trabajo excéntrico puede disminuir la IL, el número de días de lesión y debe integrarse en los programas de prevención de lesiones en deportistas de deportes de equipo¹¹⁸.

Petersen *et al.* realizaron un trabajo con 50 equipos de fútbol australiano *amateurs* y profesionales (n= 942) aplicando un programa de fortalecimiento excéntrico isquiotibial durante 10 semanas a través del ejercicio *Nordic Hamstring*. El grupo control tuvo 52 lesiones por 15 el grupo de intervención¹¹⁷.

De Hoyo *et al.* proponen un trabajo durante 10 semanas, 3 ses/sem con 2 ejercicios de cadena cinética estable abierta (rizos nórdico) y 1 cerrada inestable (2 estocadas en bosu) enfatizando la acción isquiotibial y estabilizando la rodilla en el trabajo excéntrico (1 pierna ascensores muertos excéntricos)¹¹⁶.

Otro estudio basado en un programa preventivo para la musculatura de los isquiotibiales que abarcaba estiramientos, ejercicios específicos del deporte realizados en fatiga, aumento del volumen de tiempo de trabajo a intensidades altas y de entrenamiento interválico anaeróbico así como aumento de los tiempos de trabajos a intensidades elevadas, fueron realizados en deportistas profesionales de fútbol australiano (n=70) durante 4 temporadas consiguiendo descender la pérdida de días de partido de 31 y 38 a 5 y 16 y a una IL de 4,7 a 1,3¹⁵¹.

El interés en el trabajo excéntrico se basa en:

Desplazamiento longitud óptima

Se ha sugerido que la tensión óptima del músculo en cada acción podría reducir el número de lesiones¹⁵². La única forma de entrenamiento que ha sido demostrado que aumenta constantemente la longitud óptima de desarrollo de tensión ha sido el ejercicio excéntrico^{152,153}. Este hecho se ha demostrado en los flexores del codo, en los flexores plantares y en los flexores y extensores de la rodilla¹⁵⁴⁻¹⁵⁶. La magnitud del cambio depende de 3 variables: carga de ejercicio excéntrico, el volumen de ejercicio excéntrico, y la longitud del músculo durante la acción muscular excéntrica.

Entrenamiento excéntrico con carga acentuada y supramáxima

Se ha demostrado que los seres humanos son capaces de reclutar un menor número de unidades motoras (con el mismo desarrollo de la fuerza) durante una acción muscular excéntrica que durante una concéntrica. La eficiencia neural de las acciones musculares excéntricas es mayor, por eso han sido sugeridas para maximizar la activación neural y la adaptación de fuerza posterior. Para realizar estas acciones se requieren mayores cargas¹⁵⁷. Algunas investigaciones han sugerido que los sujetos pueden ganar de un 20-60% más de fuerza concéntrica y excéntrica a través del entrenamiento excéntrico frente al concéntrico¹⁵⁸.

Trabajo excéntrico para mejorar el ciclo E-A (estiramiento-acortamiento)

La investigación ha demostrado que en la producción de fuerza concéntrica el aislamiento es relativamente bajo en comparación con las contracciones concéntricas que están precedidas por una acción muscular excéntrica¹⁵⁹. Este vínculo se denomina el SSC. El SSC puede tener grandes o pequeñas cantidades de desplazamiento relativo angular de las articulaciones, y se compone tanto de acciones reflejas voluntarias como involuntarias¹⁶⁰. Para la potenciación de la SSC óptima (una mayor contracción concéntrica), varios factores son fundamentales:

- Preactivación de la musculatura antes del contacto.
- No tiempos de acoplamiento pequeños (es decir, tiempo entre la terminación de la fase excéntrica y la aparición de la fase concéntrica).
- Contracción de corta duración.
- Acción muscular excéntrica a alta velocidad.
- Pequeña amplitud de movimientos.

Rehabilitación de lesiones concretas (tendinopatía del tendón de Aquiles)

Este trabajo se basa en la idea de que las lesiones del tendón de Aquiles podrían resultar de soportar cargas de tracción superiores a la resistencia mecánica del tendón¹⁶¹. Cuando estas cargas se repiten, como sucede en muchas actividades y deportes, podría derivar en una condición sintomática.

La teoría del entrenamiento excéntrico promovida por la importancia de la adaptación estructural del tendón sintomático, determina que podría hacer frente a las crecientes cargas repetitivas y prevenir la lesión¹⁶¹. Los programas de rehabilitación que involucran entrenamiento excéntrico que utilizan cargas superiores al peso del cuerpo han proporcionado resultados positivos en el tratamiento de la tendinopatía del Aquiles, con una disminución del dolor y un mayor porcentaje de pacientes que vuelven a niveles de actividad física previos a la lesión¹⁶².

No todos los trabajos dan resultados positivos, así Visnes *et al.* no encontraron mejorías tras la aplicación de un trabajo excéntrico para la mejoría de la tendinitis rotuliana durante 12 semanas en jugadores de voleibol que seguían compitiendo mientras se les aplicaba el programa¹¹⁹.

Test isocinéticos¹⁰⁷

La posibilidad de poder realizar test isocinéticos para establecer la relación agonistas-antagonistas y posibles déficits de fuerza que predisponen al jugador a lesionarse debe tenerse presente siempre que se tenga acceso a la realización de este tipo de pruebas.

Calentamientos específicos

Diferentes estudios muestran que la inclusión de un calentamiento específico, entre 15-20 minutos, dinámico donde se trabaje la coordinación, equilibrio, fuerza mejoran el balance postural y reducen el riesgo de lesiones. Destacar los estudios basados en el programa desarrollado por la FIFA denominado FIFA11+ que consta de 10 ejercicios donde se trabaja la estabilidad del core, la fuerza de las extremidades inferiores, el equilibrio y la agilidad¹²⁰⁻¹²⁵, en todos ellos indican que disminuye el riesgo de lesión.

En la Tabla 4 se analizan los estudios encontrados sobre Prevención de lesiones. Otras medidas preventivas.

Análíticas sanguíneas. Suplementación

La realización de analíticas sanguíneas en los deportistas es un método reconocido desde hace tiempo para establecer si el deportista está sano, si asimila adecuadamente el entrenamiento y si necesita algún tipo de suplementación, siendo la más común, la aportación de hierro debido a anemias causadas por la práctica deportiva^{163,164}.

Análisis biomecánico

Estudios biomecánicos y/o análisis de vídeo pueden revelar nuevas formas de disminuir la IL y deberían ser una parte del trabajo de prevención donde se observa, analiza y seguidamente se aplican una serie de medidas con el objetivo de reeducar el movimiento y disminuir la posibilidad de lesión. En el baloncesto y más en mujeres, debido a su predisposición de rodilla en valgo, es importante estudiar el aterrizaje después de un salto. Estudios biomecánicos nos van a permitir poder analizar las fases de los movimientos con precisión, estableciendo las cargas que se soportan en el aterrizaje y poder predecir deportistas con mayor riesgo de tener determinados tipos de lesiones^{165,166}.

Material y normas

Muchas lesiones deportivas son el resultado de accidentes inevitables, pero también hay muchos otros que podrían prevenirse. Tomar medidas como la modificación de las reglas del juego, sobre todo en los deportes de equipo y de contacto, debería de tenerse presente

Tabla 4. Prevención de lesiones. Otras medidas preventivas.

Autores, revista y referencia	Año	Artículo	Objetivo / Hipótesis
Training load & control & team sports (n=3)			
Análisis de sangre-Suplementación			
(163) Claudino, Joao G.; Mezencio, Bruno; Amaral, Sergio. <i>Journal of the international society of sports nutrition</i> 11(32)	2014	Creatine monohydrate supplementation on lower-limb muscle power in Brazilian elite soccer players	Examinar los efectos de la suplementación con monohidrato de creatina sobre la fuerza muscular de los miembros inferiores en jugadores de fútbol de elite de Brasil
(164) Bizzaro, N. <i>Recenti progressi in medicina</i> 80(5):237-40	1989	Study of variations in hematologic parameters in rugby players undergoing physical training at a high altitude	Demostrar que la anemia leve se puede desarrollar en jugadores de rugby bien entrenados debido al aumento del volumen plasmático con una reducción relativa de los glóbulos rojos
Análisis Biomecánico			
(165) Pietraszewski, B.; Struzik, A. <i>Acta of bioengineering and biomechanics</i> 15(4):103-8	2013	Evaluation of selected biomechanical parameters in female team sports players	Evaluar los parámetros biomecánicos de miembros inferiores y su influencia en la altura de salto vertical
Prevention injuries & training load (n=7)			
Análisis Biomecánico			
(166) Myer, G.D.; Ford, K.R.; Barber, K.D.; Rauh, M.J.; Paterno, M.V.; Hewett, T.E. <i>Journal of Athletic Training</i> 49(3):389-98	2014	A Predictive Model to Estimate Knee-Abduction Moment: Implications for Development of a Clinically Applicable Patellofemoral Pain Screening Tool in Female Athletes	Identificar medidas biomecánicas de laboratorio para cuantificar con precisión las cargas soportadas durante el aterrizaje y predecir un mayor riesgo de lesión en las mujeres atletas
Material			
(167) Fourchet, F.; Kuitunen, S.; Girard, O.; Beard, A.J.; Millet, J.P. <i>Journal of Sports Science and Medicine</i> 10:292-300	2011	Effects of combined foot/ankle electromyostimulation and resistance training on the in-shoe plantar pressure patterns during sprint in young athletes	Investigar la influencia de un programa de entrenamiento de cinco semanas de fuerza en tobillos y rodillas sobre las características de carga plantares durante el sprint en varones adolescentes.
(168) Lohrer, H.; Turbanski, S.; Nauck, T.; Schmidtleicher, D. <i>Sportverletzung-sportschaden</i> 22(4):191-5	2008	Balance Therapy Shoes - a Comparative Analysis with Respect to Immediate Training Effects	Hipótesis: Usar un zapato diferente al habitual supone una carga diferente soportado por el sistema neuromuscular que afecta al control postural
(169) Eils, E.; Streyl, M. <i>Sportverletzung Sportschaden</i> 19(3):140-5	2005	A one year aging process of a soccer shoe does not increase plantar loading of the foot during soccer specific movements	Evaluar la influencia de un proceso de envejecimiento controlado en el patrón de carga del pie dentro de un zapato de fútbol
Salud Pública			
(170) Finch, C.F. <i>British journal of sports medicine</i> 46(1):70-4	2012	Getting sports injury prevention on to public health agendas - addressing the shortfalls in current information sources	Hipótesis: La razón principal de la falta de política de lesiones deportivas por los departamentos gubernamentales para la salud o el deporte hasta la fecha es la falta de información relevante disponible por los responsables políticos para tomar sus decisiones
Intervención Educativa			
(171) Myer, G.D.; Faigenbaum, A.D.; Chu, D.A.; Falkel, J.; Ford, K R.; Best, T.M.; Hewett, T.E. <i>Physician and sportsmedicine</i> 39(1):74-84	2011	Integrative Training for Children and Adolescents: Techniques and Practices for Reducing Sports-Related Injuries and Enhancing Athletic Performance	REVISIÓN Revisar la evidencia científica sobre la juventud y el entrenamiento de fuerza acondicionado y proporcionar recomendaciones apropiadas para cada edad para la integración de las diferentes actividades de fuerza y acondicionamiento en un programa bien diseñado que sea seguro, efectivo y agradable
(172) Cook, M.; Cusimano, C.H.; Chipman, M.L. <i>Injury Prevention</i> 9:361-6	2003	Evaluation of the ThinkFirst Canada, Smart Hockey, brain and spinal cord injury prevention video	Evaluar los conocimientos y la adherencia al programa "ThinkFirst Canadá" sobre la prevención de lesiones que enseña los mecanismos y consecuencias de las lesiones cerebrales y de la médula espinal sufridas en el hockey sobre hielo a jóvenes de 11-12 años practicante de este deporte

con el objetivo de disminuir el número de contactos violentos entre los participantes. Hay intervenciones que han incluido cambios en las reglas, involucrando a grandes grupos de participantes, mostrando ser eficaces para disminuir las lesiones^{173,174}. Es el caso de las conmociones cerebrales¹⁷⁵. Estas medidas incluyen cambios en las reglas para evitar impacto de la cabeza, acondicionamiento muscular del cuello, el uso de protector bucal, y el uso de cascos y protectores de cabeza.

El uso de dispositivos de protección puede también llevar a consecuencias inesperadas, por ejemplo, esquiadores con cascos pueden esquiar más duro, más cerca a su límite y en peores condiciones, suponiendo que el casco protege la cabeza, cuando en realidad su cambio en el comportamiento conduce a un riesgo aún mayor de lesión. El material deportivo utilizado sin duda puede prevenir lesiones o por el contrario favorecerlas.

Las lesiones faciales son comunes en un considerable número de deportes, gracias al uso más sistemático de los cascos y mascarillas su incidencia ha disminuido¹⁷⁶. Sólo en los EE.UU, se estimó más de 1.600 lesiones en los ojos en diferentes formas de hockey en 1997¹⁷⁷. Sin embargo, desde 1997 ninguna lesión ocular ha sido significativa entre los más de 1 millón de jugadores que llevan careta de hockey completa certificada¹⁷⁸.

En el caso del calzado deportivo (zapatillas, botas, patines,...) igualmente será muy importante que sea el adecuado y tenga las propiedades de rigidez, absorción, etc. necesarias para cada modalidad deportiva¹⁶⁷⁻¹⁶⁹. Sobre la base de la literatura existente, Robbins y Waked¹⁷⁸ llegan a la conclusión de que el sentido de la posición del pie en los seres humanos es preciso con los pies descalzos, pero se distorsiona por el calzado deportivo, aumentando la frecuencia de los esguinces de tobillo en deportistas calzados. Sugirieron que la mejor solución para reducir esguinces de tobillo en deportistas calzados es el uso de un calzado que permita tener la mayor sensibilidad táctil máxima y así tener una conciencia de la posición del pie.

El buen efecto preventivo de estabilizadores de tobillo se ha demostrado en diferentes estudios¹⁷⁹⁻¹⁸¹. El uso de suelas amortiguadoras en el calzado reduce la incidencia de las fracturas por sobrecarga en los atletas¹⁸²⁻¹⁸⁶. Gillespie y Grant¹⁸⁷ calcularon, en su sistemática revisión Cochrane, que de acuerdo con estos ensayos el uso de plantillas de amortiguación reduce el riesgo de fractura por estrés en un 53%. Sin embargo, estos autores expresaron preocupación por la calidad relativamente baja de estos 5 ensayos.

Aunque estabilizadores de tobillo profilácticos parecen prevenir algunas lesiones de tobillo, una vez más, una mayor investigación se requiere con otras intervenciones profilácticas y su aplicabilidad general^{188,189}.

Salud Pública¹⁷⁰

Las lesiones han traspasado el ámbito deportivo llegando a todos los sectores de la población hasta el punto de ser consideradas problema de salud pública con la consiguiente intervención de departamentos gubernamentales.

Hasta que la investigación en medicina deportiva no genere información a nivel de población y estimaciones de costo-beneficio, la prevención en lesiones deportivas continuará siendo poco valorada dentro de la salud pública debido a la falta de información relevante

disponible para que los responsables políticos puedan tomar decisiones y poner en marcha medidas.

Intervención educativa

Educación-formación desde niños

Es importante establecer directrices de formación adecuadas a la edad que puedan reducir el riesgo de lesiones relacionadas con el deporte y mejorar el rendimiento deportivo. Formación Integrativa se define como un programa o plan que incorpore la fuerza y el acondicionamiento en actividades generales y específicas que mejoren ambos componentes como son la salud y la condición física¹⁷¹.

La piedra angular de la formación integral es la educación adecuada a la edad y la instrucción por profesionales cualificados que entienden la singularidad física y psicosocial de los niños y adolescentes.

Programa de intervención educativo

Los datos existentes en la actualidad sobre IL, factores y mecanismos de lesión en diferentes deportes y las medidas preventivas que han probado ser eficaces podrían ser utilizados para educar a los jóvenes practicantes, a pesar de que tengan una probabilidad baja de lesión, ya que un buen conocimiento de los riesgos predispone a tener un efecto preventivo¹⁹⁰.

En general, en los deportes colectivos es necesario que haya un mayor enfoque en la disminución de contactos ásperos y violentos entre los deportistas.

El hockey sobre hielo es un buen ejemplo de medidas preventivas de este tipo. Para evitar lesiones de la médula espinal deben evitarse comportamientos agresivos, sobre todo si vienen por detrás y cerca de las tablas de la pista y deben estar sancionadas por las reglas de juego. El uso del contacto con el stick en este deporte en parte explica el elevado número de lesiones en la mano y fracturas de muñeca y debe ser controlado¹⁹¹. Con el fin de reducir la IL en el hockey hielo se realizó en Canadá un programa denominado "Think first"¹⁷², con el objetivo de evaluar la transferencia de conocimientos y resultados en niños practicantes de 11-12 años, a través de un vídeo donde se les explicaban las medidas a tomar para prevenir las lesiones, los mecanismos de las mismas y sus consecuencias haciendo especial hincapié en las lesiones cerebrales y de la médula espinal. Los resultados indicaron que con una sola visualización mejoraban sus conocimientos y comportamientos en la pista y se mantenían al cabo de tres meses, si bien indican que sería necesario un mayor número de muestras.

En la Tabla 5 se analizan los estudios encontrados sobre Prevención de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA).

Las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) son las de mayor preocupación en los deportes colectivos, ya que estas lesiones pueden tener graves consecuencias para el deportista con un riesgo alto de osteoartritis temprana y se consideran de las más graves dentro de las más frecuentes^{193,199,200}.

La capacidad para diseñar programas de prevención específicos es actualmente limitada por una comprensión incompleta de la causas de las lesiones. Un enfoque multifactorial debe ser utilizado para dar cuenta de todos los factores involucrados, internos y externos, así como las causas de la lesión y una descripción de todo el cuerpo y la biomecánica conjuntas en el momento de la lesión.

De nuevo los aspectos vistos anteriormente (trabajo de fuerza general y específico de la modalidad, control corporal, equilibrio,

Tabla 5. Prevención de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA).

Autores, revista y referencia	Año	Artículo	Objetivo / Hipótesis
Training load & control & team sports (n=9)			
(192) Dempsey, Alasdair R.; Elliott, Bruce C.; Munro, Bridget J. <i>Journal of applied biomechanics</i> 30(2):231-6	2014	Can technique modification training reduce knee moments in a landing task?	Examinar si la técnica de aterrizaje está implicada en la lesión del LCA
(193) Donnelly, C. J.; Elliott, B. C.; Ackland, T. R. <i>Research in sports medicine</i> 20(3):239-62	2012	An anterior cruciate ligament injury prevention framework: incorporating the recent evidence	REVISIÓN Revisar la evidencia científica sobre los mecanismos de lesión de LCA
(194) Hewett, Timothy E.; Myer, Gregory D. <i>Exercise and sport sciences reviews</i> 39(4):161-6	2011	The mechanistic connection between the trunk, hip, knee, and anterior cruciate ligament injury	Hipótesis: El movimiento lateral del tronco aumenta la carga y el entrenamiento neuromuscular mejoran el control del tronco reduciendo la carga soportada por las rodillas
(195) Cochrane, Jodie L.; Lloyd, David G.; Besier, Thor F. <i>Medicine and science in sports and exercise</i> 166(42):1535-44	2010	Training affects knee kinematics and kinetics in cutting maneuvers in sport	Examinar cómo diferentes formas de entrenamiento afectan a la cinemática de la rodilla durante diferentes acciones y el potencial de estos para reducir la carga del LCA
(196) Dworak, Lechoslaw B.; Rzepnicka, Agata.; Wilkosz, Piotr. <i>Chirurgia narzadow ruchu i ortopedia polska</i> 75(1):35-41	2010	Analysis of knee joint injuries of competitive volleyball players in selected sports clubs of poznan city-biomechanical context. Synthesis-proposal for the usage of physiotherapy methods in the prevention of the discussed injuries.	Analizar la frecuencia y el tipo de lesiones en las articulaciones de la rodilla que se producen en las personas que practican voleibol a nivel competitivo, así como proponer el uso de elementos de la fisioterapia moderna con el fin de prevenir estas lesiones (Voleibol)
(197) Dempsey, Alasdair R.; Lloyd, David G.; Elliott, Bruce C. <i>American journal of sports medicine</i> 37(11):2194-200	2009	Changing sidestep cutting technique reduces knee valgus loading	Hipótesis: La modificación de la técnica de zancada reduciría la carga de la rodilla
(198) Imwalle, Lauren E.; Myer, Gregory D.; Ford, Kevin R. <i>Journal of strength and conditioning research</i> 23(8):2223-30	2009	Relationship between hip and knee kinematics in athletic women during cutting maneuvers: a possible link to noncontact anterior cruciate ligament injury and prevention	Comparar la cinemática de las extremidades inferiores a los 45° y 90° durante la zancada y examinar la relación entre las rotaciones de las extremidades inferiores durante estas acciones.
(199) Renstrom, P.; Ljungqvist, A.; Arendt, E. <i>British journal of sports medicine</i> 42(6):394-412	2008	Non-contact acl injuries in female athletes: an international olympic committee current concepts statement	REVISIÓN Revisar los mecanismos de lesión de LCA en mujeres deportistas
(200) Petersen, W.; Rosenbaum, D.; Raschke, M. <i>Deutsche zeitschrift fur sportmedizin</i> 56(6):150-6	2005	Anterior cruciate ligament ruptures in female athletes. Part 1: epidemiology, injury mechanisms, and causes	REVISIÓN Revisar la epidemiología, los mecanismos de lesión y las causas en la lesión de LCA en mujeres deportistas
Prevention injuries & training load (n=10)			
(201) Aerts, I.; Cumps, E.; Verhagen, E.; Wuyts, B.; De Gucht, S.V.; Meeusen, R. <i>Journal of sport rehabilitation</i> 24(1):21-30	2015	The Effect of a 3-Month Prevention Program on the Jump-Landing technique in Basketball: A Randomized Controlled Trial	Evaluar la influencia de un programa de prevención de lesión de ligamento cruzado anterior enseñando la técnica de salto y aterrizaje
(202) Dai, B.Y.; Garrett, W.E.; Gross, M.T.; Padua, D.A.; Queen, R.M.; Yu, B. <i>American journal of sports medicine</i> 43(2):466-74	2015	The Effects of 2 Landing Techniques on Knee Kinematics, Kinetics, and Performance During Stop-Jump and Side-Cutting Tasks	Evaluar el efecto de un programa de intervención dirigido a mejorar la técnica de salto y aterrizaje sobre la incidencia de lesiones de ligamento cruzado anterior
(203) Myer, Gregory D.; Ford, Kevin R.; Brent, Jensen L.; Hewett, Timothy E. <i>Strength cond res.</i> 26(8):2272-92	2012	An integrated approach to change the outcome part ii: targeted neuromuscular training techniques to reduce identified acl injury risk factors	Proporcionar un enfoque integrador para identificar y seleccionar bases mecanicistas que explique el aumento de la lesión del LCA en mujeres deportistas
(204) Greska, Eric K.; Cortes, N.; Van Lunen, Bonnie L.; Oñate, James A. <i>J strength cond res.</i> 26(6):1609-19	2012	A feedback inclusive neuromuscular training program alters frontal plane kinematics	REVISIÓN

(continúa)

(205)	White P.E.; Ullah, S.; Donaldson, A.; Otago, L.; Saunders, N.; Romiti, M.; Caroline, A.; Finch, F. <i>Journal of Science and Medicine in Sport</i> 15:19–24	2012	Encouraging junior community netball players to learn correct safe landing technique	Comprender los factores de comportamiento asociados con aprender la técnica correcta de aterrizaje durante los entrenamientos en jóvenes jugadores de netball para reducir el riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior
(206)	Aerts, I.; Cumps, E.; Verhagen, E.; Meeusen, R. <i>BMC Musculoskeletal Disorders</i> 11, 281	2010	Efficacy of a 3 month training program on the jump-landing technique in jump-landing sports. Design of a cluster randomized controlled trial	Evaluar el efecto de un programa de intervención dirigido a la técnica de salto y aterrizaje sobre la incidencia de lesiones de las extremidades inferiores (LCA)
(207)	Herrington, L. <i>Journal of strength and conditioning research</i> 24(12):3427-32	2010	The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players	Evaluar si un programa de salto reducido podría tener efectos similares a los reportados previamente más duraderos en la prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior
(208)	Myers, C.A.; Hawkins, D. <i>Journal of biomechanics</i> 43(14):2657-64	2010	Alterations to movement mechanics can greatly reduce anterior cruciate ligament loading without reducing performance	Identificar cambios biomecánicos que los deportistas pueden realizar para reducir la carga sobre el LCA
(209)	Myer, Gregory D.; Ford, Kevin R.; Brent, Jensen L.; Hewett, Timothy E. <i>BMC musculoskeletal disorders</i> 39(8)	2007	Differential neuromuscular training effects on injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes	Determinar el efecto del entrenamiento neuromuscular en deportistas clasificados como de "alto riesgo" de sufrir lesión de LCA en comparación con los clasificados como de "bajo riesgo" Hipótesis: los atletas de alto riesgo disminuirán momentos de abducción de la rodilla, mientras que los atletas de bajo riesgo y no mostrarán cambios mensurables
(210)	Dempsey, A.R.; Lloyd, D.G.; Elliott, B.C.; Steele, J.R.; Munro, B.J.; Russo, K.A. <i>Medicine & Science in Sports & Exercise</i> 39(10):1765-73	2007	The effect of technique change on knee loads during sidestep cutting	Identificar el efecto de la modificación de la técnica de paso lateral en la rodilla y predecir qué impacto tendría dicho cambio en el riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior

propiocepción, neuromuscular, excéntrico) parecen ser las bases de la prevención de las lesiones del LCA.

Control corporal-Core-Estabilización del núcleo

Ejercicios de estabilidad del tronco (*core*) se han defendido en la prevención y rehabilitación de lesiones de las extremidades inferiores^{211,212}.

El entrenamiento de potenciación y estabilización del tronco junto al adecuado alineamiento de las extremidades inferiores resultan en una menor carga en la rodilla y reducen los factores de riesgo de lesión de la misma^{91,93,194,195,197,203,208,209}.

El núcleo del cuerpo proporciona una base sobre la cual los músculos de las extremidades inferiores producen o se resisten a la fuerza. Varios de los músculos que actúan sobre la articulación de la rodilla se originan dentro de la región lumbo pélvica.

McGill¹³⁵ establece que el desarrollo de la resistencia del *core* debe prevalecer sobre el desarrollo de la fuerza del tren inferior para prevenir y rehabilitar lesiones del tren inferior. Por ejemplo, la falta de acondicionamiento en la musculatura del núcleo puede resultar en una defectuosa mecánica de aterrizaje con el aumento de las fuerzas de tipo valgo actuando en la articulación de la rodilla, que puede conducir a una lesión del ligamento cruzado anterior (LCA).

Técnicas de reeducación motriz

Destacar los estudios que realizan programas de intervención para reeducar tanto la técnica de zancada en la carrera como la acción motriz tan básica y común en deportes colectivos, como el baloncesto, balonmano, fútbol, fútbol sala, donde se realiza una parada en la

carrera acompañada de un salto con su correspondiente aterrizaje, denominada en algunos artículos como tarea de stop y salto. Estos programas buscan evitar malos alineamientos de cadera, rodilla, tobillo, como posición en valgo, flexión insuficiente de la rodilla, flexión de cadera^{97,99,107,166,192,196-198,201,202,205-207,210}.

Equilibrio. Propriocepción

La investigación ha demostrado la efectividad de los ejercicios realizados en superficie inestable para reducir la probabilidad de lesión de ACL^{211,212}.

Myklebust *et al.*²¹³ establecen que los ejercicios pliométricos y de equilibrio redujeron significativamente el riesgo de lesiones del LCA en jugadoras profesionales de balonmano.

Caraffa *et al.*²¹⁴ reportaron de forma significativa menos lesiones del LCA en jugadores de fútbol semiprofesional y aficionados tras realizar un programa de ejercicios de inestabilidad en sus entrenamientos.

Padua²¹⁵ demostró que la ejecución de ejercicios de equilibrio y pliométricos en los entrenamientos influye en la capacidad de modificar la biomecánica del uso de las extremidades inferiores en los gestos más lesivos y así reducir el riesgo de lesiones de rodilla como la rotura del LCA.

A pesar de esta evidencia y la incorporación frecuente de ejercicios de equilibrio dentro de los programas de prevención de lesiones, sólo unos pocos estudios realmente han evaluado y demostrado la influencia del trabajo del equilibrio en la prevención de la rotura del LCA²¹⁶.

El trabajo neuromuscular y propioceptivo es muy importante tanto para prevenir^{94,106,110,204,209} como para evitar recidivas. Fitzgerald,

Hacha y Snyder-Mackler²¹⁷ evaluaron la eficacia de un programa de entrenamiento con desequilibrios como complemento a los ejercicios de rehabilitación. El grupo de intervención que trabajó de esta manera tuvieron 5 veces más de probabilidades de regresar con éxito a las actividades deportivas vigorosas.

El trabajo neuromuscular debe incluirse en las cargas semanales de entrenamiento ya que es adecuado para compensar desequilibrios musculares, aumentar la fuerza y proteger de todo tipo de lesiones, entre ellas la rotura del ligamento cruzado anterior sin contacto reduciendo entre otros aspectos el valgo de la rodilla.

Un regreso con éxito al nivel anterior de actividad después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) no está garantizado, y la prevalencia de la segunda lesión del LCA puede ser hasta del 30%. En particular, los deportistas jóvenes que regresan a las actividades deportivas en los primeros meses después de una primera reconstrucción del LCA pueden tener un riesgo significativamente mayor que después de una segunda.

Déficits neuromusculares significativos y limitaciones funcionales se identifican comúnmente en los deportistas con reconstrucción del LCA. Los movimientos anormales y la falta de control neuromuscular pueden ser tanto residual, de los déficits existentes antes de la lesión inicial, como exacerbado por la lesión y la subsiguiente cirugía de reconstrucción del LCA. Después de la reconstrucción del LCA, los déficits neuromusculares están presentes tanto en las extremidades quirúrgicas y no quirúrgicas, y pueden predecir con exactitud el riesgo de una segunda lesión del LCA en los deportistas adolescentes.

Todos los trabajos revisados muestran una disminución del riesgo de lesión y una menor IL en el grupo intervención después de aplicar un trabajo de este tipo.

Conclusiones y opinión personal

- La prevención de lesiones se convierte en uno de los grandes objetivos del cuerpo técnico, por no decir el más importante y dentro del programa de entrenamiento es un componente con entidad propia y fundamental.
- Se deben seguir elaborando consensos sobre la metodología de trabajo a seguir que permitan mejores comparaciones entre estudios.
- El control de la carga debe recoger datos cuantitativos y cualitativos tanto del entrenamiento como fuera del mismo (capacidad de recuperación) y debe tener en cuenta las sensaciones del deportista y las posibles desviaciones entre lo planificado por el cuerpo técnico y lo realizado por el deportista.
- Los trabajos de fuerza general y específica, con especial atención al trabajo excéntrico, junto al control propioceptivo y la coordinación neuromuscular conforman los pilares en los que se sustenta un plan de prevención de lesiones. Este tipo de trabajo se centra en la potenciación de todos los mecanismos activos de protección a través de un estímulo sistematizado que obliga al deportista a controlar, pensar e interiorizar sus movimientos lo que le da un mayor control del mismo.

- Debe tenerse en cuenta la revisión continua tanto de las reglas del juego como del material de protección ya que puede permitir disminuir la incidencia lesional.
- Se deben seguir realizando estudios biomecánicos y de vídeo, tanto de laboratorio como de campo que permitan seguir avanzando en el conocimiento de las causas y factores de las lesiones.
- Las lesiones han sobrepasado el mundo deportivo y han llegado a la población en general. Es necesario estudios epidemiológicos de la incidencia lesional en la población en general que nos den la magnitud del problema.
- La prevención se ha demostrado que es barata y eficaz, si se compara con el coste económico, deportivo y laboral que provocan las lesiones, si bien es difícil valorar cuántas lesiones se producen por una inadecuada formación deportiva y cuántas no se producen por una adecuada formación deportiva.
- Es necesario seguir trabajando en fomentar la prevención de lesiones desde la perspectiva global del deportista desde la infancia, donde se puede pensar se encuentra la verdadera prevención a través de:
 - Reconocimientos médicos adecuados a cada etapa de la vida.
 - Desarrollar programas de actividad física completos que impliquen el dominio de los patrones y habilidades básicas del movimiento en diferentes situaciones y en todos los ejes y planos.
 - Desarrollar programas de intervención educativos generales y específicos que expliquen la incidencia lesional, causas, factores y consecuencias.

Bibliografía

1. Platonov R. *El entrenamiento Deportivo. Teoría y Metodología*. Paidotribo: Barcelona. 1993. p. 271-4.
2. Viru A, Viru M. *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona. Paidotribo; 2003.
3. García J, Isabel P, Cañadas M. Valoración de la carga de entrenamiento. Una experiencia real con un equipo de baloncesto de la liga EBA. *Rev Int Depotes Colectivos*. 2010;5:4-17.
4. Coutts J, Rampinini E, Marcora SM, Castagna C, Impellizzeri FM. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):79-84.
5. Owen A, Wong P, McKenna M, Dellal A. Heart rate responses and technical comparison between small-vs large sided games in elite professional soccer. *J Strength Con Res*. 2011;25(8):2104-10.
6. Calderón F, González C, Machota V, Brita-Paja JL. Estudio de la recuperación en tres formas de esfuerzo intermitente: aeróbico, umbral y anaeróbico. *Apunts*. 1999;55:14-9.
7. Williams K, Owen A. The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games. *J Sci Med Sport*. 2007;6(10):100.
8. Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological profile of handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:349-53.
9. Vargas RP, Dick DD, De Santi H, Duarte M, Da Cunha AT. Evaluation of physiological characteristics of female handball athletes. *Fitness Perform*. 2008;7(2):93-8.
10. Foster CD, Twist C, Lamb KL, Nicholas CW. Heart rate responses to small-sided games among elite junior rugby league players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(4):906-11.
11. Elloumi M, Makni E, Moalla W, Bouaziz T, Tabka Z, Lac G, et al. Monitoring training load and fatigue in rugby sevens players. *Asian J Sports Med*. 2012;3(3):175-84.
12. Alvarez J, Corona P, Giménez L, Manonelles P. Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol-sala: análisis de la competición. *Apunts, Educación Física y Deportes*. 2002;67:45-51.
13. Barbero-Álvarez JC, Soto VM, Barbero-Álvarez V, Granda-Vera J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci*. 2008;26(1):63-73.
14. Katis A, Kellis E. Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Sports Med*. 2009;8:374-80.

15. Kelly D, Drust B. The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. *J Sci Med Sport*. 2009;12(4):475-9.
16. Franco L. Fisiología del baloncesto. *Arch Med Deporte*. 1998;15(68):479-83.
17. Williams K., Owen A. The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games. *J Sci Med Sport*. 2007;6(10):100.
18. Chiroso LJ, Chiroso I, Padial P. Variables que determinan la preparación física en balonmano. Revisión. *RED*. 1999;13(1):16-9
19. Vargas RP, Dick DD, De Santi H, Duarte M, Da Cunha AT. Evaluation of physiological characteristics of female handball athletes. *Fitness Perform*. 2008;7(2):93-8.
20. Blanco A, Enseñat A. Valoración directa de la Potencia Aeróbica Máxima en hockey sobre patines. *RED*. 1998;12(4):29-33.
21. Blanco A, Enseñat A. Hockey sobre patines: el esfuerzo del entrenamiento. *RED*. 1999;12(4):31-6.
22. Alvarez J, Echavarrí JW, Quílez J, López I, Manonelles P, Terreros JL. Análisis científico de diferentes métodos de entrenamiento en el fútbol sala. *Arch Med Deporte*. 2009;26(130):93-103.
23. Barbero-Álvarez JC, D'Ottavio S, Vera J, Castagna C. Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *J Strength Cond Res*. 2009;23(7):2163-6.
24. Davis JA, Brewer J. Applied physiology of female soccer player. *Sports Med*. 1993;16(3):180-9.
25. Coutts J, Rampínini E, Marcora SM, Castagna C, Impellizzeri FM. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):79-84.
26. Delamarche P, Gratas A, Beillot J, Dassonville J, Rochcongar P, Lessard Y. Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *Int J Sports Med*. 1987;8:55-9.
27. Emhoff CA, Messonnier LA, Horning MA, Fattor JA, Carlson TJ, Brooks GA. Gluconeogenesis and Hepatic Glycogenolysis during Exercise at the Lactate Threshold. *J Appl Physiol*. 2012;113.
28. Coutts A, Reaburn P, Abt G. Heart rate, blood lactate concentration and estimated energy expenditure in a semi-professional rugby league team during a match: a case study. *J Sports Sci*. 2003;21:97-103.
29. Gabbett TJ. Reductions in pre-season training loads reduce injury rates in rugby league players. *Br J Sports Med*. 2004;38:743-9.
30. Alvarez J, Echavarrí JW, Quílez J, López I, Manonelles P, Terreros JL. Análisis científico de diferentes métodos de entrenamiento en el fútbol sala. *Arch Med Deporte*. 2009;26(130):93-103.
31. Martín R. La velocidad y la resistencia en los deportes de equipo. *Training Futbol*. 2000;48:34-9.
32. Chiroso IJ, Chiroso LJ. Modelo de planificación del entrenamiento en deportes colectivos: balonmano. En Chiroso IJ, Viciano J, editores. *El entrenamiento integrado en deportes de equipo*. Granada: Digital Granada; 2003.
33. Costoya R. *Baloncesto*. Barcelona: Inde; 2002.
34. Robinson DM, Robinson SM, Hume PA, Hopkins WG. Training intensity of elite male distance runners. *Med Sci Sports Exercise*. 1991;23(9):1078-782.
35. Bonete E, Suay F. Control del entrenamiento en medio fondistas. En Suay F, Lerma R. *El síndrome de sobreentrenamiento: una visión desde la psicobiología del deporte*. Barcelona: Paidotribo; 2003. p. 159-191.
36. Mahoney MJ, Gabriel TJ, Perkins TS. Psychological skills and exceptional athletic performance. *The Sport Psychologist*. 1987;1:181-99.
37. Gimeno F, Buceta JM, Pérez-Llantada MC. Influencia de las variables psicológicas en el deporte de competición: evaluación mediante el cuestionario Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo. *Revista Psicothema*. 2007;19(4):667-72.
38. Hopkins WG. Quantification of training in competitive sports, methods and applications. *Sports Med*. 1991;12(3):161-83.
39. Álvarez J. El camino hacia el alto rendimiento deportivo en el fútbol sala. Zaragoza: Asociación nacional de entrenadores de fútbol sala; 2011.
40. Borg G. A simple rating scale for use in physical work test. *Fysiografiska Sdillskapets y Lund Forhandlingar*. 1962;32:7-15.
41. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehab Med*. 1970;2(3):92-8.
42. Borg G. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. En: Geissler HG, Petzold P. *Psychophysical judgment and the process of perception*. Deutscher Verlag der Wissenschaften. 1982;25-34.
43. Borg G. Borg's range model and scales. *Int J Sports Psychol*. 2001;32:110-26.
44. Borg G, Noble BJ. Perceived exertion. *J Exerc Sport*. 1974;2:131-53.
45. Alexiou H, Coutts AJ. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *Int J Sports Psychol Perform*. 2008;3(3):320-30.
46. Hill-Haas SV, Rowsell GJ, Dawson BT, Coutts AJ. Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):11-15.
47. Buchheit M, Lepretre PM, Behaegel AL, Millet GP, Cuvelier G, Ahmaidi S. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *J Sci Med Sport*. 2009;12(3):399-405.
48. Coutts J, Rampínini E, Marcora SM, Castagna C, Impellizzeri FM. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):79-84.
49. Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Psychol Perform*. 2008;3(1):16-30.
50. García M, Leibar X. *Entrenamiento de la resistencia de los corredores de medio fondo y fondo*. Madrid: Gymnos; 1997.
51. Foster C, Heimann KM, Esten PL, Brice G, Porcari JP. Differences in Perceptions of Training by Coaches and Athletes. *Sports Med*. 2001;8:3-7.
52. Del Campo J. La percepción de esfuerzo: concepto, características y aplicación al control del entrenamiento en baloncesto. En: Calleja J, Terrados N, editores. *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*. Barcelona: Paidotribo; 2008.
53. Feriche B, Chiroso LJ, Chiroso IJ. Validez del uso de la RPE en el control de la intensidad de entrenamiento en balonmano. *Arch Med Deporte*. 2002;19(91):377-83.
54. Martin DT, Andersen MB. Heart rate-perceived exertion relationship during training and taper. *Sports Med*. 2000;40:201-08.
55. Kouidi E, Kozamanidis C, Kellis S, Kouitizidou C, Deligiannis A. The effects of a year training on cardiorespiratory efficiency of soccer and handball greek players. *Exerc Society Sport Sci*. 2000;24:30-5.
56. Foster C, Heimann KM, Esten PL, Brice G, Porcari JP. Differences in Perceptions of Training by Coaches and Athletes. *Sports Med*. 2001;8:3-7.
57. Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Psychol Perform*. 2008;3(1):16-30.
58. Little T, Williams AG. Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2007;21(2):367-71.
59. Glass SC, Knowlton RG, Becque MD. Accuracy of RPE from graded exercise to establish, exercise training intensity. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24:1303-07.
60. Dishman RK, Farquhar RP, Cureton KJ. Responses to preferred intensities of exertion in men differing in activity levels. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26:783-90.
61. Coquart J, Legrand R, Robin S, Duhamel A, Matran R, Garcin M. Influence of successive bouts of fatiguing exercise on perceptual and physiological markers during an incremental exercise test. *Psychophysiology*. 2009;46:209-16.
62. Serrano MA, Salvador A, González Bono E, Sanchis C, Suay F. Relationships Between Recall of Perceived Exertion and Blood Lactate Concentration in a Judo Competition. *Percept Mot Skills*. 2001;92(2):1139-48.
63. Novas AM, Rowbottom D, Jenkins D. A practical method of estimating energy expenditure during tennis play. *J Sci Med Sport*. 2003;6(1):40-50.
64. Weston M, Bird S, Helsen W, Nevill A, Castagna C. The effect of match standard and referee experience on the objective and subjective match workload of English Premier League referees. *J Sci Med Sport*. 2006;9(3):256-62.
65. Ali A, Gardiner R, Foskett A, Grant N. Fluid balance, thermoregulation and sprint and passing skill performance in female soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(3):437-45.
66. Ekstrand M, Häggglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football - the UEFA injury study. *Br J Sports Med*. 2009;060582.
67. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of pre-season injuries. *Br J Sports Med*. 2002;36(6):436-41.
68. Parkkari J, 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(14):985-95.
69. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*. 2005;39:324-9.
70. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*. 2006;40:193-201.
71. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Injury incidence and distribution in elite football: a prospective study of the Danish and the Swedish top divisions. *Scand J Med Sci Sports*. 2005;15(1):21-8.

72. Álvarez J, Manonelles P, Giménez L, Nuviala A. Incidencia lesional y su repercusión en la planificación del entrenamiento en fútbol sala. *Arch Med Deporte*. 2009;26(4):261-72.
73. Finch CF. An overview of some definitional issues for sports injury surveillance. *Sports Med*. 1997;24:157-63.
74. Henderson B, Cook J, Kidgell DJ. Game and training load differences in elite junior Australian football. *J Sports Sci Med*. 2015;14(3):494-500.
75. Gallo T, Cormack S, Gabbett T. Characteristics impacting on session rating of perceived exertion training load in Australian footballers. *J Sports Sci*. 2015;33(5):467-75.
76. Matos F, Dietmar M, Perroud de Lima JR. High loads of training affect cognitive functions in soccer players. *Revista brasileira de medicina do esporte*. 2014;20(5):388-93.
77. Rodríguez-Marroyo JA, Medina J, García-López J. Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches. *J Strength Cond Res*. 2014;28(69):1588-94.
78. Lion A, Theisen D, Windal T. Moderate to severe injuries in football: a one-year prospective study of twenty-four female and male amateur teams. *Bulletin de la Société des Sciences Médicales du Grand-Duché de Luxembourg*. 2014;(3):43-55.
79. Binnie MJ, Dawson B, Arnot MA. Effect of sand versus grass training surfaces during an 8-week pre-season conditioning programme in team sport athletes. *J Sports Sci*. 2014;32(11):1001-12.
80. Malisoux L, Frisch A, Urhausen A. Monitoring of sport participation and injury risk in young athletes. *J Sci Med Sport*. 2013;16(6):504-8.
81. Scott TJ, Black CR, Quinn J. Validity and reliability of the session-rpe method for quantifying training. En Australian football: a comparison of the cr10 and cr100 scales. *J Strength Cond Res*. 2013;27(1):270-6.
82. Miloski B, Freitas VH, Bara Filho MG. Monitoring of the internal training load in futsal players over a season. *Revista brasileira de cineantropometria & desempenho humano*. 2012;14(6):671-9.
83. Boullousa DA, Abreu L, Luis Tuimil J. Impact of a soccer match on the cardiac autonomic control of referees. *European J Appl Physiol*. 2012;112(6):2233-42.
84. Gabbett TJ, Ullah S. Relationship between running loads and soft-tissue injury in elite team sport athletes. *J Strength Cond Res*. 2012;26(4):953-60.
85. Lovell GP, Townrow J, Thatcher R. Mood states of soccer players in the English leagues: reflections of an increasing workload. *Biology of sport*. 2010;27(2):83-8.
86. Pyne DB, Mujika I, Reilly T. Peaking for optimal performance: research limitations and future directions. *J Sports Sci*. 2009;27(3):195-202.
87. Merati G, Ce E, Maggioni MA. Cardio-pulmonary evaluation of mentally disabled soccer players. *Medicina dello Sport*. 2006;59(3):325-33.
88. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ. Use of rpe-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(6):1042-7.
89. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(2):95-102.
90. Sánchez F, Gómez A. Epidemiología de las lesiones en baloncesto. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2008;8(32):270-81.
91. Ezechieli M, Siebert CH, Ettinger M. Muscle strength of the lumbar spine in different sports. *Technology and health care*. 2013;21(4):379-86.
92. Jamison ST, Mcneil RJ, Young GS. Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(10):1924-34.
93. Myer GD, Brent JL, Ford KR. A pilot study to determine the effect of trunk and hip focused neuromuscular training on hip and knee isokinetic strength. *Br J Sports Med*. 2008;42(7):614-19.
94. Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J. Neuromuscular imbalances of the lower back in tennis players - the effects of a back exercise program. *Sportverletzung-sportschaden*. 2007;21(1):23-8.
95. Grindstaff TL, Hammill RR, Tuzson AE, Hertel J. Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis. *Journal of athletic training*. 2006;41(4):450-6.
96. Herman DC, Oñate JA, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WW, Yu B, et al. The Effects of Feedback with and without Strength Training on Lower Extremity Biomechanics. *Am J Sports Med*. 2009;37(7):1301-8.
97. Herman DC, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WE, Yu B, Padua DA. The Effects of Strength Training on the Lower Extremity Biomechanics of Female Recreational Athletes During a Stop-Jump Task. *Am J Sports Med*. 2008;36(4):734-40.
98. Brushoj C, Larsen K, Nielsen MB, Loye F, Holmich P. Prevention of overuse injuries by a concurrent exercise program in subjects exposed to an increase in training load - A randomized controlled trial of 1020 army recruits. *Am J Sports Med*. 2008;36(4):663-70.
99. Brooks MA, Schiff MA, Koepsell TD, Rivara FP. Prevalence of Preseason Conditioning among High School Athletes in Two Spring Sports. *Med Sci Sports Exerc*. 2007.
100. Wilkerson JB, Giles JL, Seibel DK. Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study. *Journal of athletic training*. 2012;47(3):264-72.
101. Childs JD, Teyhen DS, Benedict TM, Morris JB, Fortenberry AD, McQueen RM, et al. Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2007.
102. Lindblom H, Waldén M, Carljford S, Hägglund M. Implementation of a neuromuscular training programme in female adolescent football: 3- year follow-up study after a randomized controlled trial. *Br J Sports Med*. 2014;19(48):1425-30.
103. Blackburn JT, Norcross MF. The effects of isometric and isotonic training on hamstring stiffness. And anterior cruciate ligament loading mechanisms. *Kinesiology*. 2014;24:98-103.
104. Ostojic M, Vujkov S, Purkovic S, Trivic T, Stojanovic M. Physiological adaptations of a specific muscle-imbalance reduction training programme in the elite female judokas. *Archives of budo-science of martial arts*. 2011;7(2):61-4.
105. González G, Oyarzo C, Fischer M, De la Fuente MJ, Díaz V, Berral FJ. Entrenamiento específico del balance postural en jugadores juveniles de fútbol. *Rev int med cienc act fis deporte*. 2011;11(41):95-114.
106. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *Orthop sports phys ther*. 2010;40(9):551-8.
107. Roopchand-Martin S, Lue-Chin S. Plyometric training improves power and agility in Jamaica's national netball team. *West Indian Med J*. 2010;59(2):182.
108. Barber-Westin SE, Hermeto AA, Noyes FR. A six-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(9):2372-82.
109. Emery CA, Meeuwisse WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2010;44(8):555-62.
110. Distefano L, Padua D, Blackburn T, Garrett W, Guskiewicz K, Marshall S. Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. *J Strength Cond Res*. 2010;4(2):332-42.
111. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Hiilloskorpi H, Mäkinen T, Jarvinen M, et al. Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *BMJ*. 2008.
112. Zebis MK, Bencke J, Andersen LL, Døssing S, Alkjær T, Magnusson P, et al. The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidestepping in female elite soccer and handball players. *Clin J Sport Med*. 2008;18(4):329-37.
113. Herring KM. A plyometric training model used to augment rehabilitation from tibial fasciitis. *Current sports medicine reports*. 2006;5(3):147-54.
114. McGuire TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med*. 2005;34(7):1103-11.
115. Verhagen E, Van der Beek A, Twisk J, Bouter B, Bahr R, Van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains. *The Am J Sports Med*. 2004;32(6):1385-93.
116. De Hoyos M, Pozzo M, Sanudo B, Carrasco L, Gonzalo-Skok O, Dominguez-Cob S, et al. Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *Int J Sports Psychol Perform*. 2015;10(1):46-52.
117. Petersen J, Thorborg K, Bachmann M, Budtz-Jørgensen E, Holmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer. *The Am J Sports Med*. 2011;39(11):2296-303.
118. Andrew P, Lavendera B, Kazunori N. A light load eccentric exercise confers protection against a subsequent bout of more demanding eccentric exercise. *J Sci Med Sport*. 2008;11:291-8.
119. Visnes H, Høksrud A, Cook J. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season - a randomized clinical trial. *Clinical journal of sport medicine*. 2005;15(4):225-32.
120. McKay CD, Steffen K, Romiti M, Finch CF, Emery CA. The effect of coach and player injury knowledge, attitudes and beliefs on adherence to the FIFA 11+ programme in female youth soccer. *Br J Sports Med*. 2014;0:1-7.
121. Owoeye O, Akinbo S, Tella B, Olawale O. Efficacy of the FIFA 11+ Warm-Up Programme in Male Youth Football: A Cluster Randomised Controlled Trial. *J Sports Sci Med*. 2014;13:321-8.
122. Steffen K, Emery CA, Romiti M, Kang J, Bizzini M, Dvorak J, et al. High adherence to a neuromuscular injury prevention program (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players : a cluster randomized trial. *Br J Sports Med*. 2013;47:794-802.

123. Steffen K, Meeuwisse WH, Romiti M, Kang J, McKay C, Bizzini M, *et al.* Evaluation of how different implementation strategies of an injury prevention programme (FIFA 11+) impact team adherence and injury risk in Canadian female youth football players: a cluster randomized trial. *Br J Sports Med.* 2013;47:480-7.
124. Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA 11+ Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players. *The Am J Sports Med.* 2012;40(5).
125. Steffen K, Bakka HB, Myklebust G, Bahr R. Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players. *Scand J Med Sci Sports.* 2008.
126. Roetert PE. 3D balance and core stability. In: Foran B, editor. High-performance sports conditioning: modern training for ultimate athletic development. Champaign (IL): *Human Kinetics*, 2001
127. Jeffreys I. Developing a progressive core stability program. *Strength Cond J.* 2002;24(5):65-6.
128. Johnson H. Stressful motion: golfers at risk for low back pain. *Sports Med Update.* 1999; 14:4-5
129. Kerrigan DC, Todd MK, Della Croce U. Gender differences in joint biomechanics during walking: normative study in young adults. *Am J Phys Med Rehabil.* 1998;77(1):2-7.
130. Nadler SF, Malanga GA, DePrince M, *et al.* The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. *Clin J Sport Med.* 2000;10(2):89-97.
131. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, *et al.* Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(6):926-34.
132. Lehman GJ. Resistance training for performance and injury prevention in golf. *JCCA J Can Chiropr Assoc.* 2006;50(1):27-42.
133. Tse MA, McManus AM, Masters RS. Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):547-52.
134. Ball T, Comerford MJ, Mottram SL. Performance stability: a new system for providing stability and control for movement and performance (revista electrónica). [Consultado 20/09/2015]. Disponible en: http://www.performance-stability.com/documents/TheCoacharticle_000.pdf
135. McGill SM. Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exer Sport Sci.* 2001;29(1):26-31.
136. McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13:353-9.
137. Boyle M. Functional Training for Sports. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 2004.
138. Chekp P. Swiss ball exercises for swimming, soccer and basketball. *Sports Coach.* 1999; 21(4):12-3.
139. Gambetta V. Let's get physio: For swim-specific weight training, get on the ball: It's easy with our simple but effective physio ball routine. *Rodale's Fitness Swimmer.* 1999; 8(3):30-3.
140. Santana JC. Hamstrings of steel: Preventing the pull. Part II. Training the triple threat. *Strength Cond.* 2001;23(1):18-20.
141. Verstegen M, and Williams P. *Core Performance.* New York: Rodale, Inc., 2004.
142. Faries MD, Greenwood M. Core training: stabilising the confusion. *Strength Cond J.* 2007;29(2):10-25.
143. McGill SM. Electromyographic activity of the abdominal and low back musculature during the generation of isometric and dynamic axial trunk torque: implications for lumbar mechanics. *J Orthop Res.* 1991;9(1):91-103.
144. Burke-Doe A, Hudson A, Werth H, Riordan DG. Knowledge of osteoporosis risk factors and prevalence of risk factors for osteoporosis, falls, and fracture in functionally independent older adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31:11-7.
145. McGuire TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med.* 2006;34:1103-11.
146. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2005;330:449.
147. Mye GD, Ford KR, Hewett TE. Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2004;14:275-85.
148. Paterno MD, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *J Orthop Sports Phys.* 2004;34:305-16.
149. Wedderkopp NM, Kaltoft B, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in young female players in European team hand-ball: A prospective treatment study. *Scand J Med Sci Sports.* 1999;9:41-7.
150. Goran M, Pavle M. Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training. *Sports Med.* 2010;40(10):859-95.
151. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG. The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *Br J Sports Med.* 2005;39:363-8.
152. Brockett E, Morgan D, Proske U. Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:379-87.
153. Gabbe B, Branson R, Bennell K. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian football. *J Sci Med Sport.* 2006;9:103-9.
154. Bowers E, Morgan D, Proske U. Damage to the human quadriceps muscle from eccentric exercise and the training effect. *J Sports Sci.* 2004;22:1005-14.
155. Brockett E, Morgan D, Proske U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:783-90.
156. Clark R, Bryant A, Culgan J, Hartley B. The effects of hamstring training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters. *Phys Ther Sport.* 2005;6: 67-73.
157. Zatsiorsky VM, Kraemer WJ. Science and Practice of Strength Training. Vol 2. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 2006. pp. 249.
158. Hollander DB, Kraemer MW, Kilpatrick ZG, Ramadan GV, Francois M, Hebert EP, *et al.* Maximal eccentric and concentric strength discrepancies between young men and women for dynamic resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2007;21:34-40.
159. Komi P. The stretch-shortening cycle in athletic activities. In: Grundlagen des Maximalund Schnellkrafttrainings. Bührle M, ed. Schorndorf, Germany: Hofmann, 1985. pp. 254-70.
160. Komi PV. Stretch-shortening cycle. In: *Strength and Power in Sport.* Komi PV, ed. Oxford, United Kingdom: Blackwell Scientific Publications, 1992. pp. 169-79.
161. Crosier J, Forthomme B, Foidart-Desalle M, Godon B, Crielaard JM. Treatment of recurrent tendinitis by isokinetic eccentric exercises. *Isokinet Exerc Sci.* 2001;9:133-41.
162. Pettitt R, Symons D, Eisenman P, Taylor J, White A. Eccentric strain at long muscle length evokes the repeated bout effect. *J Strength Cond Res.* 2005;19:918-24.
163. Claudino JG, Mezencio B, Amaral S. Creatine monohydrate supplementation on lower-limb muscle power in Brazilian elite soccer players. *Journal of the international society of sports nutrition.* 2014;11(32).
164. Bizzaro N. Study of variations in hematologic parameters in rugby players undergoing physical training at a high altitude. *Recenti progressi in medicina.* 1989;80(5):237-40.
165. Pietraszewski B, Struzik A. Evaluation of selected biomechanical parameters in female team sports players. *Acta of bioengineering and biomechanics.* 2013;15(4):103-8.
166. Myer GD, Ford KR, Barber KD, Rauh MJ, Paterno MV, Hewett TE. A Predictive Model to Estimate Knee-Abduction Moment: Implications for Development of a Clinically Applicable Patellofemoral Pain Screening Tool in Female Athletes. *Journal of Athletic Training.* 2014;49(3):389-98.
167. Fourchet F, Kuitunen S, Girard O, Beard AJ, Millet JP. Effects of combined foot/ankle electromyostimulation and resistance training on the in-shoe plantar pressure patterns during sprint in young athletes. *J Sports Sci Med.* 2011;10:292-300.
168. Lohrer H, Turbanski S, Nauck T, Schmidtbleicher D. Balance Therapy Shoes - a Comparative Analysis with Respect to Immediate Training Effects. *Sportverletzung Sportschaden.* 2008;22(4):191-5.
169. Eils E, Streyl MA. One year aging process of a soccer shoe does not increase plantar loading of the foot during soccer specific movements. *Sportverletzung Sportschaden.* 2005;19(3):140-5.
170. Finch CF. Getting sports injury prevention on to public health agendas - addressing the shortfalls in current information sources. *Br J Sports Med.* 2012;46(1):70-4.
171. Myer GD, Faigenbaum AD, Chu DA, Falkel J, Ford KR, Best TM, *et al.* Integrative Training for Children and Adolescents: Techniques and Practices for Reducing Sports-Related Injuries and Enhancing Athletic Performance. *Physician and sports medicine.* 2011;39(1):74-84.
172. Cook M, Cusimano CH, Chipman ML. Evaluation of the Think First Canada, Smart Hockey, brain and spinal cord injury prevention video. *Injury Prevention.* 2003;9:361-6.
173. Schieber RA, Branche-Dorsey CM, Ryan GW. Risk factors for injuries from in-line skating and the effectiveness of safety gear. *N Engl J Med.* 1996;335:1630-5.
174. Janda DH, Wojtyś EM, Hankin FM. Softball sliding injuries: a prospective study comparing standard and modified bases. *JAMA.* 1988;259:1848-50.
175. McCrogy PR, Berkovic S. Concussive convulsions: incidence in sport and treatment recommendations. *Sports Med.* 1988;25:131-6.
176. Sane J, Ylipaavalniemi P. Maxillofacial and dental soccer injuries in Finland. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1987;25:383-90.

177. Prevent Blindness America. 1997 *Sports and recreational eye injuries*. Schaumburg (IL): Prevent Blindness America, 1998.
178. Robbins S, Waked E. Factors associated with ankle injuries: preventive measures. *Sports Med*. 1998;25:63-72.
179. Ryan JB, Amoro PJ, Jones BH. Impact of an outside-the boot ankle brace on sprains associated with military airborne training. *Orthop Trans*. 1994;18:557.
180. Sitler M, Ryan J, Wheeler B. The efficacy of a semirigid ankle stabilizer to reduce acute ankle injuries in basketball: a randomized clinical study at West Point. *Am J Sports Med*. 1994;22:454-61.
181. Surve I, Schweltnus MP, Noakes T. A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sport-Stirrup orthosis. *Am J Sports Med*. 1994; 22: 601-6.
182. Milgrom C, Giladi M, Kashtan H. A prospective study of the effect of a shock-absorbing orthotic device on the incidence of stress fractures in military recruits. *Foot Ankle*. 1985; 6:101-4.
183. Smith W, Walter J, Bailey M. Effects of insoles in Coast Guard basic training footwear. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1985;75:644-7.
184. Gardner LI, Dziados JE, Jones BH. Prevention of lower extremity stress fractures: a controlled trial of a shock absorbent insole. *Am J Public Health*. 1988;78:1563-7.
185. Schweltnus MP, Jordaan G, Noakes TD. Prevention of common overuse injuries by the use of shock absorbing insoles: a prospective study. *Am J Sports Med*. 1990;18:636-41.
186. Milgrom C, Finestone A, Shlamkovich N. Prevention of overuse injuries of the foot by improved shoe shock attenuation: a randomized prospective study. *Clin Orthop*. 1992;281:189-92.
187. Gillespie WJ, Grant I. Interventions for preventing and treating stress fractures and stress reactions of bone of the lower limbs in young adults. (Cochrane Review). In: *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. Available in The Cochrane Library [database on disk and CD ROM]. Updated quarterly. The Cochrane Collaboration; issue 1. Oxford: Oxford Update Software, 2001.
188. Sitler MR, Horodyski MB. Effectiveness of prophylactic ankle stabilizers for prevention of ankle injuries. *Sports Med*. 1995; 20: 53-7.
189. Verhagen LM, Van Mechelen W, De Vente W. The effect of preventive measures on the incidence of ankle sprains. *Clin J Sport Med*. 2000;10:291-6.
190. Ettlinger CF, Johnson RJ, Shealy JE. A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *Am J Sports Med*. 1995;23:531-7.
191. Kujala UM, Taimela S, Antti-Poika I. Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. *BMJ*. 1995;311:1465-8.
192. Dempsey AR, Elliott BC, Munro BJ. Can technique modification training reduce knee moments in a landing task?. *Journal of applied biomechanics*. 2014;30(2):231-6.
193. Donnelly CJ, Elliott BC, Ackland TR. An anterior cruciate ligament injury prevention framework: incorporating the recent evidence. *Research in sports medicine*. 2012;20 (3):239-62.
194. Hewett TE, Myer GD. The mechanistic connection between the trunk, hip, knee, and anterior cruciate ligament injury. *Exercise and sport sciences reviews*. 2011;39(4):161-6.
195. Cochrane JL, Lloyd DG, Besier TF. Training affects knee kinematics and kinetics in cutting maneuvers in sport. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;166(42):1535-44.
196. Dworak LB, Rzepnicka A, Wilkosz P. Analysis of knee joint injuries of competitive volleyball players in selected sports clubs of poznan city-biomechanical context. Synthesis-proposal for the usage of physiotherapy methods in the prevention of the discussed injuries. *Chirurgia narzadow ruchu i ortopedia polska*. 2010;75(1):35-41.
197. Dempsey AR, Lloyd DG, Elliott BC. Changing sidestep cutting technique reduces knee valgus loading. *Am J Sports Med*. 2009;37(11):2194-200.
198. Imwalle LE, Myer GD, Ford KR. Relationship between hip and knee kinematics in athletic women during cutting maneuvers: a possible link to noncontact anterior cruciate ligament injury and prevention. *J Strength Cond Res*. 2009;23(8):2223-30.
199. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E. Non-contact acl injuries in female athletes: an international olympic committee current concepts statement. *Br J Sports Med*. 2008; 42(6):394-412.
200. Petersen W, Rosenbaum D, Raschke M. Anterior cruciate ligament ruptures in female athletes. Part 1: epidemiology, injury mechanisms, and causes. *Deutsche zeitschrift fur sportmedizin*. 2005;56(6):150-6.
201. Aerts I, Cumps E, Verhagen E, Wuyts B, De Gucht SV, Meeusen R. The Effect of a 3-Month Prevention Program on the Jump-Landing technique in Basketball: A Randomized Controlled Trial. *Journal of sport rehabilitation*. 2015;24(1):21-30.
202. Dai BY, Garrett WE, Gross MT, Padua DA, Queen RM, Yu B. The Effects of 2 Landing Techniques on Knee Kinematics, Kinetics, and Performance During Stop-Jump and Side-Cutting Tasks. *Am J Sports Med*. 2015;43(2):466-74.
203. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. An integrated approach to change the outcome part ii: targeted neuromuscular training techniques to reduce identified acl injury risk factors. *Strength Cond Res*. 2012;26(8):2272-92.
204. Greska EK, Cortes N, Van Lunen BL, Oñate JA. A feedback inclusive neuromuscular training program alters frontal plane kinematics. *J Strength Cond Res*. 2012;26(6):1609-19.
205. White PE, Ullah S, Donaldson A, Otago L, Saunders N, Romiti M, et al. Encouraging junior community netball players to learn correct safe landing technique. *J Sci Med Sport*. 2012;15:19-24.
206. Aerts I, Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Efficacy of a 3 month training program on the jump-landing technique in jump-landing sports. Design of a cluster randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2010;11:281.
207. Herrington L. The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(12):3427-32.
208. Myers CA, Hawkins D. Alterations to movement mechanics can greatly reduce anterior cruciate ligament loading without reducing performance. *Journal of Biomechanics*. 2010;43(14):2657-64.
209. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. Differential neuromuscular training effects on acl injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes. *BMC musculoskeletal disorders*. 2007;39(8).
210. Dempsey AR, Lloyd DG, Elliott BC, Steele JR, Munro BJ, Russo KA. The effect of technique change on knee loads during sidestep cutting. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(10): 1765-77.
211. McLean SG, Huang X, Su A. Sagittal plane biomechanics cannot injure the ACL during sidestep cutting. *Clin Biomech*. 2004;19:828-38.
212. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13:299-304.
213. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IG, Skjoldberg A, Olsen O, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective treatment study over three seasons. *Clin J Sport Med*. 2003;13:71-8.
214. Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, Aisa G, Rizzu A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc*. 1996;4:19-21.
215. Padua DA, DiStefano LJ. Sagittal plane knee biomechanics and vertical ground reaction forces as modified following anterior cruciate ligament injury prevention programs: a systematic review. *Sports Health*. 2009;1:165-73.
216. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *J Strength Cond Res*. 2006;20:345-53.
217. Fitzgerald GK, Ake MJ, Snyder-Mackler L. The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Phys Ther*. 2000;80:128-40.