

- Mulder, E., Gerrits, K., Kleine, B., Rittweger, J., Felsenberg, D., Haan, A. y Stegeman, D. (2007). High-density surface EMG study on the time course of central nervous and peripheral neuromuscular changes during 8 weeks of bed rest with or without resistive vibration exercise. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, 19(2), 208-218
- Niewiadomski, W., Cardinales, M., Gasiorowska, A., Cybulski, G., Karuss, B. y Strasz, A. (2005). Could Vibration Training Be an Alternative to Resistance Training in Reversing Sarcopenia. *J. Hum. Kinet.*, 14, 3-20.
- Otsuki, T., Takanami, Y., Aoi, W., Kawai, Y., Ichikawa, H. y Yoshikawa, T. (2008). Arterial stiffness acutely decreases after whole-body vibration in humans. *Acta Physiol.*, 1-6.
- Prisby, R., Lafage, M.H., Malaval, L., Belli, A. y Vico, L. (2008). Effects of whole body vibration on the skeleton and other organ systems in man and animal models: What we know and what we need to know. *Ageing Res. Rev.*, 7, 319-329.
- Rehn, B., Lidstrom, J., Skoglund, J., Lindstrom, B. (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J. Med. Sci. Sports*, 17, 2-11.
- Rittweger, J., Beller, G., Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin. Physiol.*, 20, 134-142.
- Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M., Verschuere, S. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int. J. Sport Med.*, 25(1), 1-5.
- Russo, C., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, J.M., Ferrucci, L. (2003). High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 84, 1854-1857.
- Sands, W., McNeal, J.R., Stone, M.H., Kimmel, W., Half, G.G. y Jemni, M. (2008). The effect of vibration on active and passive range of motion in elite female synchronized swimmers. *Eur. J. Sport Sci.*, 8, 217-223.
- Sáez Pastor, F. (2005). Una revisión de los métodos de flexibilidad y de su terminología. *Kronos*, 7(47), 5-15.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievänen, H. et al. (2002). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34, 1523-1528.
- Trans, T., Aaboe, J., Henriksen, M., Christensen, R., Bliddal, H. y Lund, H. (2008). Effect of whole body vibration exercise in muscle strength and proprioception in women with knee osteoarthritis. *The Knee*, 16(4), 256-261.
- Val, R. y Garatachea, N. (2004). Análisis de la condición física funcional de personas mayores e influencia de un programa de actividad física. *Kronos*, 5(31), 5-10.
- Van Den Tillaar, R. (2006). Will Whole-Body Vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J. Strength Cond. Res.*, 20 (1), 192-196.

Propuestas para la prevención de lesiones de menisco interno en fútbol

Proposals for prevention of medial meniscus injuries in soccer

Calero, J.C.¹, Espada, M.², Gallardo, J.³, Santacruz, J.A.⁴, Clemente, A.L.⁴

¹ New EFESO School

² Universidad Pontificia de Comillas. Universidad Camilo José Cela. Universidad Internacional de La Rioja.

³ Universidad Politécnica de Madrid (INEF).

⁴ Universidad Alcalá de Henares.

Dirección de contacto

Jose Carlos Calero Cano: jc.calero@hotmail.es

Fecha de recepción: 2 de Febrero de 2012

Fecha de aceptación: 22 de Mayo de 2012

RESUMEN

Las lesiones de rodilla son unas de las más frecuentes en el mundo del fútbol. Dentro de estas lesiones se encuentran las de menisco interno con una alta incidencia lesional. Este trabajo tiene por objetivo realizar una serie de propuestas útiles para elaborar un programa de prevención de este tipo de lesiones en fútbol. No obstante, se establecen pautas que pueden ser aplicadas en otros deportes, adaptando los ejercicios a los requerimientos funcionales de los mismos. Para ello, en esta primera parte se realizará un breve recuerdo anatómico y se llevará a cabo una amplia descripción de las lesiones meniscales, donde se abordan los mecanismos de lesión y los diferentes tipos. Finalmente en la segunda parte del artículo se establecerán diferentes consideraciones a tener en cuenta a la hora de proponer un programa de prevención de lesiones de menisco interno.

Palabras clave: lesión meniscal, menisco interno, prevención, fútbol.

ABSTRACT

Knee injuries are among the most frequent in soccer. Within these lesions are those of medial meniscus lesion with a high incidence. This paper aims to conduct a series of proposals designed to develop a prevention program of this type of injuries in soccer. However, provide guidelines that can be applied in other sports, adapting the exercises to the functional requirements. For this, in this first part of the article, it is remembered a brief anatomical and carried out an extensive description of meniscal injuries, which addresses the mechanisms of injury and different types. Finally, in the second part of this article, different considerations will be established to take into account when proposing an injury prevention program of the medial meniscus.

Key words: meniscal injury, medial meniscus, prevention, soccer.

INTRODUCCIÓN

Debido a que existen escasos documentos científicos centrados en la readaptación y en las tareas planificadas por el preparador físico o readaptador (Paredes et al., 2001), a través del presente artículo se pretenden aportar una serie de pautas, basadas en la literatura científica, a tener en cuenta por esta figura profesional para llevar a cabo un programa de prevención de lesiones de menisco interno. Con el objetivo de contextualizar y comprender el tema que nos ocupa, en primer lugar se realizará un breve recuerdo anatómico y una amplia descripción de las lesiones meniscales.

ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS MENISCOS

Los meniscos y los ligamentos de la rodilla funcionan de forma conjunta para mantener la cinemática normal de esta articulación en todo su rango de movimiento. El menisco externo tiene forma de anillo casi completo y cubre el 75% de la superficie de contacto del platillo tibial lateral. Por su parte, el interno es más abierto y representa dos tercios de un anillo cubriendo más de la mitad de la superficie de contacto del platillo tibial medial. El borde de ambos es grueso y está unido a la parte interna de la cápsula articular. El menisco interno se adhiere a ésta en toda su periferia y de forma especial en el ángulo posterior, donde se relaciona con el tendón del músculo semimembranoso, mostrando también una íntima adherencia a la porción profunda del ligamento lateral interno (Montañez et al., 2003).

Por otra parte, la matriz extracelular del menisco está formada fundamentalmente por colágeno de tipo I (Lento y Akuthota, 2000; Samsó, 2002; Johnson y Ticker, 2007). La mayor parte de las fibras de colágeno tienen una orientación circular para soportar la tensión, aunque algunas están orientadas en dirección radial (Samsó, 2002; Johnson y Ticker, 2007) (Fig.1).

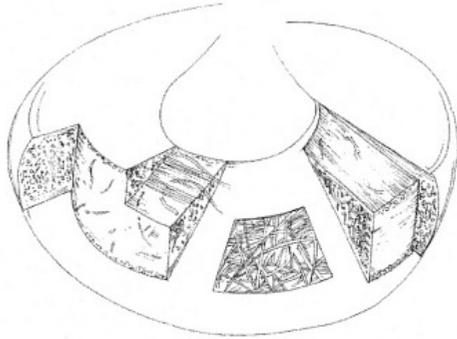


Figura 1. Menisco en el que se observa la orientación compleja de las fibras de colágeno que contiene (Johnson y Ticker, 2007).

Asimismo, el menisco es grueso y convexo en la periferia (cuernos o astas meniscales) y cóncavo y delgado en el centro (Lento y Akuthota, 2000).

En relación a la nutrición, Hilde y Ploke (2007), exponen que los meniscos fomentan la alimentación del cartílago articular por medio de un constante cambio de posición de los meniscos durante el movimiento articular, es lo que las autoras denominan “bomba sinovial”.

Por otra parte, la cara externa de cada menisco obtiene su irrigación sanguínea de un plexo capilar perimeniscal de disposición circular procedente de las arterias geniculadas superior e inferior (Lento y Akuthota, 2000; Johnson y Ticker, 2007), mientras que Samsó (2002) y Lento y Akuthota, (2000), señalan que éste penetra entre un 10 y un 30%, por lo que el tercio exterior es altamente vascular (Escobar, 1997; Devis y Prentice, 2001; Espejo-Baena, 2007; Johnson y Ticker, 2007; Hilde y Ploke, 2007). Asimismo, los dos tercios internos de cada menisco son fundamentalmente avasculares y reciben su nutrición del líquido sinovial (Escobar, 1997; Devis y Prentice, 2001; Barber y McGarry, 2007; Johnson y Ticker, 2007).

La alimentación de la parte avascular del menisco, tiene lugar por difusión, por lo que en el centro de la cuña reside una zona que es la más pobremente alimentada y, por ello, es la primera en sufrir trastornos (Lento y Akuthota, 2000; Hilde y Ploke, 2007). Además, ha de tenerse en cuenta que la vascularización está influenciada por la edad (Samsó, 2002).

En relación a la innervación meniscal, Johnson y Ticker (2007) exponen que los meniscos tienen terminaciones nerviosas libres y mecanorreceptores corpusculares concentrados en los lugares de inserción de la raíz meniscal, así como en la periferia. Por lo que los meniscos pueden actuar como fuente de información propioceptiva para la coordinación muscular relativa a la extremidad. Por todo ello, ha de tenerse en cuenta la importancia del trabajo propioceptivo en la prevención de éste tipo de lesiones.

En cuanto a su movimiento, los meniscos son estructuras dinámicas que se desplazan hacia delante con la extensión y hacia atrás con la flexión (Escobar, 1997; Devis y Prentice, 2001; Johnson y Ticker, 2007; Hilde y Ploke, 2007). En la rotación, siguen al fémur (Hilde y Ploke, 2007).

Por su parte, el menisco interno es menos móvil que el externo (Peterson y Renström, 1989; Escobar, 1997; Lento y Akuthota, 2000; Devis y Prentice, 2001; Samsó, 2002; Johnson y Ticker, 2007; Hilde y Ploke, 2007), aspecto que ha de tenerse en cuenta, ya que la inmovilidad relativa del menisco interno puede explicar, en parte, la mayor prevalencia de lesiones en éste (Peterson y Renström, 1989; Escobar, 1997; Devis y Prentice,

2001), debido a que proporciona una limitación muy importante de la traslación anterior de la tibia (Johnson y Ticker, 2007) (Fig. 2).

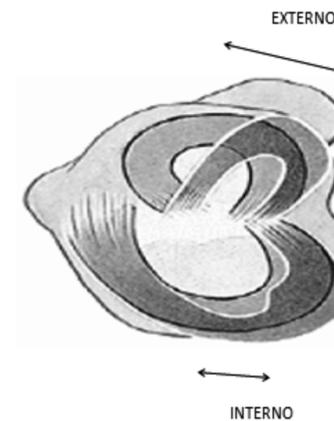


Figura 2. Movimiento de los meniscos.

Las formas de los meniscos interno y externo mejoran la congruencia de las superficies articulares y aumentan el área de contacto articular (hasta un 50% entre tibia y fémur, según Hilde y Ploke, 2007), con lo que aumentan la transmisión de la carga a través de la articulación de la rodilla (Escobar, 1997; Devis y Prentice, 2001; Samsó, 2002; Hilde y Ploke, 2007; Johnson y Ticker, 2007). Además actúan como absorbentes del choque y mejoran la estabilidad (Escobar, 1997; Devis y Prentice, 2001; Samsó, 2002; Hilde y Ploke, 2007). Por último, Hilde y Ploke (2007), como se expuso anteriormente, señalan otra función que desempeñan los meniscos, construyen, conjuntamente con el fluido sinovial, un sistema hidráulico que sirve de protección al cartílago articular frente a un esfuerzo excesivo.

Asimismo, los meniscos son los responsables de la transmisión de un 50% de la fuerza de la articulación de la rodilla cuando ésta se encuentra en extensión y del 88% al 90% de la fuerza cuando la rodilla está en flexión (Samsó, 2002; Johnson y Ticker, 2007) siendo esta fuerza transportada al cuerno posterior del menisco en flexión de rodilla. Al aumentar la flexión aumenta la fuerza que soporta el menisco durante la realización de actividades que implican soportar peso (Stener y Hame, 2006).

“Al soportar un peso, las fuerzas radiales centrífugas son soportadas por las adherencias firmes de las astas anteriores y posteriores de los meniscos en la tibia. Esto produce fuerzas tensiles en arco, de orientación circular, que son contrarrestadas por la disposición circular de la mayor parte de las fibras de colágeno, como apuntábamos anteriormente. Por su parte, los proteoglicanos contribuyen a las propiedades compresivas de los meniscos” (Johnson y Ticker, 2007, p.8). Estas acciones, lógicamente, no podrán ser llevadas a

cabo si se decide, o si no hay otra alternativa que la extirpación meniscal como tratamiento quirúrgico de la lesión.

En este sentido, Johnson y Ticker (2007) señalan que las fuerzas compresivas en la rodilla generan fuerzas tensiles en el menisco y que existen diferencias en la fuerza tensil y la rigidez de distintas partes anatómicas de los meniscos, que parecen deberse a las diferencias de la ultraestructura de colágeno. “La presencia de fibras radiales de una determinada parte del menisco puede aumentar la rigidez tensil y la fuerza al aplicar una tensión radial” (Johnson y Ticker, 2007, p.8).

A continuación se expondrán algunas particularidades del menisco interno, siguiendo a autores como Escobar (1997) y Samsó, (2002), para completar las expuestas anteriormente:

- Tiene forma de semiluna con trazos más separados que el externo.
- Es más ancho en su cuerno posterior que se inserta en la fosa intercondílea posterior de la tibia, entre el menisco externo y el ligamento cruzado posterior.
- Su extremo anterior se inserta junto al reborde tibial, en su porción anterior, y por delante del ligamento cruzado anterior (LCA).

Siguiendo lo expuesto en este apartado por diferentes autores (Escobar, 1997; Lento y Akuthota, 2000; Devis y Prentice, 2001; Samsó, 2002; Montañez et al., 2003; Senter y Hame, 2006; Barber y McGarry, 2007; Hilde y Ploke, 2007; Johnson y Ticker, 2007) las funciones de los meniscos podrían seguir la siguiente clasificación:

- Proporcionar estabilidad a la articulación.
- Sensibilidad propioceptiva.
- Ayudan a la lubricación.
- Aumento de la congruencia articular entre los cóndilos convexos y los platillos tibiales, relativamente planos.
- Absorción del impacto y adecuada distribución de las cargas.
- Nutrición del cartílago articular.
- Tope anatómico de la flexión y extensión de la rodilla.

DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN

En primer lugar, se debe destacar que la incidencia lesional del menisco es mayor en población deportiva que en población sedentaria (Escobar, 1997; Marinescu et al., 2003) y que entre los deportes en los que se producen de forma más frecuente este tipo de lesiones, se encuentra el fútbol (Lento y Akuthota, 2000 y Ballesteros, 2002).

En el presente estudio, se van a realizar una serie de propuestas para elaborar un programa preventivo

general de lesiones de menisco interno, por ello, aunque se describe en éste punto la lesión meniscal de forma general, se intentará hacer hincapié en los aspectos concernientes al menisco interno, sobre todo en la descripción del mecanismo lesional.

Según autores como Escobar (1997), existen determinados factores predisponentes de este tipo de lesión:

- Laxitud ligamentosa. Permite el mecanismo lesivo en extensión sin que el traumatismo tenga que ser tan violento como para romper los ligamentos.
- Insuficiencia muscular. La articulación está más desprotegida, su estabilidad es menor y es más fácil forzar movimientos como los descritos en los mecanismos de rotura.
- Hábitos laborales, posturas forzadas en flexión.
- Obesidad. A la insuficiencia muscular se suma el aumento de peso y, por tanto, la presión que el menisco debe soportar.
- Desviación de las rodillas en varo o valgo, lo que aumenta la presión proporcional que deben soportar el menisco interno o el externo, respectivamente. En varo, el peso corporal se vence sobre el compartimento interno, sobrecargando su menisco. Lo contrario ocurre en el genuvalgo, en que la presión articular se desnivela a favor del compartimento externo.
- Esfuerzos violentos, especialmente deportivos.

MECANISMOS DE LESIÓN

En relación al mecanismo de producción, debe tenerse en cuenta que la lesión meniscal está causada por una fuerza de tracción, compresión o una combinación de ambas y suele producirse cuando la rodilla se flexiona y se gira (Escobar, 1997; Lento y Akuthota, 2000; Devis y Prentice, 2001; Ballesteros, 2002 y Barber y McGarry, 2007), en el caso del menisco interno en rotación externa (Peterson y Renström, 1989).

En este sentido, Senter y Hane (2006) señalan que este tipo de lesión es más común en deportistas jóvenes, produciéndose por un cambio repentino de dirección durante la carrera, por agacharse enérgicamente y aplicar a la vez fuerzas de rotación, varo, valgo o por hiperextensión de rodilla, aunque señalan que los meniscos deben soportar mayores cargas compresivas a altos ángulos de flexión, por lo que son más propensos a lesionarse en esta posición.

Por su parte, Escobar (1997) y Montañez et al. (2003) exponen que en máxima flexión, las astas posteriores están comprimidas entre las caras posteriores de los cóndilos de fémur y tibia. La rotación interna comprime el menisco interno hacia el centro de la articulación, en ese momento, una extensión brusca puede atraparlo y provocar una rotura.

Peterson y Renström (1989) señalan que sería la rotación externa la que provoque la lesión, coincidiendo con lo expuesto por autores como Ballesteros (2002) (ver figura 5).

“Las lesiones meniscales están producidas con frecuencia por un impacto de torsión en la rodilla. En el caso de rotación hacia afuera (externa) del pie y de la pierna, en relación al fémur, el menisco interno es más vulnerable y se lesiona con más facilidad” (Peterson y Renström 1989, p. 279).

Shultz, Perrin y Peggy (2000) apuntan como mecanismos a través de los cuales se producen más frecuentemente lesiones meniscales los movimientos de “corte” y pivotes, coincidiendo con los autores anteriormente citados, pero añaden que con todo el peso del sujeto en la articulación se produce el “pellizco” entre fémur y tibia que puede dañar el menisco.

Montañez et al. (2003) consideran que la lesión del menisco aparece como resultado de la acción del peso corporal combinada con movimientos incorrectos, forzados o excesivos, tanto de flexión-rotación, como de extensión-rotación (siendo estos menos frecuentes). En ella actúan las fuerzas de compresión, tracción o combinación de ambas (Fig 3.).

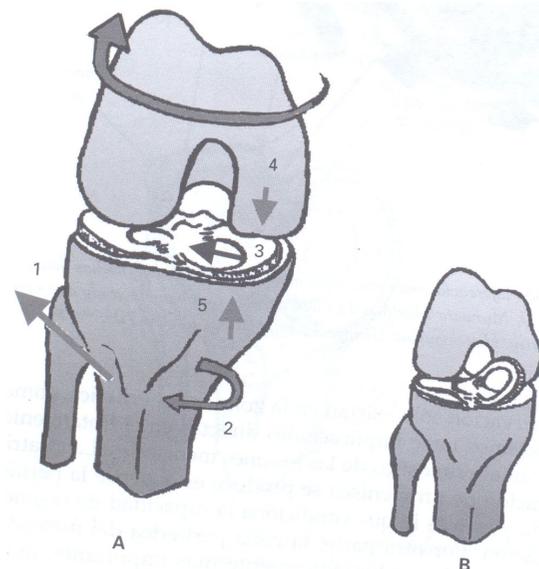


Figura 3. Mecanismo de lesión menisco interno. A: (1) abducción, (2) rotación externa. El menisco interno es desplazado hacia la parte central de la rodilla (3) produciendo una compresión del menisco (4-5). B: lesión meniscal en asa de cubo luxada. (Ballesteros, 2002).

Según Escobar, (1997), las manifestaciones clínicas de una rotura meniscal van a depender de: el tipo de rotura; su extensión y la invasión del tejido roto en la articulación.

TIPOS DE ROTURAS

Dentro de las lesiones de menisco interno existen diferentes tipos (Montañez, et al., 2003):

- Roturas radiales: tienen orientación vertical y se extienden desde el borde interno del menisco hacia su periferia.
- Roturas horizontales: se produce un plano de separación horizontal, debido a fuerzas de cizallamiento que dividen las superficies superior e inferior del menisco.
- Roturas oblicuas: roturas de espesor total que discurren en dirección oblicua desde el borde interno del menisco hasta el cuerpo de dicha estructura.
- Roturas longitudinales: suelen deberse a traumatismos sobre los meniscos básicamente normales. La rotura generalmente tiene una orientación vertical y puede afectar a todo el espesor de menisco o presentar una profundidad parcial o incompleta. La rotura es paralela al borde del menisco y, en aquellos casos en los que es completa, con frecuencia se produce un fragmento interno desplazable (rotura en asa de cubo). Cuando la rotura se sitúa cerca de la inserción meniscocapsular, se denomina rotura periférica.
- Roturas complejas y degenerativas: asocian una importante irregularidad y complejos desgarramientos.

PROPUESTAS PARA REALIZAR UN PROGRAMA PREVENTIVO DE LESIONES DE MENISCO INTERNO

Debe tenerse en cuenta que las lesiones y los accidentes agudos se pueden prevenir mediante la adecuada preparación del deportista y con el cumplimiento de las reglas de los deportes (Orava, 1999). No obstante, no se debe obviar la dificultad de prevenir lesiones en unos casos y la imposibilidad en otros.

En este apartado se expondrán una serie de propuestas que han de tenerse en cuenta a la hora de realizar un programa específico de prevención de lesiones de menisco interno. Los objetivos del programa preventivo serán los siguientes:

- Tonificar la musculatura estabilizadora de la rodilla (muslo, gemelos, sóleo, glúteo medio, musculatura del “core”, etc.).
- Mejorar la flexibilidad de la musculatura cuyo acortamiento implica un aumento de sobrecarga de la articulación de la rodilla.
- Mejorar la estabilidad de la articulación de la rodilla.
- Mejorar la estabilidad lumbo-pélvica.
- Educar al deportista en la ejecución de gestos deportivos correctos y seguros a través de la realización de un trabajo funcional específico, con gestos técnicos que puedan evocar los mecanismos de lesión del menisco interno.

Asimismo, la propuesta del programa preventivo se basará, de forma general, en las siguientes pautas (las cuales se podrán tratar de forma conjunta en algunos ejercicios):

- Mejora de la estabilidad del miembro inferior.
- Mejora de la estabilidad lumbo-pélvica.
- Trabajo neuromuscular propioceptivo.
- Trabajo de flexibilidad.
- Fuerza muscular.
- Aprendizaje de la técnica correcta de salto, amortiguación y giros.
- Aprendizaje de la técnica correcta para realizar frenadas y giros.

Estas pautas han sido establecidas tras realizar una amplia revisión bibliográfica, cuyas referencias serán expuestas a lo largo de este punto. Asimismo, el estudio realizado por Liebenson (2006, 2007), en el cual se establecen unas pautas a seguir para evitar la sobrecarga en la articulación de la rodilla, ha servido de gran ayuda para estructurar este apartado. Este autor establece que existen varios factores que pueden influir en dicha sobrecarga, como son:

- Hiperpronación subpatelar.
- Insuficiencia del arco transversal (positive Vele’s test).
- Acortamiento del sóleo.
- Acortamiento de la banda iliotibial.
- Inadecuado balance muscular entre cuádriceps e isquiotibiales.
- Acortamiento del psoas o tensión en la cápsula anterior de la cadera.
- Acortamiento de aductores.
- Acortamiento del piramidal o tensión en la cápsula posterior de la cadera.
- Inhibición o debilidad en el glúteo medio (músculo muy importante para asegurar la estabilidad de la rodilla y evitar el gesto de “valgo”).

Por ello, se considera necesario tener en cuenta los factores expuestos anteriormente a la hora de prescribir un programa de entrenamiento preventivo de lesiones de menisco interno, con el fin de evitar sobrecargar la articulación de la rodilla.

En relación al **trabajo propioceptivo** (Fig 4.), basándonos en las indicaciones de Mascaró (2009), han de tenerse en cuenta los siguientes criterios a la hora de establecer la progresión del trabajo:

- El jugador se mantiene en la posición indicada.
- El jugador se desestabiliza por sí mismo e intenta estabilizarse posteriormente, primero lentamente y luego se aumenta la velocidad (se puede utilizar peso como sacos de arena).
- Solicitamos primero al jugador y posteriormente al objeto: Intentamos mover al jugador (u objeto) y él no nos permite hacerlo, intentando mante-

nerse en la posición de partida. Primero la solici-tación se realiza de forma lenta y el jugador res-ponde lentamente, el siguiente paso será realizar la solici-tación lenta y el jugador responde rápida-mente y por último la solici-tación será rápida y la respuesta lenta. Es importante tener en cuenta el factor sorpresa, cambiando la solici-tación.

- En cuanto a las superficies o plataformas a utilizar, en primer lugar conseguir que el jugador se mantenga en la posición indicada, utilizando para ello superficies estables; posteriormente utilizar superficies inestables convencionales y por último superficies que manden reacción al sujeto. Es importante en este sentido tener en cuenta la espe-cificidad del terreno de juego habitual.
- Realizar trabajo propioceptivo sin carga, posterior-mente con carga parcial y por último con carga completa (en el trabajo preventivo se pueden co-menzar a realizar ejercicios con carga completa).
- Trabajar inicialmente en una sola dirección y pos-teriormente en varias direcciones.
- Trabajar con saltos y recepciones (primero en superficies estables y posteriormente inestables). Manejar la carga de trabajo cambiando alturas y densidad.
- Finalmente se aplicará el trabajo propioceptivo en circuitos funcionales, es decir, circuitos en los que el jugador realice gestos técnicos idénticos a los que realizará durante el juego.



Figura 4. Ejemplos de ejercicios de propiocepción (realizado con el soporte informático GRAFUT)

*Durante los ejercicios de propiocepción estáticos se colocará una bota de esquí o elemento similar para inmovilizar la articulación del tobillo.

En estrecha relación con el trabajo propioceptivo, se expondrán a continuación algunas consideraciones sobre el **trabajo de estabilidad lumbopélvica**, esencial para prevenir lesiones de rodilla, ya que determinados músculos del "core", como el transverso del abdomen o los multifidos son fundamentales para ayudar a estabilizar la articulación de la rodilla (Liebenson, 2006) (Fig 5.). Antes de abordar este aspecto se debe tener en cuenta que el objetivo que se pretende conseguir con este tipo de ejercicios no es únicamente la mejora de la fuerza muscular, ya que lo más importante es la educación o reeducación neuromotriz.



Figura 5. Ejemplos de ejercicios de estabilidad lumbopélvica (realizado con el soporte informático GRAFUT)

Para entender este concepto es importante comprender que tal y como formuló Panjabi (1992a, 1992b) existe un subsistema pasivo, formado por las estructuras osteoarticulares, otro activo, formado por la musculatura y su capacidad estabilizadora y un sub-sistema de control neural, que se encarga a través de los receptores de percibir la inestabilidad y coordinar la activación muscular para solucionarla.

El ejercicio de este tipo debe ir encaminado a activar los músculos que intervienen en la estabilización, no sólo garantizando la fuerza y flexibilidad adecuadas sino proporcionando los mecanismos de coordinación automáticos para dar respuesta a las demandas impuestas en el deporte (Forte, 2009). Además, Hooker (2001) añade que los ejercicios que incluyen la activación muscular para estabilizar el tronco son claves para transformar esta estabilización en una respuesta automática subconsciente. Por ello, es muy importante en la etapa final, en la que se realicen ejercicios funcionales enseñar al deportista a comenzar la contracción de estabilización antes de comenzar cualquier movimiento.

Asimismo, la actividad muscular debe ser coordinada para mantener el control de la columna con la jerarquía de niveles independientes: control de la rotación y la traslación intervertebral, control de la postura de la columna y control del cuerpo con respecto al entorno.

Bajo los efectos de la fuerza de gravedad, el sistema nervioso central debe integrar el control de las fuerzas externas con la carga del peso y el control del centro de gravedad (Forte, 2009).

Respecto a la duración de los ejercicios de estabilidad lumbopélvica, siguiendo las indicaciones de Gerhardt (2007) para este tipo de ejercicios, se realizarán al final de la progresión durante 1 minuto cada uno, en el caso de los ejercicios bilaterales y 30 segundos en cada lado en el caso de los unilaterales. En cuanto a los ejercicios que no requieran una contracción isométrica, como por ejemplo el ejercicio que aparece en la parte central de la figura 5 (elevación de cadera) la velocidad de ejecución será lenta y en todos los casos controlada por un profesional cualificado. Es de vital importancia seguir una progresión adecuada en cuanto al tipo de ejercicios y el tiempo de ejecución.

Por otra parte se considera necesario trabajar la **flexibilidad y la elasticidad muscular**, con el fin de aumentar o mantener el ROM en aquellos músculos cuyo acortamiento puede aumentar el riesgo de sobrecarga en la articulación de la rodilla (piramidal, aductores, psoas, banda iliotibial y sóleo) (Liebenson, 2006), así como de aquellos músculos que intervienen en la estabilización de dicha articulación (isquiotibiales, cuádriceps, gemelos, etc.). Sin olvidar los grupos musculares encargados de la flexión y extensión de la cadera (Hooker, 2001).

Este trabajo de flexibilidad se realizará durante sesiones con cargas de trabajo reducidas o sesiones específicas de flexibilidad. En cualquier caso, el tipo de trabajo dependerá del jugador y de sus propias características, de forma que si éste presenta un rango de movimiento articular reducido se deberán emplear técnicas destinadas al aumento del ROM. Así, las técnicas de FNP (facilitación neuromuscular propioceptiva) son las que muestran mejores resultados al respecto (Osternig, Robertson, Troxel y Hansen, 1990 y Prentice, 2001) y reportan buenos resultados al utilizarlas de forma conjunta con las técnicas estáticas pasivas.

Por otra parte, si el objetivo es mantener un ROM óptimo se deberán utilizar estiramientos pasivos estáticos, entre 15 y 30 segundos, ya que parece ser que un mayor tiempo no produce mejores resultados en cuanto al aumento de la flexibilidad. Se debe repetir 3-4 veces el estiramiento estático de cada músculo. Por su parte, las técnicas balísticas parecen ser igual de eficaces que las estáticas (aunque éstas son más seguras) con el objetivo de mejora de la flexibilidad.

A pesar de ello, las técnicas balísticas son muy útiles para prevenir lesiones producidas por contracción excéntrica durante situaciones reales de juego (Prentice, 2001; Gerhardt, 2007). Los estiramientos deben realizarse como mínimo tres veces por semana para que

se produzcan mejoras apreciables (Prentice, 2001). La recomendación para deportistas entrenados sería de entre 4 y 5 días semanales.

En cuanto al trabajo específico de **fuerza muscular** en los grupos musculares del muslo, gemelos, sóleo y glúteos (especialmente el glúteo medio), ya que el resto de grupos musculares involucrados en mantener la estabilidad de la articulación de la rodilla son abordados en otros apartados, se propondrán sesiones de trabajo siguiendo las indicaciones de Lacaba (citado por Benito, 2008) para el entrenamiento de fuerza como complemento deportivo.

No obstante, se deben analizar los requerimientos específicos del sujeto, no sólo en función del deporte, sino también en función de la posición de éste en el terreno de juego y en función de su labor dentro del equipo. Se realizarán entre 6-8 ejercicios en cadena cinética cerrada (Devís y Prentice, 2001) por sesión, con 2-3 series por ejercicio, 3 repeticiones por serie, con una carga del 85% RM, a un ritmo 1:2 ó 1:1, con descanso de 1-2 minutos entre ejercicios y 4-5 minutos entre series (Fig. 6).



Figura 6. Ejemplos de ejercicios de fuerza muscular (realizado con el soporte informático GRAFUT)

Trabajo en circuitos funcionales (Fig. 7):

Trabajo de salto, amortiguación y giro

Resulta importante este tipo de trabajo a la hora de prevenir lesiones de menisco interno, ya que en diferentes momentos de un partido o entrenamiento de fútbol el jugador tendrá que realizar saltos, recepciones y giros, pudiendo someter a la articulación de la rodilla a los posibles mecanismos de lesión explicados anteriormente (flexión más rotación externa, extensión completa más rotación externa, compresión, etc.).

En relación a la fase de despegue, cuando el jugador inicia un salto durante la carrera (dar un paso para darse impulso), la rodilla se encuentra extendida y el impulso horizontal se convierte en vertical, provocando una súbita contracción del cuádriceps y aumentando la fuerza de cizallamiento, lo que transmite tensión excesiva al LCA (Yearout et al., 1999) y puede ocasionar una rotura meniscal de tipo horizontal (Montañez et al., 2003). Si el jugador realiza un paso de preparación y otro para controlar el salto (dos pasos antes de realizar el salto vertical) permitirá que la rodilla se flexione

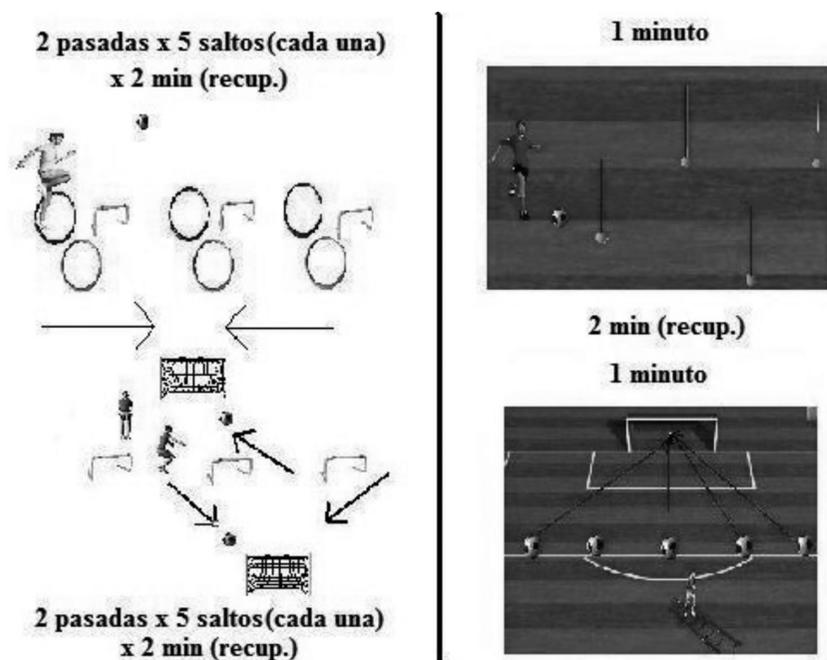


Figura 7. Ejemplos de circuitos funcionales (realizado con el soporte informático GRAFUT)

antes del salto, evitando la contracción del cuádriceps con la rodilla extendida y por tanto la fuerza de cizallamiento resultante, por ello se considera importante educar a los jugadores en este sentido con fines preventivos.

En cuanto a la fase de aterrizaje, la posición de ligera flexión del tronco y ligera flexión de rodillas (posición atlética), el centro de gravedad se sitúa verticalmente sobre el centro de rotación de la rodilla. En esta postura el momento de fuerza que ejerce el peso del cuerpo sobre la rodilla es igual a 0, por lo que los músculos flexores y extensores de la articulación de la rodilla están inactivos, sin participar en la estabilización de la postura. En conclusión la carga sobre las rodillas es mínima y el riesgo de lesión en ese preciso instante es casi nulo (Miangolarra, 2003).

En la fase de recepción del salto, el jugador ha de flexionar las rodillas unos 60° , ya que algunos autores recomiendan no realizar una flexión menor de 30° , ni mayor de 60° , con el fin de evitar la traslación anterior de la tibia y por tanto el aumento de la fuerza de cizallamiento de la parte anterior de la tibia sobre el fémur, protegiendo así el ligamento cruzado anterior (Yearout et al., 1999 y Miangolarra, 2003). Además al evitar este cizallamiento, se prevendrán las roturas meniscales horizontales, puesto que las fuerzas de compresión femorotibiales (mal toleradas por el menisco) son más importantes entre los 0° y los 60° en cadena cinética cerrada (recepción del salto) y más allá de 60° en cadena cinética abierta (Montañez et al., 2003).

Además, una vez que el jugador aterriza y flexiona las rodillas para amortiguar el impacto, evitando con ello comprimir excesivamente los meniscos, éste ha de conseguir evitar el movimiento de rotación externa desde esta posición de flexión, ya que tanto la compresión, como la rotación externa con la rodilla flexionada son mecanismos indirectos de lesión de menisco interno (Peterson y Renström, 1989; Escobar, 1997; Lento y Akuthota, 2000; Devis y Prentice, 2001; Ballesteros, 2002; Montañez et al., 2003; Senter y Hane, 2006 y Barber y McGarry, 2007).

Para ello, es importante educar al jugador en la toma de decisiones durante la fase de vuelo, con el fin de caer con los pies orientados hacia la dirección que posteriormente tomará.

Asimismo en el caso de que por las circunstancias del juego esta dirección varíe, el jugador ha de ser capaz de levantar el pie y realizar la rotación externa sin mantener el pie en apoyo con la rodilla en flexión.

Aterrizaje después de un salto con las rodillas extendidas, o no tener tiempo de flexionarlas, produce una compresión meniscal excesiva y ocasiona gran tensión al LCA. Por tanto es importante que los jugadores tomen conciencia de la correcta recepción tras realizar un salto en suspensión, ya sea para golpear el balón de cabeza, para controlar, para cargar al contrario, etc. La técnica correcta se realiza flexionando las rodillas unos 60° para que amortigüen el impacto, evitando así la compresión excesiva de los meniscos. Es importante además que el jugador realice un paso más en la dirección del impulso antes de que se detenga o se gire, sobre todo en caso de que no caiga con los pies orientados en la dirección de salida (Yearout et al., 1999).

Trabajo de frenada y giro

La técnica de "apoyo y regate" es una maniobra que consiste en realizar una repentina desaceleración apoyándose en una pierna que está total o parcialmente extendida para cambiar de dirección dando un solo paso. Extensión del cuádriceps con rodilla extendida (menos de 30°), lo que produce una gran fuerza de cizallamiento en la parte anterior de la rodilla (Yearout et al., 1999).

El apoyo y regate se debe transformar en "giro acelerado". El giro se inicia con el pie interno (el pie en

la dirección del giro), orientando éste hacia afuera, es decir, realizando la rotación externa de la rodilla de forma controlada con el fin de que no se produzca dicha rotación externa de forma brusca con el pie apoyado, debido a que esto pondría en peligro al menisco interno.

El giro continúa apoyándose en el pie contrario a la vez que el jugador imprime más velocidad al giro (evitando así la desaceleración que produce la interacción del cuádriceps con el ligamento cruzado y por tanto el aumento de la fuerza de cizallamiento). La velocidad aumenta cuando se mueven con fuerza los brazos y las zancadas son de longitud moderada (Yearout et al., 1999). Una vez que el jugador llega a dominar ésta técnica, comenzará a incorporarla a las situaciones reales de juego obteniendo mayor eficacia y mayor seguridad en su juego.

Asimismo, a la hora de realizar una frenada en seco sin balón, ha de enseñarse al jugador a evitar la técnica de "parada con un solo paso" (Yearout et al., 1999), ya que si el jugador intenta pararse en seco y cambiar de dirección, puede producirse una interacción del cuádriceps con el ligamento cruzado anterior, y por lo tanto aumentar la fuerza de cizallamiento, lo que podría producir una lesión meniscal horizontal (Montañez et al., 2003).

Por ello, es conveniente que el jugador realice la "parada en tres pasos" (Yearout et al., 1999), permitiendo reducir el impulso hacia delante y disminuir el centro de gravedad, para lo cual flexiona las rodillas mientras desacelera, realizándose los tres pasos. Al flexionar las rodillas, las cargas sobre el LCA y los meniscos y por tanto las fuerzas de cizallamiento son menores, de esta forma el jugador se encuentra bien equilibrado y preparado para iniciar cualquier cambio de dirección.

Resulta evidente que esto no se puede conseguir en todas las acciones de juego, como por ejemplo en

fintas o cambios de sentido sin balón, en cuyo caso se enseñará al jugador a orientar el pie de apoyo en el sentido de la dirección de salida para evitar torsiones innecesarias en la articulación de la rodilla, que puedan evocar los mecanismos de lesión de menisco interno.

Otra situación típica y peligrosa se produce cuando el atacante con balón se detiene repentinamente, extendiendo la rodilla para detener el balón y tirar. Es una situación en la que también es necesario enseñar al jugador a parar con tres pasos y dar un paso de acompañamiento después de chutar.

Siguiendo todo lo expuesto anteriormente, se debe realizar un protocolo de trabajo de 6 semanas (Frontera et al., 2008) en el periodo de pretemporada (Paterno, Myer, Ford, Hewett, 2004). No obstante, se debería establecer una progresión del programa y mantenerlo durante toda la temporada.

CONCLUSIONES

A través del presente artículo se aportan una serie de pautas a tener en cuenta para elaborar un programa de prevención de lesiones de menisco interno. Para ello, todas las recomendaciones expuestas se han basado en la literatura científica, especialmente en los trabajos que abordan aspectos relacionados con la prevención de lesiones en la articulación de la rodilla. No obstante, para elaborar las pautas presentadas se han tenido en cuenta en todo momento los mecanismos de lesión del menisco interno. Por otra parte, sería interesante realizar un protocolo de ejercicios basado en las pautas aquí expuestas y realizar una investigación experimental para comprobar la eficacia del mismo. Además, a la hora de diseñar dicho protocolo de trabajo se debe tener en cuenta que éste debe tener una duración de 6 semanas en el periodo de pretemporada y que se debería establecer una progresión del mismo y mantenerlo durante toda la temporada.

REFERENCIAS

- Ballesteros (2002). *Traumatología y medicina deportiva*. Madrid: Paraninfo.
- Barber, F.A. & McGarry, J.E. (2007). Meniscal repair techniques. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 15(4), 199-207.
- Benito, P. (2008). *Conceptos básicos del entrenamiento con cargas: de la musculación al wellness*. Madrid: Kinesis.
- Casáis, L., Solla, J.J., Martínez, M. & Domínguez, E. (2007). Grafut. *Soprote básico para el entrenamiento en fútbol*.
- Devis, M. & Prentice, W. (2001). Rehabilitación de la rodilla. En W.E. Prentice. *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva* (pp.433-454). Barcelona: Paidotribo.
- Escobar, E. (1997). *La rodilla en el deporte*. Madrid: Gymnos.
- Espejo-Baena, A., Golano, P., Meschian, S., García, J.M. & Serrano, J.M. (2007). Complications in medial meniscus suture: a cadaveric study. *Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 15, 811-816.
- Forte, D. (2009). *Reeducación neuromuscular de la estabilidad lumbopélvica*. Apuntes del máster universitario en prevención y readaptación de lesiones deportivas en fútbol. Madrid. No publicados.
- Frontera, W.R., Herring, S.A., Micheli, L.J. & Silver, J.K. (2008). *Medicina deportiva clínica: tratamiento médico y rehabilitación*. Madrid: Elsevier.
- Gerhardt, M. (2007). The “MLS Groin injury Prevention Protocol”, *Training and conditioning*, 17.
- Hilde, R. & Ploke, C., (2007). *Fisioterapia del aparato locomotor*. Barcelona: Paidotribo.
- Hooker, D (2001). Rehabilitación de la espalda. En W.E. Prentice. *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva* (pp. 301-327). Barcelona: Paidotribo.
- Jiménez-Rubio, S. (2009). *Prescripción de fuerza en el proceso de readaptación físico deportiva*. Apuntes del máster universitario en prevención y readaptación de lesiones deportivas en fútbol. Madrid. No publicados.
- Johnson, D. & Ticker, J. (2007). Fisiología de los tejidos blandos. En *American Academy of Orthopaedic Surgeons, Actualizaciones en cirugía ortopédica y traumatología* (pp. 4-28). Madrid: Masson.
- Lento, P. & Akuthota, V. (2000). Meniscal injuries: A critical review. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 15 (2-3), 55-62.
- Liebenson, C. (2006). Functional problems associated with the knee-Part one: Sources of biomechanical overload, *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10, 306-311.
- Liebenson, C. (2007). Functional problems associated with the knee-Part 2: Do tight hamstrings only need stretching?, *Journal of Bodywork and Movement Therapie*, 11, 61-63.
- Marinescu, R., et al. (2003). Outside-in meniscus suture technique: 5 years' follow-up, *Knee surgery sports traumatology arthroscopy*, 11, 162-172.

- Mascaró, A. (2009). *Taller de Propiocepción*. En R. Cobo, J.A. García y C. Lalín (coord.). Ier Congreso Internacional en prevención y readaptación de lesiones en fútbol. Madrid: Comité Olímpico Español, Comité de Entrenadores (RFEF) y Universidad de Castilla-La Mancha.
- Miangolarra, J.C. (2003). Mecanismos de lesión y patomecánica de la rodilla. En A. Basas, C. Fernández de las Peñas y J.A. Martín-Urrialde. *Tratamiento fisioterápico de la rodilla* (pp. 27-36). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Montañez, J., Arnau, R. & Barrios, C. (2003). Tratamiento fisioterápico en la patología meniscal. En A. Basas, C. Fernández de las Peñas y J.A. Martín-Urrialde. *Tratamiento fisioterápico de la rodilla* (pp. 163-178). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Orava, S. (1999). Lesiones de la pierna. En P. Renström (Dir). *Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas* (pp. 204-214). Barcelona: Paidotribo.
- Osternig, L.R., Robertson, R.N., Troxel, R.K. & Hansen, P. (1990). Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques, *Medicine and Science in Sports and exercise*, 22(1), 106-111.
- Paredes, V., Martos, S. & Romero, B. (2011). Propuesta de readaptación para la rotura del ligamento cruzado anterior en fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(43), 573-591. En [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista43/artprotocolo226.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista43/artprotocolo226.htm). Recuperado 3 de octubre de 2011.
- Panjabi, M.M. (1992a). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*, 5(4), 383-389.
- Panjabi, M.M. (1992b). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*, 5(4), 390-397.
- Paterno, M.V., Myer, G.D., Ford, K.R. & Hewett, T.E. (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 34, 305-316.
- Peterson, L. & Renström, P. (1989). *Lesiones deportivas. Su prevención y tratamiento*. Barcelona: JIMS.
- Prentice, W. (2001). Mantenimiento y aumento de la flexibilidad. En W.E. Prentice. *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva* (pp. 58-70). Barcelona: Paidotribo.
- Rodger, M. & Mazoue, C. (2008). In-Season Management of a Displaced “Bucket Handle” Medial Meniscus Tear, *Human Kinetics*, 13(6), 33-35.
- Samsó, F. (2002). Los meniscos. Visión actual. En V. Concejero y J.M. Madrigal (Eds). *Traumatología de la rodilla* (pp. 101-121). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Shultz, S., Peggy, A.H. & Perrin, D.H. (2000). *Assessment of athletic injuries*. USA: Human Kinetics.
- Stener, C. & Hame, S. L. (2006). Biomechanical Analysis of Tibial Torque and Knee Flexion Angle, *Sports Medicine*, 36(8), 635-641.
- Yearout, K.M., Decker, K.A., Henning, C.E. Vequist, S.W. & Griffis, N.D. (1999). Las lesiones deportivas específicas de la rodilla. En P. Renström (Dir). *Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas* (pp. 188-203). Barcelona: Paidotribo.