Article

Efectividad de Estrategias de Entradas en Calor Neuromusculares, que No Requieren Equipamiento Adicional, en la Prevención de Lesiones del Miembro Inferior Durante la Participación Deportiva: Una Revisión Sistemática

Katherine Herman, Christian Barton, Peter Malliaras y Dylan Morrissey

Centre for Sports and Exercise Medicine, William Harvey Research Institute, Bart's and the London School of Medicine and Dentistry. Queen Mary University of London, Mile End Hospital, Bancroft road, London, E1 4DG, UK.

RESUMEN

Antecedentes: Las lesiones deportivas en los miembros inferiores son altamente prevalentes y responsables por grandes costos económicos como personales. En esta revisión, buscaremos determinar cuáles estrategias simples de calentamientos neuromusculares y funcionales implementados son efectivas en la prevención de lesiones durante la participación deportiva y cuales grupos de deportistas.
Métodos: Se realizaron búsquedas en siete bases de datos electrónicas desde principios de enero del 2012 de estudios que investigaran estrategias de calentamientos neuromusculares y prevención de lesiones. La calidad de cada estudio fue evaluada usando la versión modificada de la escala de van Tulder. Fueron extraídos datos de cada estudio y usados para calcular el riesgo de lesión luego de la aplicación de cada estrategia evaluada
Resultados: Fueron identificados nueve estudios, incluyendo seis estudios randomizados controlados (RCT) y tres ensayos clínicos controlados (CCT). La heterogeneidad de los diseños metodológicos de los estudios impidió la puesta en común de los resultados. Dos estudios investigaron tanto hombre como mujeres, mientras que los siete restantes solo investigaron mujeres. La estadística del Riesgo Relativo (RR) indico que la estrategia preventiva "Los 11+" reduce significativamente el total de las lesiones en miembros inferiores (RR 0.67, intervalo de confianza (CI) 0.54 a 0.84) y las lesiones por sobreuso (RR 0.45, CI 0.28 a 0.71), así como las lesiones de rodilla en jugadores de futbol jóvenes. El "programa preventivo de lesiones de rodilla" (KIPP) reduce significativamente el riesgo de lesiones de miembros inferiores por no-contacto (RR 0.5, CI 0.33 a 0.76) y por sobreuso (RR 0.44, CI 0.22 a 0.86) en jugadoras mujeres jóvenes de futbol y básquet. El programa "Prevención de lesiones y mejora del rendimiento" (PEP) reduce significativamente la incidencia de lesiones de Ligamento Cruzado anterior (LCA) (RR 0.18, CI 0.08 a 0.42). El programa "HarmoKnee" reduce el riesgo de lesiones de rodilla en jugadores adolecentes de futbol (RR 0.22, CI 0.06 a 0.76). El programa de "prevención del dolor de rodilla" (AKP PTP) reduce significativamente la incidencia de dolor anterior de rodilla en reclutas militares (RR 0.27, CI 0.14 a 0.54).
Conclusiones: La implementación de estrategias de entradas en calor o calentamientos neuromusculares efectivos puede

reducir la incidencia de lesiones del miembro inferior en deportistas mujeres, amateurs y jóvenes así como reclutas militares mujeres y varones. Estas estrategias de calentamientos típicamente incluyen, estiramientos, fortalecimiento, ejercicios de estabilidad, driles de agilidad específicos del deporte y técnicas de amortiguación de los saltos, aplicados en forma consistente por periodos mayores a tres meses consecutivos. Con el objetivo de optimizar estas estrategias, los mecanismos por los cuales estas son efectivas requieren mayores evaluaciones.

Palabras Clave: entrenamiento neuromuscular, miembros inferiores, lesiones, prevención

Antecedentes

Históricamente, un de las estrategias de calentamiento que más se ha asociado fuertemente a la prevención de lesiones el estiramiento es el estiramiento (1). Sin embargo, las evidencias actuales sugieren que el estiramiento solo puede no conferir beneficios preventivos (1-5). Más recientemente, grupos de investigación y profesionales de la medicina del deporte, han desarrollado e investigado estrategias de entrenamiento neuromuscular multifactoriales que apuntan a la prevención de lesiones en una gran variedad de deportes y niveles de competencia. La importancia de la prevención de lesiones musculo-esqueléticas se destaca en que más de 22 millones de lesiones deportivas se producen en el Reino Unido cada año (6). Además, sesenta a setenta por ciento de la población del Reino Unido (UK) son considerados físicamente inactivos. La inactividad física produce un costo estimado actual de £8.3 mil millones por año y es más prevalente que la obesidad, el alcohol, el tabaquismo y sus combinaciones (7). Por lo que resulta más importante que nuca, estimular a la población a realizar algún tipo de actividad física (8), y la oficina central de medicina reporto en el 2009 que la actividad física es una “maravillosa medicación” o “cura milagrosa con grandes beneficios potenciales (6). Sin embargo, una consecuencia inevitable del incremento de la actividad física en la población es el incremento de la incidencia de lesiones musculo-esqueléticas. Para reducir la resultante carga personal y económica que esto produce, existe una necesidad de estrategias de prevención de lesiones prácticas, eficientes en el tiempo de aplicación y en el costo de aplicación.

Se hipotetiza que los programas de entrenamiento neuromuscular mejoran la sensación de la posición articular, mejoran la estabilidad articular y desarrollan reflejos articulares protectores, lo que se traduce en la prevención de lesiones en el miembro inferior. Hübscher y col. (9) realizaron recientemente una revisión sistemática de alta calidad sobre los programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones deportivas. Este meta-análisis indico que los programas de intervenciones múltiples pueden reducir las lesiones del miembro inferior, las lesiones agudas de rodilla y tobillo y que los programas de estabilidad podrían reducir las lesiones de tobillo (9). De todas maneras, la practicidad de estos hallazgos puede resultar limitado, debido a la necesidad de muchos individuos, equipos o clubes de comprar equipamientos para llevar a cabo estos programas (por ejemplo tablas inestables) o por los requerimientos de muchos de ellos, de sesiones de entrenamiento aparte de las sesiones normales de prácticas o competiciones. En estos casos, los programas de entrenamiento neuromuscular que no requieren equipamiento adicional o que pueden ser incorporados dentro del calentamiento habitual podrían resultar en soluciones más prácticas. Se han reportado, evaluado y publicado en la literatura una serie de estrategias de calentamientos neuromusculares que podrían encajar en este criterio. Solo dos de dichos programas fueron incluidos por la revisión sistemática de Hübscher y col (9). Por lo tanto, hoy en día, es necesario, realizar una revisión de la literatura relacionada a aquellas estrategias de calentamientos que puedan ser fácilmente incorporadas en las rutinas de calentamientos normales y que no requieran la adquisición de equipamiento adicional, para poder establecer una guía de futuras recomendaciones para la prevención efectiva de lesiones del miembro inferior.

Los objetivos de esta revisión sistemática fueron: (1) Evaluar la eficacia de las estrategias de calentamientos funcionales neuromusculares que requieren equipamiento adicional en la prevención lesiones del miembro inferior en orden de poder guiar la práctica clínica y deportiva; y (2) identificar los elementos comunes de las estrategias exitosas en orden de guiar las futuras investigaciones

METODOS

Estrategias de Búsqueda y Evaluación

Se realizaron búsquedas de artículos en las siguientes bases de datos: Embase, SPORTDiscus, Google Scholar, PubMed, ISI Web of Knowledge, Scirus y PEDro , desde el inicio de las mismas hasta Junio del 2011 y se actualizo en Enero del 2012. Los términos de búsqueda incluyeron (en su traducción original en inglés (movement training OR neuromuscular OR proprioceptive OR proprioception OR plyometric) AND (training OR program OR programme) AND prevent* AND (injury OR injuries). Se incluyeron solo trabajos publicados en inglés (debido al costo de la traducción) y trabajos sobre humanos. La lista de artículos recuperados de esta búsqueda fue chequeada manualmente por estudios potencialmente relevantes.

Criterios de Inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son mostrados en la Tabla 1

Valoración de Calidad

Se utilizó para la evaluación de la calidad metodológica de cada estudio una versión modificada de la escala de van Tulder et al (10) de nueve ítems. Los criterios de la escala de van Tulder et al (10) focalizan en la validez interna de los ensayos clínicos y evidencia reciente sugiere que es confiable y presenta una buena validez de contenido y de diseño (11). Dos revisores independientes (KH y CB) puntuaron cada criterio. Cualquier desacuerdo con la valoración de los criterios metodológicos fueron solucionados por consenso y estaba disponible un tercer revisor (DM) de ser necesario, pero no fue necesario.

Criterios de Inclusión
Aquellos estudios: • Se investigaron las estrategias de calentamiento neuromuscular sin la necesidad de utilizar equipamientos más allá de los fácilmente disponibles en los lugares de entrenamiento o competencia. ✓ Para la prevención de cualquier lesión del miembro inferior (Cadera, muslo, rodilla, pierna, tobillo). ✓ Utilizando entrenamiento funcional. ✓ Pudiendo ser realizado en cualquier lado (Ej. en el campo) ✓ Sin la utilización de dispositivos especiales. ✓ Fácilmente incorporados a la actividad diaria. • Que estén detallados suficientemente para su replicación. • Donde la incidencia de lesiones sea una variable de estudio.
Criterios de Exclusión
Aquellos estudios: • Donde la intervención no sea parte de un programa de calentamiento o entrada en calor. • Que hayan utilizado programas de realización domiciliaria, debido a su mala aceptación y compromiso irregular. • Que hayan utilizado equipamientos (ej., tabla inestable semiesférica) debido al costo y disponibilidad. • Donde la intervención incluyo entrenamiento fuera de las sesiones de entrenamiento habituales del deporte. • Donde los participantes presentaban una lesión crónica o permanente. • Que no hayan utilizado grupo control o grupo de comparación. • Donde no se haya realizado una revisión literaria. • De diseño de estudio de participante único

Tabla 1. *Criterios de selección de los estudios*

Extracción de datos y análisis

Fueron extraídos y tabulados de cada trabajo incluido en esta revisión por uno de los revisores (KH), detalles sobre el diseño del estudio, característica de los participantes, intervenciones, análisis estadístico, resultados y limitaciones del estudio. Adicionalmente, los dos revisores (KH y CB) extrajeron datos relacionados a número de participantes e incidencia de lesiones para los varios tipos de lesiones del miembro inferior repostados. Se utilizó Review Manager versión 5.0 para calcular el riesgos relativos (RR) y sus Intervalos de confianza (IC) al 95% para todas las comparaciones realizadas así como para producir los diagramas para representar estos datos en forma gráfica. El número necesario a tratar (NNT) fue calculado solo para las variables que produjeron RR estadísticamente significativos (esto es, cuando el 95% CI no cruzo 1.0). El análisis de la sensibilidad fue completado para identificar si el uso de equipamiento mejora la prevención de lesiones. Para completar esta revisión, se evaluó la efectividad de 8 estudios que utilizaron equipamiento (5 estudios controlados randomizados (RCTs) (12-16) y tres estudio de cohorte (17-19)), por lo que fueron excluidos en primera instancia, con el mismo procesamiento estadístico.

RESULTADOS

Búsqueda de literatura

Se identificaron 766 en la búsqueda inicial (Figura 1). Fueron excluidos los duplicados. Muchos estudios fueron excluidos porque involucraban el uso de equipamiento adicional no fácilmente disponible en lugares de entrenamiento o competición (Ver Tabla 2). Los títulos y resúmenes relevantes fueron seleccionados en base a los criterios de inclusión, quedando 15 artículos. La aplicación de los criterios de inclusión y exclusión sobre los textos completos dejo nueve artículos y excluyo a seis artículos; de los cuales 5 fue porque la prevención de lesiones no era el resultado primario (20-24) y uno por la falta de grupo control (25).

Calidad Metodológica

La tabla 3 muestra los resultados de la valoración de la calidad metodológica de los 9 artículos incluidos. Los nueve artículos alcanzaron un puntaje mínimo de 5 en la escala indicando que presentaban un calidad razonable (10). Fueron notadas las siguientes debilidades de los artículos: Falla en el segado de los participantes de la intervención (26-33), aleatorización inaceptable, inadecuada o ausente (26, 27, 29), falla en el segado de los investigadores de la intervención (26-28, 30), no intención de análisis de tratamiento (28,30), diferentes valores de grupo en el pre-intervención (30), alto porcentaje de deserción (32) y pobre adherencia (32).

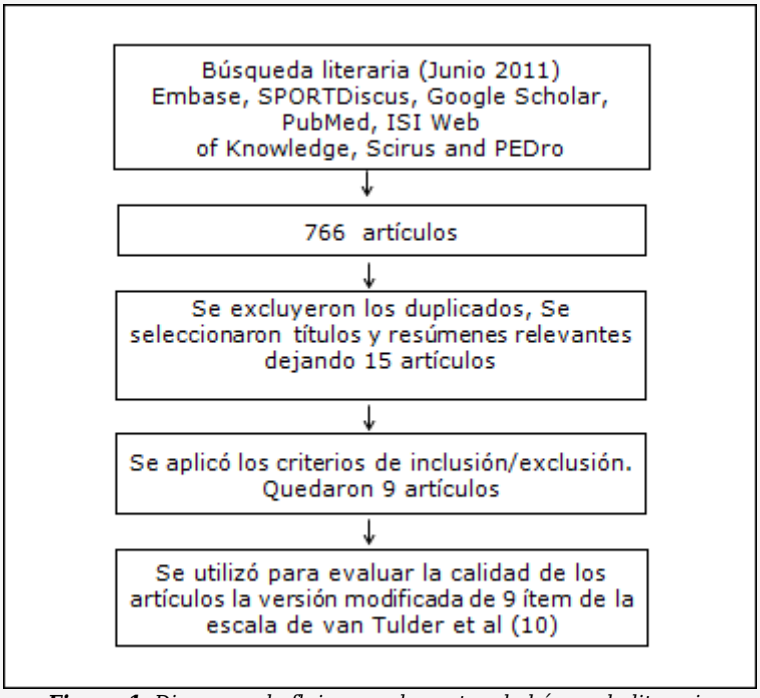


Figura 1. *Diagrama de flujo para demostrar la búsqueda literaria*

Estudios	Razón de la exclusión del estudio
Tropp et al. 1985	Se usó disco inestable para tobillo, y ortesis
Caraffa et al. 1996	Se usó tabla inestable
Bahr et al. 1997	Se usó tabla inestable
Hewett et al. 1999	Se usó tabla inestable semiesférica
Wedderkopp et al. 1999	Se usó disco inestable para tobillo
Heidt et al. 2000	Se implementaron sesiones en Treadmill
Söderman et al. 2000	Se usó tabla inestable semiesférica
Junge et al. 2002	No se detalla suficiente para replicación
Kaminski et al. 2003	La Prevención de lesiones no es la variable principal
Stasinopoulos et al. 2004	Se usó disco inestable, y ortesis
Verhagen et al. 2004	Se usó tabla inestable semiesférica
Olsen et al. 2005	Se usó tabla inestable semiesférica
Garrick et al. 2005	Se usó tabla inestable semiesférica
Peterson et al. 2005	Se usó tabla inestable
Verhagen et al. 2005	La Prevención de lesiones no es la variable principal
McKuine et al. 2006	Se usó tabla inestable semiesférica
Mykleburst et al. 2007	Falta de grupo control, se usó alfombras y tablas inestables
Mohammadi et al. 2007	Se usó Ortesis, pesas para tobillo, bandas elásticas, tabla inestable semiesférica
McHugh et al. 2007	Se usó Almohadilla de estabilidad
Emery et al. 2007	Se usó tabla inestable semiesférica
Pasanen et al. 2008	Se usó tabla inestable semiesférica
Hupperets et al. 2008	Se usó tabla inestable semiesférica
Steffen et al. 2008	La Prevención de lesiones no es la variable principal
Hupperets et al. 2009	Se usó tabla inestable
Kraemer et al. 2009	Se usó tabla inestable
Lim et al. 2009	La Prevención de lesiones no es la variable principal
Eils et al. 2010	Se usó tabla inestable semiesférica
Eisen et al. 2010	La Prevención de lesiones no es la variable principal
Emery et al. 2010	Se usó tabla inestable semiesférica
Parkkari et al. 2011	Se utilizaron barras como parte del enfoque de entrenamiento

Tabla 2. *Razones de exclusión de los estudios*

Descripción de los estudios.

Los detalles de cada estudio estan resumidos en la Tabla 4 incluyendo el diseño del estduio, participante, estrategia de calentameinto neuromusucular evaluada, intervención en el grupo control, y resultados evaluados. Los estudios incluyen un promedio de 1500 particpantes (rango 1020 a 2020). Dos estudios (33,34) investigaron participantes hombres y mujeres, mientras que los restantes siente solo mujeres (26-32). La edad de los participantes estuvo en un rango de entre 13 y 26 años. Cinco estudios evaluarón jugadores de futbol amateur (26,28,29,31,32), dos estudios evaluarón reclutas militares (33,34), un estudio evaluo jugadores de futbol y basquet amateur (30) y un estudio evaluo jugadores de futbol, basquet y voley (27). Tres estudios evaluaron lesiones primarias de LCA (26-28), dos estudios evaluarón riesgo de lesion total en el miembro inferior que incluyo pie, tobillo, pierna, rodilla, musulo, pubis y cadera (31,32). Un estudio evaluo lesiones del miembro inferior que incluyeran la rodilla y el tobillo (30), un estudio evaluo lesiones de rodilla que incluyerán lesiones en ligamentos colaterales, LCA, meniscos y rotula (29), un estudio valoró lesiones generales por sobreuso (34) y uno especificamente dolor anterior de rodilla (AKP, 33). Los estudios inluidos, cuantificarón la incidencia por 1000 hrs de exposición (29, 31, 32), por 1000 atletas expuestos (26-28, 30) y por incidencia acumulada (33,34).

Criterios de calidad metodológica										
Estudio	**Puntaje de calidad**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**
Mandelbaum et al. [1]	5	N	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	N
Pfeiffer et al. [1]	5	N	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	NR
Gilchrist et al. [1]	5	NR	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	N
Kiani et al. [1]	6	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	NR
LaBella et al. [1]	6	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
Soligard et al. [1]	7	NR	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Steffen et al. [1]	7	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
Coppack et al. [1]	8	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Brushøj et al. [1]	9	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

A =método aceptable de randomización, B =asignación del tratamiento oculto, C =valores similares entre grupos en el periodo base, D =asesor cegado, E = sin o similares intervenciones entre grupos, F = adherencia aceptable (≥75%), G = tasa de abandono aceptable (≤30%), H = Tiempo de evaluación de resultados similar en todos los grupos, I = análisis de Intención de tratamiento. Y,si ; N, no; NR,no reportado.

Tabla 3. *Valoración de la calidad metodológica de cada estudio incluido en la revisión*

Estudio	Diseño	Participantes	Programa de calentamiento neuromuscular	Grupo control	Resultados
Mandelbaum et al. [26]	CCT	1041 jugadoras de futbol de entre 14-18 años.	Programa de prevención de lesiones y mejora del rendimiento: Tres ejercicios básicos de calentamiento, 5 ejercicios de estiramientos para el tronco y las extremidades inferiores, tres ejercicios de fortalecimiento, cinco ejercicios pliométricos, tres driles de agilidad específicos para el futbol. Realizado antes de los entrenamientos con una duración de 20 min. Durante 2 años.	Estrategia de entrada en calor habitual	Lesiones de LCA
Pfeiffer et al. [27]	CCT	1439 jugadoras de futbol, básquet y vóley de entre 14-18 años.	Programa de prevención de lesiones ligamentarias de rodilla: cuatro fases progresivas de saltos y amortiguaciones hacia delante y atrás, driles a una y dos piernas, 2 entrenamiento de agilidad y pliométrico para rodilla. Realizado tanto antes como después de las sesiones entrenamiento dos veces a la semana, por 20 min, durante dos temporadas consecutivas.	Estrategia de entrada en calor habitual	Lesiones de LCA
Gilchrist et al. [28]	RCT	1435 jugadoras de futbol promedio de edad 19.9 años	Programa de prevención de lesiones y mejora del rendimiento: Tres ejercicios básicos de calentamiento, 5 ejercicios de estiramientos para el tronco y las extremidades inferiores, tres ejercicios de fortalecimiento, cinco ejercicios pliométricos, tres driles de agilidad específicos para el futbol. Realizado antes de los entrenamientos con una duración de 20 min. Tres veces por semana, por 12 semanas	Estrategia de entrada en calor habitual	Lesiones de rodilla indefinidas y LCA
Kiani et al. [29]	CCT	1506 jugadoras de futbol de entre 13-19 años	Programa "HarmoKnee": Calentamiento, activación muscular, estabilidad, fuerza, estabilidad del core. Realizados 2 veces a la semana en pretemporada (tres meses), una vez a la semana durante la temporada competitiva (seis meses), duración total 20 a 25 minutos	Estrategia de entrada en calor habitual	Todas las nuevas lesiones de rodilla
LaBella et al. [30]	RCT	1,558 jugadoras de futbol y básquet con un promedio de edad 16 años	Programa de prevención de lesiones de rodilla: combinación de ejercicios progresivos de fuerza, estabilidad, pliométricos y agilidad. Durante la temporada por un año, duración tola 20 min. Antes de los entrenamientos de los equipos y una versión abreviada con movimientos dinámicos solo antes de los partidos	Estrategia de entrada en calor habitual	Lesiones de miembro inferior de Comienzo gradual , lesiones agudas por no contacto de miembro inferior, lesiones de LCA por no contacto y esguinces de tobillo
Soligard et al. [31]	RCT	1,982 jugadoras de futbol de entre 13 a 17 años	"Los 11+": 10 ejercicios que incluyen carreras lentas, estiramiento dinámico, contacto controlado, ejercicios de fuerza, estabilidad, saltos, y driles específicos de agilidad para futbol antes de los entrenamientos durante 20 minutos, solo los ejercicios de carrera antes de los partidos, durante 8 meses	Estrategia de entrada en calor habitual	Total de lesiones y total de lesiones por sobreuso de miembro inferiores, pelvis, muslo posterior y anterior, lesiones indefinidas de rodilla, MTSS, y lesiones indefinidas de tobillo
Steffen et al. [32]	RCT	2,020 jugadoras de futbol de entre 13 a 17 años	"Los 11+": 10 ejercicios que incluyen carreras lentas, estiramiento dinámico, contacto controlado, ejercicios de fuerza, estabilidad, saltos, y driles específicos de agilidad para futbol antes de los entrenamientos durante 20 minutos, solo los ejercicios de carrera antes de los partidos, durante 15 sesiones consecutivas de entrenamiento luego una vez a la semana	Estrategia de entrada en calor habitual	Total de lesiones y total de lesiones por sobreuso de miembro inferiores, pelvis, muslo posterior y anterior, lesiones indefinidas de rodilla, lesiones de LCA, y lesiones indefinidas de tobillo
Coppack et al. [33]	RCT	1,502 reclutas militares hombres y mujeres de entre 17 a 25 años	Programa de entrenamiento preventivo para el dolor anterior de rodilla: ejercicios de calentamiento, consistente en 8 ejercicios de fortalecimiento en cadena cinética cerrada 10-14 repeticiones cada uno; el calentamiento también incluye 4 ejercicios de estiramientos, tres repeticiones. Realizado en cada sesión de entrenamiento (promedio=7 veces a la semana), durante 15 min. Por 14 semanas.	Estrategia de entrada en calor habitual (carrera, estiramientos, fortalecimiento)	Dolor anterior de rodilla
Brushøj et al. [34]	RCT	1,020 reclutas militares hombres y mujeres de entre 19 a 26 años	Programa de entrenamiento Preventivo: 5 ejercicios de fortalecimiento, estabilidad, estiramientos, realizados en tres series de 5 a 25 repeticiones. Antes del entrenamiento militar, durante 15 minutos, tres veces a la semana por 12 semanas.	Estrategias para el miembro superior	Total de lesiones y lesiones por sobreuso del miembro inferior , dolor anterior de rodilla, tendinopatia rotuliana ITBFS, MTSS, esguinces de tobillo y tendinopatia aquilea

Tabla 4. *Resumen de los detalles respecto a cada estudio incluido. LCA, ligamento cruzado anterior; AKP, Dolor anterior de rodilla; CCT, ensayo clínico controlado; ITBFS, Síndrome de fricción de la banda iliotibial ; MTSS Síndrome de stress tibial; RCT, ensayo aleatorio controlado.*

Lesiones indefinidas de miembros inferiores.

Se muestran en la Figura 2 los RRs para la efectividad de las estrategias de calentamientos en la prevención de lesiones indefinidas de miembros inferiores. El programa "11+" (31) y el programa "KIPP" (30) encontraron que reducen significativa el riesgo de lesiones totales de miembro inferior (RR 0.67, CI 0.54 a 0.84, NNT 18; y RR 0.50, CI 0.33 a 0.76, NNT 24, respectivamente) y las lesiones por sobreuso de miembro inferior (RR 0.45, CI 0.28 a 0.71,
NNT 31; y RR 0.44, CI 0.22 a 0.86, NNT 49, respectivamente). En forma similar a los estudios sin equipamientos, el análisis de sensibilidad indico una mezcla de resultados entre la efectividad y la no efectividad de los programas de calentamientos que usaron equipamiento adicional.

Lesiones de cadera y muslo.

Ninguna de las estrategias evaluadas fue capaz de producir reducciones significativas de lesiones de cadera y muslo, con los riesgos relativos calculados. (Figura 3). Una fuerte tendencia a reducir las lesiones en el pubis fue indicada para el programa "los 11"(32) (RR 0.39, CI 0.15 a 1.02, NNT 77). En forma similar, el análisis de sensibilidad fallo en identificar cualquier programa de calentamiento con la utilización de equipamiento que sea capaz de reducir el riesgo de lesiones de cadera y muslo.

Lesiones de rodilla

En la figura 4 son mostrados los RRs para la efectividad de las estrategias de calentamientos neuromusculares en reducir lesiones de rodilla El programa "HarmoKnee"(29) y "los 11+"(31) reducen significativamente el riesgo de lesiones de rodilla (RR 0.22, CI 0.06 a 0.76, NNT 72 y RR 0.48, CI 0.32 a 0.72, NNT 28). Adicionalmente la estrategia más efectiva en reducir la lesión de LCA fue el PEP (26) (RR 0.18, CI 0.08 a 0.42, NNT 70). El PEP (28) también fue la estrategia mas efectiva en reducir la recurrencia en aquellos con lesión previa por no contacto de LCA (P = 0.046). El programa AKP PTP (33) fue capaz de reducir la incidencia del dolor anterior de rodilla (RR 0.27, CI 0.14 a 0.54, NNT 28). Igualmente a los estudios sin equipamientos, el análisis de sensibilidad indicó resultados contradictorios en efectividad e inefectividad en la prevención de lesiones de rodilla de los programas que usaron equipamiento adicional

Lesiones de pierna y tobillo

En la figura 5 son mostrados los RRs para la efectividad de las estrategias de calentamientos neuromusculares en reducir lesiones de pierna y tobillo. Se indico un fuerte tendencia a la reducción de lesiones de tobillo por no-contacto para la estrategia preventiva "KIPP" (30) (RR 0.42, CI 0.18 a 1.01, NNT 77). De todas maneras, ninguna de las estrategias de calentamientos neuromusculares evaluadas produjo una reducción significativa de lesiones de la pierna o del tobillo. Contrariamente a esto, 5 de los 8 programas evaluados con el análisis de sensibilidad, que utilizaron equipamientos reducen significativamente el riesgo de lesiones de tobillo. Los equipamientos adicionales usados en los estudios que reportaron éxito incluyeron tablas inestables (13-15,17), bastones (16) y balones medicinales (17).

Estudio o Subgrupo	Programa calentamiento NM Eventos		Controles Eventos	Total	Riesgo relativo H-M, 95%CI
1.1.1 Total					
"KIPP" (La Bella 2011)	32	737	65	755	0.50(0.33-0.76)
"Los 11+" (Soligard 2008)	121	1055	143	837	0.67(0.54-0.84)
"Los 11" (Stefen 2008)	181	1091	173	1001	0.96(0.79-1.16)
"PTP" (Brusoj 2008)	108	507	91	513	1.20(0.93-1.54)
1.1.2 Sobreuso					
"KIPP" (La Bella 2011)	12	737	28	755	0.44(0.22-0.86)
"Los 11+" (Soligard 2008)	27	1055	48	837	0.45(0.28-0.71)

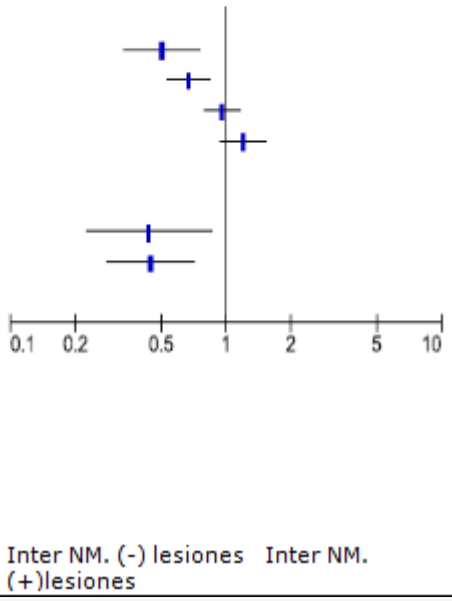


Figura 2. *Grafico que demuestra los riesgos relativos para la efectividad de las intervenciones neuromusculares en prevenir lesiones indefinidas*

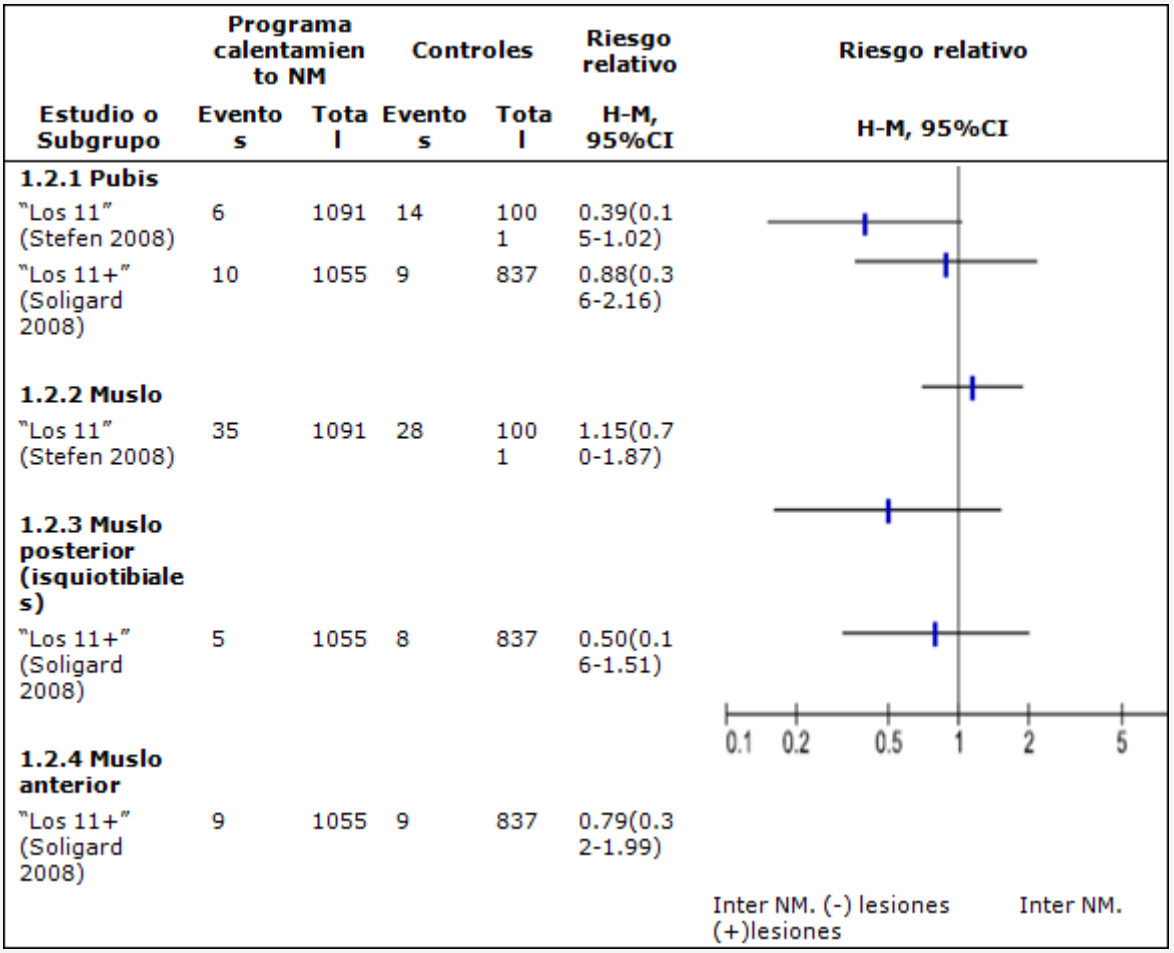


Figura 3. *Gráfico que demuestra los riesgos relativos para la efectividad de las intervenciones neuromusculares en prevenir lesiones de pubis y muslo*

Estudio o Subgrupo	Programa calentamiento NM Eventos	Programa calentamiento NM Total	Controles Eventos	Controles Total	Riesgo relativo H-M, 95%CI
1.3.1 Rodilla (Indefinid)					
"HarmoKnee" (kiani 2010)	3	777	13	729	0.22(0.06 -0.76)
"Los 11+" (Soligard 2008)	35	1055	58	837	0.48(0.32 -0.72)
"KIPP" (La Bella 2011)	6	737	11	755	0.56(0.21 -1.50)
"PEP" (Gilchrist 2008)	40	583	58	852	1.01(0.68 -1.49)
"Los 11" (Stefen 2008)	37	1091	30	1001	1.13(0.70 -1.82)
1.3.2 LCA					
"HarmoKnee" (kiani 2010)	0	777	5	729	0.09(0.00 -1.54)
"PEP" (Mandelbaum 2005)	6	1885	67	3818	0.18(0.08 -0.42)
"KIPP" (La Bella 2011)	2	737	6	755	0.34(0.07 -1.69)
"PEP" (Gilchrist 2008)	7	583	18	852	0.57(0.24 -1.35)
"Los 11" (Stefen 2008)	4	1091	5	1001	0.73(0.20 -2.73)
"KLIPP" (Peiffer 2006)	3	577	3	862	1.49(0.30 -7.38)
1.3.3 LLI					
"HarmoKnee" (kiani 2010)	0	777	1	729	0.31(0.01 -7.67)
1.3.4 LLE					
"HarmoKnee" (kiani 2010)	0	777	2	729	0.19(0.01 -3.90)
1.3.5 Meniscos medial					
"HarmoKnee" (kiani 2010)	0	777	3	729	0.13(0.01 -2.59)
1.3.6 Dolor Anterior de Rodilla					
AKP PTP (Coppack 2011)	10	759	36	743	0.27(0.14 -0.54)
"PTP" (Brusoj 2008)	27	507	23	513	1.19(0.69 -2.04)
1.3.7 Luxación rotuliana					
"HarmoKnee" (kiani 2010)	1	777	3	729	0.31(0.03 -3.00)
1.3.8 Tendinopatia Rotuliana					
"PTP" (Brusoj 2008)	5	507	3	513	1.69(0.41 -7.02)
1.3.9 ITBFS					
"PTP" (Brusoj 2008)	5	507	4	513	1.26(0.34 -4.68)

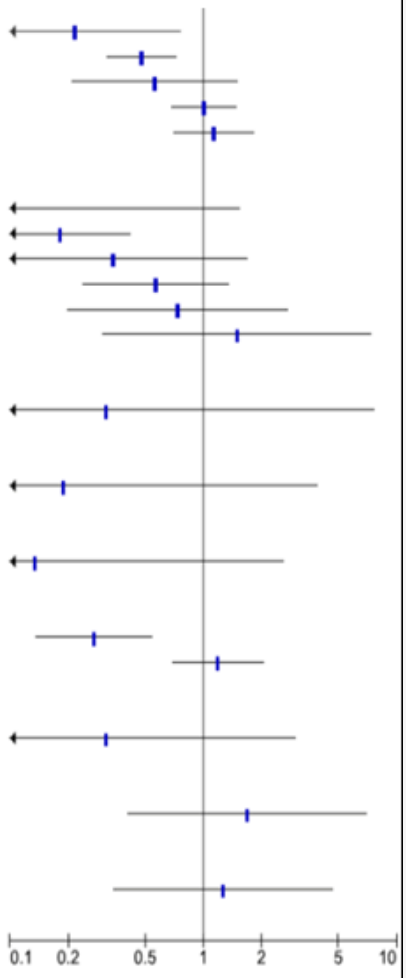


Figura 4. *Gráfico que demuestra los riesgos relativos para la efectividad de las intervenciones neuromusculares en prevenir lesiones de Rodilla. LCA=Ligamento cruzado anterior, LLI=Ligamento lateral interno; LLE=Ligamento lateral externo; ITBFS=Síndrome de ficción de la Banda Iliotibial.*

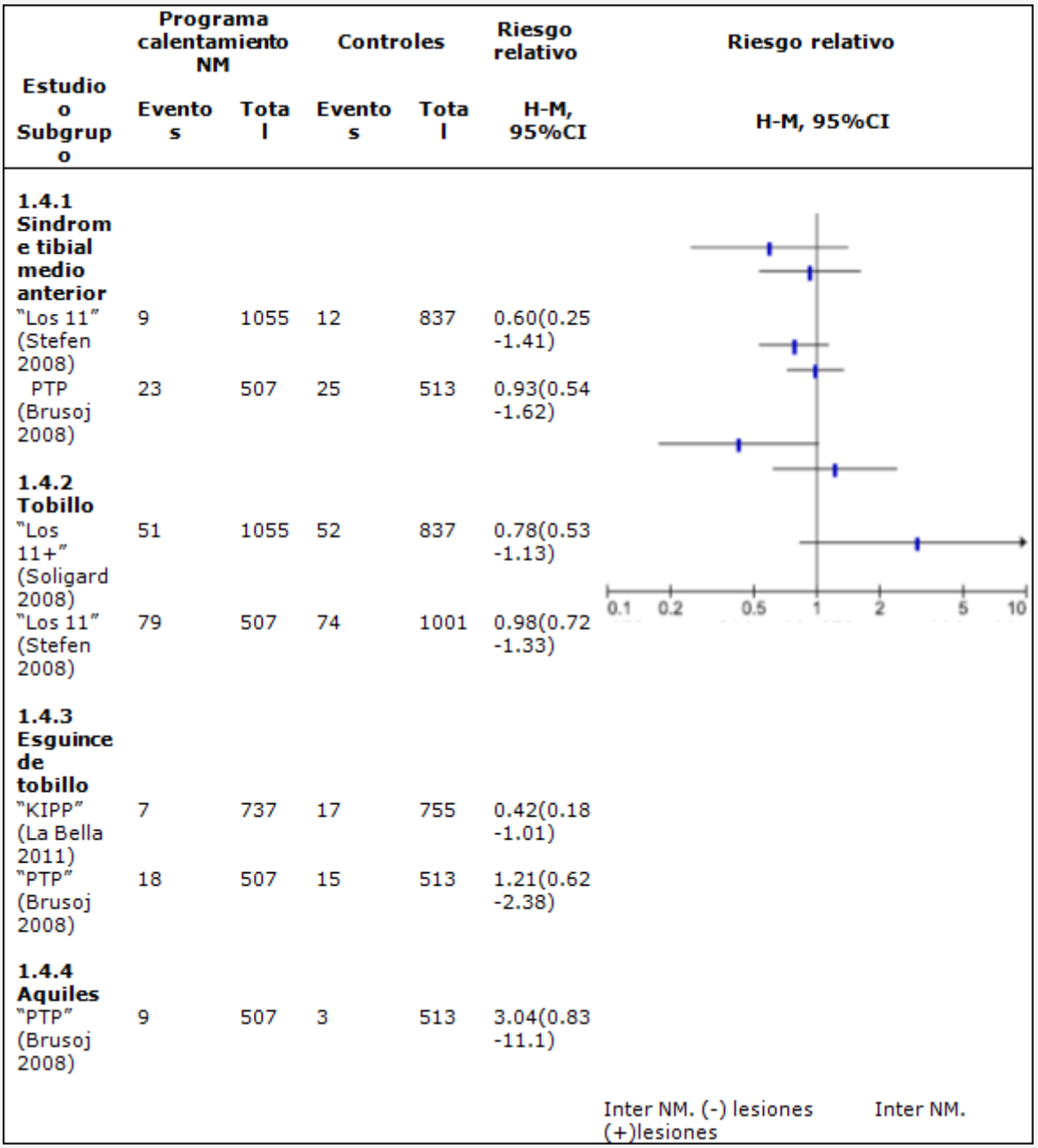


Figura 5. *Gráfico que demuestra los riesgos relativos para la efectividad de las intervenciones neuromusculares en prevenir lesiones de pierna y tobillo.*

DISCUSION

Esta revisión sistemática investigo la efectividad de las estrategias de entradas en calor neuromuscular en la prevención de lesiones. Basada en la información disponible, un número de estrategias parecen ser efectivas en prevenir lesiones del miembro inferior. Específicamente, la estrategia "los 11+"(31), podría reducir lesiones en general y por sobreuso de

miembro inferior en futbolistas mujeres jóvenes, La estrategia “KIPP” (30) podría reducir lesiones de miembro inferiores en general y por sobreuso en jugadoras de vóley y básquet femeninos jóvenes, la estrategia PEP (26,28) puede reducir lesiones de LCA en jugadoras jóvenes de futbol, y la estrategia AKP PTP (33) puede reducir la incidencia del dolor anterior de rodilla por sobreuso en reclutas militares masculinos y femeninos.

Análisis del estudio

El criterio de evaluación de la calidad revelo que los estudios tuvieron varias debilidades metodológicas que afectaron su validez interna. En primer lugar, los tamaños de las muestras fueron demasiado bajos para evaluar lesiones específicas en la mayoría de los estudios (por ejemplo, esguinces de tobillo). Si el objetivo es evaluar la efectividad de programas de calentamientos neuromusculares sobre lesiones especificas, es recomendable realizar el cálculo del tamaño de la muestra antes de comenzar con el reclutamiento de grandes muestras. Además, estudios futuros debería asegurar el cegamiento de los evaluadores, ocultamiento de la asignación al tratamiento, análisis de intención de tratar y más adecuados procedimientos de randomización para reducir el impacto de temas relacionados a la validez interna. La validez externa fue también limitada, en particular en la aplicabilidad de los hallazgos sobre otros grupos de edad que no sean de entre 13 y 26 años.

Existe también una necesidad de determinar los mecanismos de efectividad de las estrategias de calentamientos neuromusculares y determinar si la reducción de las lesiones es el resultado de cada uno de los componentes individuales del programa o de la combinación de los ejercicios. NO se identificaron estudios que hayan comparado 2 componentes diferentes de las estrategias de calentamientos o la combinación de ellas, y en general, los programas apuntaron a una variedad de factores de riesgo asociados con una variedad de lesiones específicas. Incluir estos tópicos en futuras investigaciones, permitirá poner énfasis en componentes efectivos de intervenciones sobre lesiones específicas y facilitará el desarrollo de estrategias de calentamientos neuromusculares más efectivas para la prevención de lesiones, en especial a lo que se refiere a las lesiones especificas del miembro inferior.

Existe una limitada homogeneidad entre las estrategias preventivas y los métodos de recolección de la incidencia de lesiones, lo que hace inapropiado la puesta en común de los datos para un meta-análisis. La incidencia de lesiones fue reportada por recuperadores deportivos certificados (29, 34), entrenadores (26, 27,30-32), autores (29,34) y los propios participantes mediante auto-reportes (33). Esto puede haber conducido a diferencias en el reporte de la incidencia dc lesiones debido al entendimiento medico individual sobre una lesión. Por ejemplo, los participantes quienes reportaron sus lesiones mediante auto-reportes, podrían ser menos propensos quejarse de una lesión , probablemente por la falta de seguro médico, comparado con los datos reportados por un autor, quienes por cierto, es un consultor ortopédico. La duración de las estrategias de prevención fue de 12 semanas (27, 28,34), 14 semanas (33), 8 meses (31,32), 9 meses (29), y más (30) y 2 años (26). Actualmente, esta poco claro como esa diferencia puede haber impactado en los resultados. Futuras investigaciones son necesarias para determinar el mínimo periodo de participación necesario para proveer protección de la lesión. Las estrategias preventivas no fueron realizadas antes de cada sesión en los estudios de Steffen y col. (32), Gilchrist y col (28), LaBella y cols (30), Kiani y cols. (29) and Brushøj y cols. (29). Esto potencialmente permitió que otras estrategias de calentamientos usadas confundan cualquier beneficio del entrenamiento neuromuscular.

Efectos adversos solo fueron encontrados en 4 estudios (26, 28, 31,33) y podrían ser reportados más frecuentemente en futuros estudios. Los mencionados incluyen dolor muscular en la introducción de la estrategia (26), una lesión menor de isquiotibiales (31) y una fractura de tibia y peroné al caer sobre una pelota mientras saltaba sobre ella en la realización de la estrategia preventiva (28). Es importante para los estudios que se avise a los participantes sobre los efectos adversos que estas estrategias, que son seguras así como efectivas, puedan tener.

Incidencia Total de lesiones del miembro inferior

Fue evaluada en estudios incluidos en esta revisión, la efectividad de tres de las estrategias de calentamientos en prevenir el número total de lesiones de miembro inferior. De estas, solo “Los 11+” (31) y el programa “KIPP” (30) fueron encontradas como efectivas, tanto en la reducción del riesgo de lesiones no definidas del miembro inferior en total como en lesiones por sobreuso del miembro inferior. Las dos estrategias que fueron encontradas inefectivas fueron “Los 11”(32) y el programa PTP (34). En el caso de la falta de efectividad podría ser explicada por la baja adherencia hacia el programa. “Los 11”(32) fue usada solo en el 52% de las sesiones de entrenamiento, y más probablemente debido a una interrupción de 7 semanas en el estudio, correspondiente al descanso de verano. El entrenamiento puede haber tenido un efecto acumulativo que se perdió en el desentrenamiento sucedido en este periodo de descanso y además los equipos que usaron esta estrategia luego del descanso de verano cayo de 66% a 44%. Los autores concluyeron que es necesaria una mejor adherencia al programa para lograr un efecto de entrenamiento suficiente que pueda reducir lesiones.

El programa PTP (34) puede haber sido inefectivo en reducir lesiones de miembro inferior en reclutas militares debido al súbito incremento de la intensidad del entrenamiento que fueron sometidos los participantes, al bajo estado de

entrenamiento de los participantes y a la falta de supervici9ón del entrenamiento de los soldados. Además, esta estrategia fue de corta duración (12 semanas) y utilizo ejercicios de menor demanda técnica (no incluyendo calentamiento, ejercicios de agilidad o pliométricos .

Lesiones de cadera y muslo.

Las lesiones de cadera y muslo fueron recolectadas durante la evaluación de 2 estrategias de calentamiento neuromuscular, "Los 11+"(31) y "Los 11" (32). Ninguna de las estrategias redujo significativamente las tasas de lesiones de cadera y muslo, muy probablemente porque no fueron diseñadas para hacer eso. A pesar de esto, el programa "Los 11"(32) mostro una tendencia fuerte hacia la reducción del riesgo de lesiones de pubis. Esto podría haber sido un hallazgo significativo si se hubiesen reclutado más participantes en este estudio. Además del poder del estudio, los componentes de la estrategia podrían no haber sido adecuadas para generar protección contra lesiones de cadera y muslo. Una reciente revisión sobre la prevención de lesiones de isquiotibiales demostró que los ejercicios de calentamientos isométricos, flexibilidad del isquiotibial y entrenamiento de la fuerza concéntrica y excéntrica podrían ser protectores contra las lesiones de isquiotibiales (35). Además, el fortalecimiento del núcleo es un factor reconocido en la reducción del riesgo de lesiones. La evidencia sugiere que la debilidad de los músculos del núcleo puede incrementar el riesgo de lesiones de pubis (36). Ambos programas, "Los 11+" (31) y "Los 11" (32) incorporaron la caída nórdica para el fortalecimiento de los isquiotibiales y ejercicios de puentes para la estabilidad del núcleo. De todas maneras, el número de repeticiones o la frecuencia de estos ejercicios podrían haber sido inadecuados para reducir la tasa de lesiones.

Lesiones de rodilla

La tasa de lesiones de rodilla fue reportada en todos los casos, en los 9 estudios, dentro de las cuales en 6 de estos estudios se recolecto la tasa de lesiones de LCA. Basados en los datos disponibles, 4 estrategias de calentamiento neuromuscular fueron encontradas efectivas en la prevención de lesiones de rodilla. Estos incluyen estudios individuales, mostrando que los programas "Los 11+" (31) y "HarmoKnee" (29) reducen el riesgo de lesiones indefinidas de rodilla, el programa "PEP" reduce significativamente el riesgo de lesiones de LCA (26) y su recurrencia (28) y el programa "AKP PTP" (33) reduce el riesgo de desarrollo de dolor anterior de rodilla. El éxito del programa "AKP PTP" (33) podría estar relacionado con la estrategia de frecuencia utilizada que fue en promedio de 7 veces a la semana, totalizando 105 minutos por semana, la mayor frecuencia obtenida comparada con los otros estudios. En comparación, el programa "PTP" (34) no demostró reducciones en el dolor anterior de rodilla, y este fue usado solo tres veces a la semana totalizado 45 minutos por semana.

A pesar de que se e investigo la misma estrategia de calentamiento (es decir la estrategia "PEP"), Mandelbaun y col (26) demostraron una reducción altamente significante de lesiones LCA mientras que Gilchrist y col (28) solo encontró una tendencia hacia la reducción del riesgo; una reducción significativa de lesiones de LCA en entrenamientos, pero el riesgo total se mantuvo sin cambios. Las razones de esto, probablemente sea resultado de los diseños de los estudios y la metodología utilizada. El estudio realizado por Mandelbaun y col (26) fue un CCT con sus limitaciones metodológicas inherentes, mientras que Gilchrist y col (28) realizaron un RCT proporcionando evidencias "Gold estándar". En el estudio de Mandelbaun y col (26) no fue cegado ni randomizado lo que introduce un sesgo potencial de tema y asignación de los sujetos, respectivamente. Además los autores en el estudio de Mandelbaun y col (26) informaron a los clubes del grupo de intervención que estarían recibiendo una estrategia para reducir las lesiones y mejorar el rendimiento. Por lo tanto, los participantes y entrenadores en este estudio no fueron cegados, estando probablemente siendo influenciados por un sesgo de motivación. De los estudios restantes, un estudio informo a los participantes sobre el propósito de la intervención pero no revelo en cual grupo habían sido aleatoriamente asignados (27), mientras que los otros informaron a los sujetos el propósito de la estrategia, en manera similar a Mandelbaun y col (26, 28-34).

Los programas PTP (34), y KLIPP (27) no comunicaron ninguna protección significativa contra las lesiones de rodilla. Como se discutió previamente, esto podría estar relacionado con la falta de información, el incremento súbito del entrenamiento y unos ejercicios menos exigentes utilizados por el programa PTP (34). Además, los componentes de esta estrategia no incluyeron ninguna actividad de carrera o ejercicios de agilidad, lo que completa un calentamiento general, y han sido incluidos en estrategias exitosas como "los 11+"(31). El programa KLIPP (27) incorporó dichos ejercicios pero su estudio tuvo limitaciones metodológicas inherentes. Esta estrategia tuvo la menor frecuencia de aplicación (2 veces por semana) y esto podría explicar en parte su falta de efectividad. Las estrategias más exitosas ("Los 11+" [31], PEP [26,28] KIPP [30] y AKP PTP [33]) fueron realizados en cada sesión de entrenamiento o partido sugiriendo que la efectividad de los calentamientos neuromusculares podría depender de una relación de dosis-respuesta.

El programa "HarmoKnee" (29) redujo significativamente el riesgo de lesiones de rodilla. De todas maneras, los hallazgos no indican una reducción significativa del riesgo de lesiones específicas incluyendo LCA, LLI, LLE o lesiones de menisco interno, a pesar de que el número de lesiones en el grupo de intervención fue cero para cada una de ellas. Esto es debido a un muy bajo número de lesiones identificadas en el grupo control, con un número por debajo de cinco o menos para cada

una de dichas lesiones específicas y NNT en un rango de entre 146 (lesiones de LCA) a 729 (lesiones de menisco interno). Hasta que estudios con muestras más grandes sean completados evaluando el programa "HarmoKnee" (29), estos resultados deberían ser interpretados con precaución. Considerando el alto costo asociado a las cirugías y rehabilitación luego de lesiones como la del LCA, estas tasas reducidas pueden ser todavía clínicamente significativas.

Lesiones de pierna y tobillo.

Fue evaluada la efectividad de cuatro estrategias de calentamiento neuromuscular que no requirieron equipamiento adicional en la prevención de lesiones de pierna y tobillo incluidas en esta revisión. Basado en los resultados, ningún programa de calentamiento neuromuscular fue capaz de reducir el riesgo de lesiones de pierna significativamente. De todas maneras, podría considerarse que el programa KIPP (30) indico una fuerte tendencia hacia la reducción de la incidencia de esguince de tobillo con un NNT de 77. Las razones para la prevención del esguince de tobillo en la estrategia KIPP (30) más que en la estrategia PTP (34) podría deberse a la inclusión de un programa de calentamiento más global que tomo más tiempo para su realización e incluyo menos repeticiones de muchos más elementos tales como ejercicios dinámicos de estabilidad. Además , el estudio de Brushøj y col (34) que evaluó el programa PTP tuvo debilidades metodológicas fundamentales como se mencionó antes. Ninguna otra estrategia reporto reducciones significativas en lesiones de la pierna o tobillo. Los resultados mostrados en el programa "Los 11+" (31) presentan una tendencia hacia la reducción del riesgo de MTSS y lesiones indefinidas de tobillo, de todas maneras, estos no fueron suficientemente convincentes para concluir su efectividad en la prevención de lesiones.

Una revisión sistemática previa que comparto trabajo de estabilidad (utilizando tablas inestables) y ejercicios neuromusculares (sin la utilización de tablas inestables) revelo que el esguince de tobillo fue reducido en un 36% y 50% respectivamente (17). Adicionalmente, el análisis de sensibilidad completado por esta revisión indico que la inclusión de equipamientos, en particular tablas inestables, a la entrada en calor neuromuscular podría ser efectiva en la reducción de lesiones de tobillo. Esta provee evidencia que las estrategias neuromusculares pueden reducir las lesiones de tobillo. De todas maneras, la practicidad de este programa puede ser cuestionable debido a la necesidad de la adquisición de equipamiento adicional, requiriendo fondos, mantenimiento y almacenamiento adecuados. Por lo tanto muchos clubes deportivos e individuos, particularmente en ambientes amateurs donde la mayor participación deportiva ocurre, podrían considerar que la implementación de dicho programa no vale el esfuerzo. De hecho, esta es la razón de estudio de nuestra revisión, donde se excluyó aquellos trabajos donde la utilización de equipamiento adicional era requerida. Es necesario diseñar y evaluar programas de calentamiento con foco en la estabilidad dinámica y el fortalecimiento sin la necesidad de equipamiento tal como las tablas inestables, para generar un impacto en la prevención de lesiones de tobillo y en mayor medida dentro de toda la participación deportiva. De ser exitosos estos programas, se podría proveer una alternativa más práctica y de bajo costo que el usos de tablas inestables para la prevención de tobillo. Algunos ejemplos podrían incluir, ejercicios de estabilidad a una pierna que incluyan lanzamientos de una pelota entre compañeros, la resistencia de empujones por parte de un compañero, saltos a una pierna, ejercicios de sentadillas incluyendo talones elevados y sentadillas a una pierna.

Recomendaciones

De acuerdo con la presente revisión sistemática, varias estrategias de calentamiento neuromuscular, que no requieren de equipamientos adicionales no disponibles usualmente en los espacios de entrenamiento o competición, son efectivas en diversos grados en la prevención de lesiones de miembro inferior. Sin embargo, en algunas de estas estrategias, una gran cantidad de participantes deberían realizarla antes de que una lesión sea prevenida. Este es el caso del programa "PEP" (26 que requiere la participación mínima de 70 participantes para prevenir una lesión. Los programas "Los 11+" (31), "KIPP" (30) y "AKP PTP" (33) proveen valores de NNT más razonables, requiriendo menos de 35 participantes para prevenir una lesión. De dichas estrategias, el programa "KIPP" (30) y "Los 11+" (31) previene las mayor cantidad de lesiones generales de miembro inferior, con NNTs de entre 18 y 24, respectivamente.

De manera relevante, esta revisión sistemática aclara varias áreas que podrían significar en una mayor prevención de lesiones cuando se aplican estrategias de calentamientos neuromusculares. Estas incluyen: [1] la incorporación de estiramientos, fortalecimiento y ejercicios de estabilidad, driles de agilidad específicos del deporte y técnicas de amortiguación de los saltos; [2] completar la estrategia por un tiempo mayor a tres meses consecutivos; [3] realizar la estrategia en todas las sesiones de entrenamiento. Agregando a estos programas específicos, evaluaciones complementarias sobre el programa "Los 11+" han aclarado la importancia de la adherencia, existiendo una relación entre una mayor adherencia al programa y una mayor reducción del riego de lesiones en el miembro inferior (37).

Direcciones para Futuras Investigaciones

Estudios complementarios son necesarios para determinar si los programas "Los 11+"(31), "KIPP"(30, "HarmoKnee" (29, "AKP PTP" (33) y "PEP"(26,28) son también efectivos en varones, otros grupos de edades, y otros deportes, como los

fueron en los grupos incorporados en esta revisión, que fueron mayormente mujeres, y deportes como futbol, básquet, vóley así como reclutas militares. Es importante determinar si los programas de prevención de lesiones podrían ser también efectivos, si se les enseña a deportistas mayores que podrían tener patrones de movimientos deficientes ya arraigados. Además, los profesionales de la salud están promoviendo la participación deportiva de individuos de mediana edad y por lo tanto se necesitan investigaciones que incluyan individuos mayores que tienen mayores riesgos de sufrir lesiones debido al cambio de nivel de actividad. Sería también beneficioso ver si los programas "Los 11+"(31), "KIPP"(30, "HarmoKnee" (29), "AKP PTP" (33) y "PEP"(26,28) podrían combinarse en forma exitosa para lograr la recomendación de una única estrategia preventiva efectiva. Finalmente necesitamos conocer más sobre los mecanismos por los cuales los programas de calentamiento neuromusculares parecen ser efectivos en la prevención de lesiones, con el objetivo de optimizar dichas estrategias.

Conclusión

La actual revisación sistemática identifico 5 estrategias prácticas de entradas en calor neuromusculares que no requieren equipamiento adicional y que pueden efectivamente reducir el riesgo de lesiones en los miembros inferiores. Específicamente, "Los 11+"(31) reduce el total de lesiones y las lesiones por sobreuso de miembro inferior y rodilla en jugadoras jóvenes amateurs de futbol, el programa "KIPP" reduce las lesiones por no contacto totales y por sobreuso en jugadoras juveniles de básquet y futbol, el programa "HarmoKnee" (29) reduce el riesgo de lesiones de rodilla, la estrategia "PEP" reduce el riesgo de lesiones de LCA en jugadoras jóvenes amateurs de futbol, y el programa "AKP PTP" reduce el riesgo de dolor anterior de rodilla en reclutas militares varones y mujeres. Es necesario en la actualidad, mayores investigaciones que evalúen la efectividad de estas estrategias en más variadas poblaciones, particularmente varones e individuos mayores. Para proveer un potencial mayor en la reducción de las tasa de lesiones de miembro inferior, se recomienda que las estrategias de calentamientos neuromusculares incluyan, estiramientos, fortalecimiento y ejercicios de estabilidad, driles de agilidad específicos del deporte y técnicas de amortiguación de los saltos, y que se realice por una duración mayor a tres meses consecutivos en todas la sesiones de entrenamiento. La identificación de cual componentes de estas estrategias de calentamientos neuromusculares son más benéficas y los mecanismos detrás de esta efectividad, es necesaria para mayores reducciones del riesgo de lesiones de miembro inferior.

Contribución de los autores

KH y CB fueron los principales iniciadores del estudio mientras que todos los autores hicieron contribuciones substanciales en el análisis de los datos y su interpretación. Todos los autores estuvieron involucrados en la selección y revisión del manuscrito y aprobaron la penúltima versión. La versión final fue aprobada y presentadas por DM.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tuvieron ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Shehab R, Mirabelli M, Gorenflo D, Fetters MD (2006). Pre-exercise stretching and sports related injuries: knowledge, attitudes and practices. *Clin J Sport Med, 16:228-231*
2. Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L (2004). Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Med, 34:443-449*
3. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc, 36:371-378*
4. Andersen JC (2005). Stretching before and after exercise: effect on muscle soreness and injury risk. *J Athl Train, 40:218-220*
5. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc, 32:271-277*
6. Barclays survey reveals sports injury rate in the UK [http://www.personal.barclays.co.uk/BRC1/jsp/brccontrol?task=popup1group&value=11147&target=_blank&site=pf].
7. Chief Medical Officer (2010). 2009: Annual Report of the Chief Medical Officer. *London: Department of Health*
8. James PT, Rigby N, Leach R (2004). The obesity epidemic, metabolic syndrome and future prevention strategies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil, 11:3-8*
9. Hübscher M, Zech A, Pfeifer K (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc, 42:413-421*
10. van Tulder M, Furlan A, Bombardier C, Bouter L (2003). Editorial Board of the Cochrane Collaboration Back Review Group. Updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane collaboration back review group. *Spine, 28:1290-1299*
11. Olivo SA, Macedo LG, Gadotti IC, Fuentes J, Stanton T, Magee DJ (2008). Scales to assess the quality of randomized controlled trials: a systematic review. *Phys Ther, 88:156-175*

12. Olsen OE, Mykelbust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomized controlled trial. *BMJ, 330:449-452*
13. Emery CA, Rose MS, McAllister JR, Meeuwisse WH (2007). A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: a cluster randomized controlled trial. *Clin J Sport Med, 17:17-24*
14. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Hiilloskorpi H, Mäkinen T, Järvinen M, Kannus P (2008). Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *BMJ, 337: a295*
15. Emery CA, Meeuwisse WH (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a clusterrandomised controlled trial. *Br J Sports Med, 44:555-562*
16. Parkkari J, Taanila H, Suni J, Mattila VM, Ohrankämmen O, Vuorinen P, Kannus P, Pihlajamäki H (2011). Neuromuscular training with injury prevention counselling to decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomized study. *BMC Med, 9:35*
17. Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K (1999). Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports, 9:41-47*
18. Heidt RS, Sweeterman LM, Carlonas RL, Traub JA, Tekulve FX (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am J Sports Med, 28:659-662*
19. McHugh MP, Tyler TF, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ (2000). The effectiveness of a balance training intervention in reducing the incidence of noncontact ankle sprains in high school football players. *Am J Sports Med, 35:1289-1294*
20. Verhagen EA, van Tulder M, van der Beek AJ, Bouter L, van Mechelen W (2005). An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. *Br J Sports Med, 39:111-115*
21. Steffen K, Bakka HM, Myklebust G, Bahr R (2008). Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players. *Scand J Med Sci Sports, 18:596-604*
22. Eisen TC, Danoff JV, Leone JE, Miller TA (2010). The effects of multiaxial and uniaxial unstable surface balance training in college athletes. *J Strength Cond Res, 24:1740-1745*
23. Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH (2009). Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med, 7:1728-1734*
24. Kaminski TW, Buckley BD, Powers ME, Hubbard T, Ortiz C, Mattacola C (2003). Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Br J Sports Med, 37:410-415*
25. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med, 13:71-78*
26. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, Kirkendall DT, Garrett W (2005). Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med, 33:1003-1010*
27. Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, Bond L (2006). Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am, 88:1769-74*
28. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, Watanabe DS, Randall WD, Dvorak J (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med, 36:1476-83*
29. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeborg R, Michaélsson K, Byberg L (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Intern Med, 170:43-9*
30. LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim KY, Peng J, Christoffel KK (2011). Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med, 165:1033-40*
31. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, Junge A, Dvorak J, Bahr R, Anderson TE (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomized controlled trial. *BMJ, 337:a2469*
32. Steffen K, Myklebust G, Olsen OE, Holme I, Bahr R (2008). Preventing injuries in female youth football–a cluster-randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports, 18:605-14*
33. Coppack RJ, Etherington J, Wills AK (2011). The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med, 39:940-8*
34. Brushøj C, Larsen K, Albrecht-Beste E, Nielsen MB, Løye F, Hölmich P (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. *Am J Sports Med, 36:663-670*
35. Petersen J, Holmich P (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med, 39:319-323*
36. Maffey L, Emery C (2007). What are the Risk Factors for Groin Strain Injury in Sport?: A Systematic Review of the Literature. *Sports Medicine, 37:881-894*
37. Soligard T, Nilstad A, Steffen K, Myklebust G, Holme I, Dvorak J, Bahr R, Andersen TE (2010). Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *Br J Sports Med, 44:787-93*

Cita Original

Herman et al.: The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. BMC Medicine 2012 10:75.