

Article

Programa de Prevención de Lesiones Específico del Deporte versus General en Deportistas: Una Revisión Sistemática del Efecto sobre los Índices de Lesiones

General Versus Sports-Specific Injury Prevention Programs in Athletes: A Systematic Review on the Effect on Injury Rates

Hendrik Mugele, Ashley Plummer, Kathrin Steffen, Josefine Stoll, Frank Mayer y Juliane Müller

RESUMEN

Introducción

Anualmente, en Alemania se registran 2 millones de lesiones relacionadas con el deporte, de las cuales los deportistas contribuyen en gran medida. Se ha comprobado que los programas de prevención de lesiones deportivas diseñados para disminuir las lesiones agudas y por sobreuso en deportistas son efectivos. Sin embargo, los componentes de los programas, generales o específicos del deporte, que llevaron a estos efectos positivos son inciertos. A pesar de no saber sobre la superioridad de los programas de prevención de lesiones específicos para cada deporte, tanto los entrenadores como los deportistas prefieren programas de ejercicio más especializados que generales. Por lo tanto, esta revisión sistemática procuró presentar las pruebas disponibles sobre cómo los programas de prevención generales y específicos de los deportes afectan los índices de lesiones en los deportistas.

Métodos

Se hicieron búsquedas electrónicas en PubMed y Web of Science durante abril de 2018. Los criterios de inclusión fueron las fechas de publicación desde enero de 2006 a diciembre de 2017, los deportistas (11 a 45 años), los programas de prevención de lesiones basados en el ejercicio y la incidencia de lesiones. La calidad metodológica se evaluó con las herramientas de evaluación de la Colaboración Cochrane.

Resultados

De los 6.619 hallazgos iniciales, 15 estudios cumplieron los criterios de inclusión. Además, se agregaron 13 estudios de listas de referencias y fuentes externas, lo que hace un total de 28 estudios. De los cuales, uno utilizó estrategias de prevención específicas para cada deporte, siete generales y 20 mixtas. Veinticuatro estudios revelaron una reducción de los índices de lesiones. De los cuatro programas ineficaces, uno era general y tres mixtos.

Conclusión

Los programas generales y mixtos afectan positivamente los índices de lesiones. Los programas específicos del deporte no son investigados y a pesar de la amplia discusión sobre la definición, no se llegó a un consenso. La definición de dicha terminología y la investigación de la verdadera eficacia de tales IPPs es una vía potencial para la investigación futura.

ABSTRACT

Introduction: Annually, 2 million sports-related injuries are reported in Germany of which athletes contribute to a large proportion. Multiple sport injury prevention programs designed to decrease acute and overuse injuries in athletes have been proven effective. Yet, the programs' components, general or sports-specific, that led to these positive effects are uncertain. Despite not knowing about the superiority of sports-specific injury prevention programs, coaches and athletes alike prefer more specialized rather than generalized exercise programs. Therefore, this systematic review aimed to present the available evidence on how general and sports-specific prevention programs affect injury rates in athletes. **Methods:** PubMed and Web of Science were electronically searched throughout April 2018. The inclusion criteria were publication dates Jan 2006-Dec 2017, athletes (11-45 years), exercise-based injury prevention programs and injury incidence. The methodological quality was assessed with the Cochrane Collaboration assessment tools. **Results:** Of the initial 6619 findings, 15 studies met the inclusion criteria. In addition, 13 studies were added from reference lists and external sources making a total of 28 studies. Of which, one used sports-specific, seven general and 20 mixed prevention strategies. Twenty-four studies revealed reduced injury rates. Of the four ineffective programs, one was general and three mixed. **Conclusion:** The general and mixed programs positively affect injury rates. Sports-specific programs are uninvestigated and despite wide discussion regarding the definition, no consensus was reached. Defining such terminology and investigating the true effectiveness of such IPPs is a potential avenue for future research.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades preventivas de la actividad física frente a numerosas enfermedades y factores de riesgo relacionados con la salud están bien documentadas [1,2]. Sin embargo, el sufrimiento personal, las consecuencias perjudiciales y los altos costos hacen que las lesiones relacionadas con el deporte sean un efecto secundario desagradable de la participación [3]. Las lesiones deportivas representan el segundo tipo de accidente más común en Alemania con 2 millones de casos informados al año, es decir, el 6% de todas las personas que participan en deportes [4]. Los deportes de equipo populares, como el fútbol, el handball, el voleibol y el baloncesto, contribuyen a casi dos tercios de todas las lesiones deportivas en Alemania [5], con tendencias similares observadas a escala mundial [3,6,7]. Dentro del deporte de competición, las lesiones más frecuentes son distensiones ligamentarias [3,5,6,6,8,9] y musculares [7,8] en las extremidades inferiores, con o sin contacto con el jugador [5,6,8,9]. Con estos problemas altamente evidentes, la comprensión y el manejo del riesgo de lesiones se están volviendo más necesarios [10] y se está abordando mediante el uso de programas de prevención de lesiones (IPP).

El modelo de cuatro pasos [11] de Van Mechelen para el diseño de un IPP teoriza que las tasas de incidencia y los mecanismos de lesión deben conocerse de antemano. Una vez logrado, se recomienda reevaluar la incidencia para evaluar la eficacia del programa de prevención de riesgo de lesiones. Con este conocimiento, se puede incorporar el programa de prevención más apropiado que resulte en la reducción del riesgo entre los grupos de alto riesgo identificados. Un esquema más reciente propuso importantes pasos adicionales que no fueron considerados originalmente en el modelo de 4 pasos, es decir, el reconocimiento de los desafíos del mundo real que se derivan de la implementación del IPP [12]. El modelo TRIPP (Translating Research into Injury Prevention Practice) teoriza que los organismos deportivos no estarán dispuestos a implementar políticas de seguridad deportiva hasta que sean aceptadas por los entrenadores y deportistas [12]. El hecho de proporcionar pruebas de la eficacia de un programa determinado a menudo no afecta positivamente el nivel de cumplimiento de un programa [12]. Los entrenadores se preocupan más por mantener una práctica específica de la naturaleza del deporte (por ejemplo, reproducir los patrones de movimiento que se utilizan con frecuencia en el propio deporte) sin comprometer la salud y/o el rendimiento de los deportistas [12]. Por ejemplo, Cumps et al. (2007) encontraron que el uso de elementos deportivos específicos era crucial para el cumplimiento e implementación de un IPP en jugadores de baloncesto [13]. La definición de la especificidad de los componentes del ejercicio varía considerablemente en la bibliografía. La mayoría de los estudios denominan sus IPPs como específicos de los deportes [14,15] cuando en realidad incluyen componentes que desarrollan habilidades físicas generales, como el equilibrio, la estabilidad del core o la potencia. Los programas FIFA 11+ [16], Sportsmetrics [17] y PEP [18] son programas utilizados en los deportes de equipo para reducir las lesiones relacionadas con los deportes, mientras que existen otros programas que se centran en tipos específicos de lesiones [19,20]. Todos estos son ejemplos de IPPs que comprenden ejercicios generales y específicos del deporte y que han demostrado reducir eficazmente los índices de lesiones de tobillo, rodilla y miembros inferiores [13,16,21-24]. Sin embargo, no hay consenso sobre el "mejor" ejercicio o mezcla de ejercicios para prevenir lesiones deportivas en los deportistas. En consecuencia, la proporción de componentes generales y específicos del deporte en un IPP eficaz es incierta. A pesar de no saber sobre la superioridad de los IPPs específicos del deporte, tanto los entrenadores

como los deportistas prefieren programas de ejercicio más especializados que generales. ¿Justifica la evidencia disponible el consenso común de los entrenadores de que los IPPs estrictamente deportivos son los más eficaces para reducir los índices de lesiones y mejorar el rendimiento [12,13,25,26]? ¿O son adecuados los enfoques multifacéticos o generales para que los terapeutas deportivos y/o el personal de entrenamiento no tengan que implementar necesariamente los IPPs específicos para sus deportistas? Por ejemplo, ¿podría un entrenador usar el mismo IPP en jugadores de fútbol y de voleibol o es la implementación de un IPP específico para el fútbol y específico para el voleibol preferencial?

Por lo tanto, la presente revisión sistemática tiene como objetivo examinar la eficacia de los programas de prevención generales y específicos para el deporte en la prevención de lesiones deportivas en los deportistas.

MÉTODOS

De acuerdo con los Elementos de Informes Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-análisis [27], se realizó una búsqueda sistemática de la bibliografía. No existe un protocolo de revisión ni información de registro que incluya el número de registro.

Se realizaron búsquedas sistemáticas en las bases de datos electrónicas de PubMed y Web of Science en busca de artículos relevantes entre enero de 2006 y diciembre de 2017. Se incluyeron las publicaciones en idioma inglés en poblaciones humanas con restricciones a los diseños de estudios intervencionistas, es decir, ensayos controlados aleatorios (RCT) y ensayos controlados (CT). Los términos de búsqueda utilizados fueron "athletes" AND "injury prevention" OR "exercise program". Dos autores (HM; AP) realizaron la búsqueda bibliográfica de forma independiente y los desacuerdos se resolvieron por consenso y, si fue necesario, con la consulta adicional de un tercer autor (JM). El proceso de búsqueda consistió en la eliminación de duplicados, la selección de títulos, resúmenes y textos completos elegibles. Además, se exploraron manualmente las listas de referencias de las revisiones sistemáticas, los meta-análisis y las revisiones excluidas en busca de estudios de relevancia.

Criterios de elegibilidad

Los deportistas (11-45 años) de varias disciplinas deportivas tenían que participar en un IPP basado en el ejercicio o mantener su rutina de entrenamiento habitual o protocolo estandarizado. Los autores interpretaron los IPP generales y específicos de los deportes (Fig. 1) y, posteriormente, los categorizaron en base a este supuesto. Más concretamente, debía determinarse la naturaleza de los ejercicios individuales del IPP. Independientemente uno del otro, los dos autores (HM; AP) clasificaron los ejercicios en generales y específicos para cada deporte de acuerdo a si éstos replican las tareas, habilidades o movimientos realizados repetidamente en ese deporte en particular, con los desacuerdos resueltos mediante consultas posteriores. Los IPPs pasivos, entre otros basados en el estiramiento, se consideraron irrelevantes y, por lo tanto, se excluyeron. Además, los estudios debían indicar las principales medidas de resumen, como los índices de lesiones, los riesgos y la gravedad.

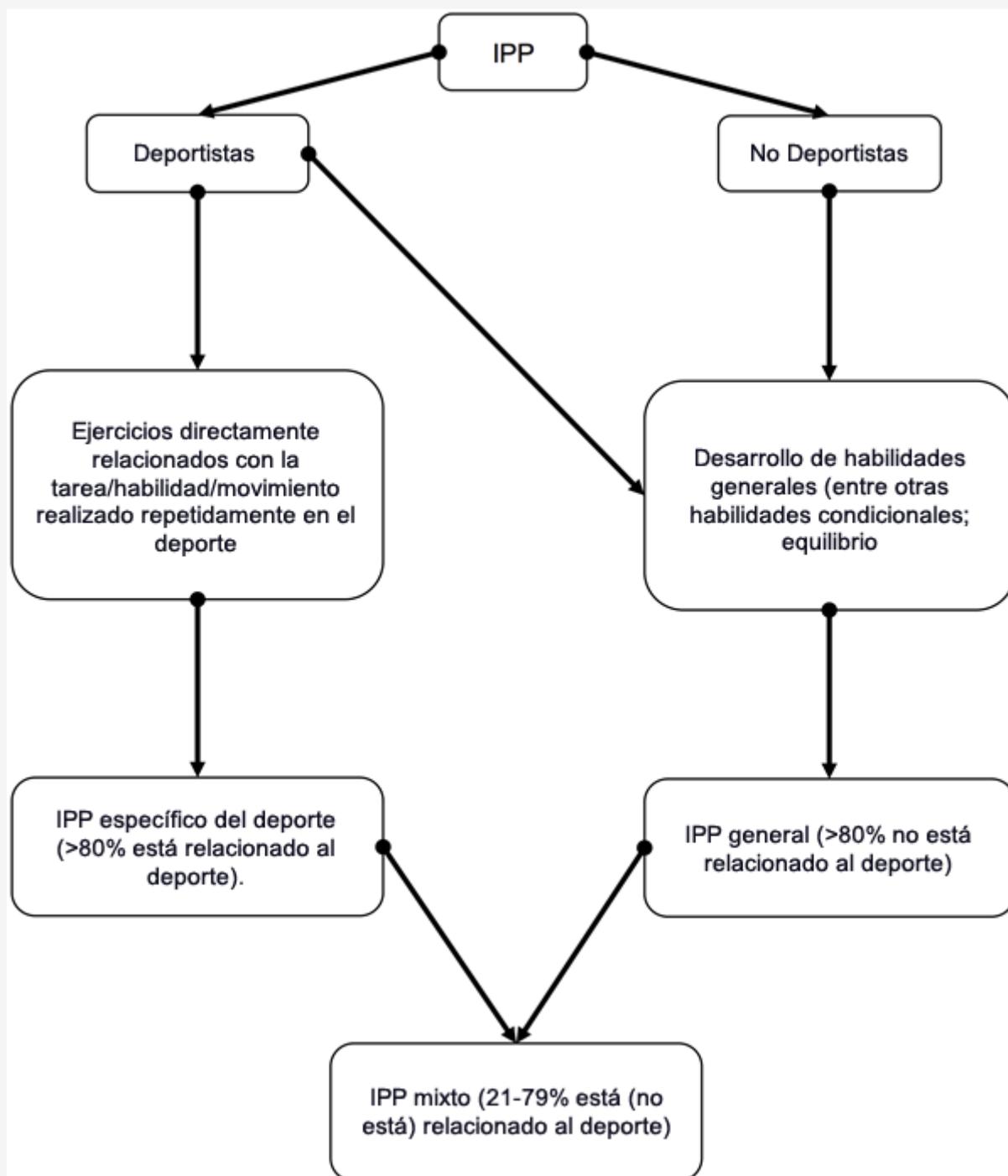


Figura 1. Definición del autor de los programas de prevención de lesiones generales, específicos del deporte y mixtos (IPP, por sus siglas en inglés).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635.g001>

Extracción de datos

De cada texto completo elegible se extrajeron los siguientes datos: apellido del primer autor, año de publicación, diseño del estudio, país de origen, período de seguimiento, duración del estudio, nivel, tipo de deporte, datos de exposición, información del sujeto (tamaño de la muestra, tasa de abandono, sexo y edad), intervención (nombre, descripción, tipo, dosis, frecuencia, cumplimiento, efectos y categorización según la definición de los autores) y datos de lesión (ubicación, tipo, mecanismo y tasas). A lo largo de los estudios, las tasas de lesiones se expresaron como 1000 horas de exposición [13,21-24,28], 1000 horas de jugador [16,29-32], por 1000 horas [33,34], 1000 deportistas expuestos [35-42], por hora de

deportes [43], 100 temporadas de jugador [44], tiempo hasta el primer incidente y prevalencia de una temporada [19,45]. Los riesgos de lesión se expresaron como odds ratios (OR) [19,31,37,46], riesgo relativo (rr) [13,23,29,31,38,42,47], ratio de tasa (RR) [16,24,28,30,33,34,40,41], ratio de tasa ajustado (aRR) [44], ratio de tasa de incidencia ajustado y no ajustado (IRR) [22,32,36] y ratio de riesgo (HR) [21,48].

Evaluación del riesgo de sesgo

Se utilizó la herramienta de evaluación del riesgo de sesgo de la Colaboración Cochrane [49] para evaluar la validez interna de los RCTs incluidos. Independientemente, los dos autores (HM; AP) examinaron los estudios de interés para las siguientes fuentes de sesgo: selección (generación de secuencias y ocultamiento de la asignación), rendimiento (cegamiento de los participantes/personal), detección (cegamiento de los evaluadores de resultado), deserción (datos de resultado incompletos), informe (informes selectivos) y otros sesgos potenciales (por ejemplo sesgo de memoria). Además, se evaluaron las CTs incluidas con la herramienta de evaluación Cochrane de riesgo de sesgo en estudios no aleatorios (NOS)- de las Intervenciones (ROBINS-I) [50]. Esta herramienta evalúa el riesgo dentro de dominios específicos, como el sesgo debido a los factores de confusión, la selección, la intervención, la falta de datos y la medición de los resultados.

Resultados

La estrategia de búsqueda inicial identificó 6.619 estudios. Después de revisar los títulos y los resúmenes, se excluyeron un total de 6596 porque eran duplicados, informes, artículos de revisión general, conceptos actuales, comentarios, revisiones sistemáticas, meta-análisis, no estaban relacionados con el tema o no cumplían con los criterios de inclusión. Después de la evaluación de los 23 artículos restantes en texto completo, se excluyeron otros ocho estudios. Se recuperaron pruebas adicionales mediante listas de referencias de revisiones adecuadas previamente excluidas, que hallaron otros 13 artículos elegibles. En consecuencia, 28 artículos [13,16,19,21-24,28-48] estaban disponibles para la evaluación final (Fig. 2).

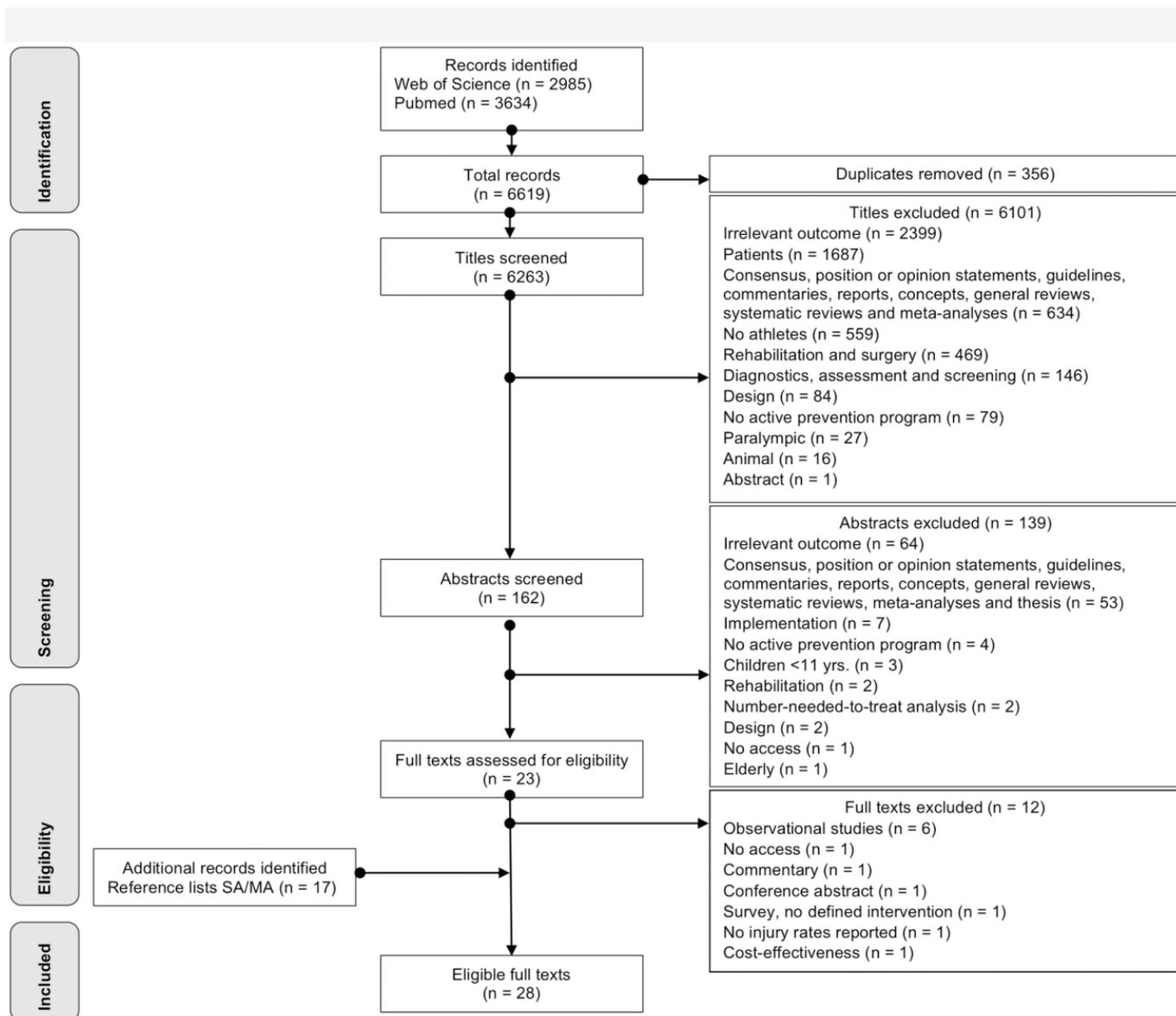


Figura 2. Diagrama de flujo para la revisión y selección de estudios según PRISMA.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635.g002>

Características del estudio

En el material complementario (tablas S1, S2 y S3) se puede encontrar información detallada sobre las características y los resultados de los estudios, así como sobre las intervenciones.

La mayoría de los estudios utilizaron jugadores de deportes de equipo, de fútbol [16,24,28,30-36,38,40-44,48], baloncesto [13,21,29,36,38,46], handball [19,45], floorball [22], fútbol Australiano [47] y deportes mixtos (es decir, deportistas de más de tres deportes diferentes) [23,39]. Diecisiete estudios utilizaron amateurs [16,21,23,24,28-33,36,38-41,43,48], 10 de élite [13,19,20,22,34,35,37,42,45,46] y dos estudios combinaron deportistas amateurs y de élite [44,47]. El tamaño medio de la muestra fue de 479 deportistas (rango: 20-2479; NTotal = 13411) para los grupos de intervención y de 468 deportistas (rango: 20-2085; NTotal = 13117) para los grupos de control. En ambos grupos, la edad de los deportistas varió de 13 a 45 años.

De todos los IPPs, tres consistían en un solo ejercicio, el cual fue implementado en la rutina de entrenamiento de los deportistas [31,44,47]. Otros dos IPPs consistieron en un programa basado en el hogar [23,32], mientras que 21 fueron programas en el campo [13,16,19,21,22,24,28-30,32-38,40,41,43,45,48] de calentamiento con énfasis en carrera, pliometría, agilidad, fortalecimiento, equilibrio, flexibilidad, técnica de caída adecuada y conciencia de los mecanismos de lesión. Además, otros tres estudios incorporaron todo un programa de entrenamiento adicional [39,42,46]. Además de la

rutina de entrenamiento habitual, las características temporales de los IPPs promediaron de 1 a 6 sesiones semanales de 5 a 90 minutos durante cuatro semanas y hasta cuatro años. Los estudios se clasificaron en siete generales [23,24,31,42,44,47,48], 20 mixtos [16,19,21,22,28-30,32-41,43,45,46] y uno específico del deporte [13]. Once estudios [15,16,28,29,32-34,37,40,41,43] registraron todas las lesiones agudas, graves y por sobreuso sufridas durante la exposición al entrenamiento y a los partidos, mientras que cuatro estudios [21,22,36] se centraron en la prevención de lesiones de las extremidades inferiores solamente. Otros artículos documentaron índices de lesiones en rodilla [13,23,38,42,46], isquiotibiales [31,44,47], tobillo [13,23,38,42,46], hombro [19,45] e ingle [48].

Índices de lesiones

Los resultados de la eficacia de los IPPs se presentan de acuerdo con la definición del autor y se clasifican en tres secciones: 1) programas generales, 2) mixtos y 3) específicos del deporte.

IPPs generales

Todos los estudios que comprendían un IPP general entrenaron la extremidad inferior (tobillo [23,42]; rodilla [24]; ingle [48]; isquiotibiales [31,44,47]). Los IPPs con 1-10 ejercicios tardaron aproximadamente 10-30 minutos en completarse y se aplicaron de 1 a 4 veces por semana. Todos los estudios revelaron un efecto significativo sobre la incidencia de lesiones después de las intervenciones, aparte del programa de calentamiento inguinal (HR 0,69 [IC del 95%: 0,40 a 1,19]) [48].

El ejercicio Nórdico de los músculos isquiotibiales produjo una reducción significativa de las lesiones de los isquiotibiales generales (aRR 0,293 [IC del 95%: 0,150 a 0,572]), nuevas (aRR 0,410 [IC del 95%: 0,180 a 0,933]) y recurrentes (aRR 0,137 [IC del 95%: 0,037 a 0,509]) entre el grupo de intervención y el grupo control [44]. Además, se encontró una reducción significativa del riesgo de los isquiotibiales, pero no de la gravedad de la lesión, durante el seguimiento en un estudio [31] (OR 0,282 [IC del 95%: 0,110 a 0,721]; $p = 0,005$), mientras que otro [47] sólo encontró un efecto protector del protocolo Nórdico de los isquiotibiales cuando los deportistas cumplen con al menos las dos primeras sesiones (rr 0,3; IC del 95%: 0,1 a 1,4; $p = 0,098$).

Después de la implementación de un programa de entrenamiento neuromuscular, se informó una reducción significativa del 64% de las lesiones generales del ligamento cruzado anterior (LCA) (RR 0,36 [IC del 95%: 0,15 a 0,85]) en el grupo de intervención [24]. Además, el análisis de subgrupos ajustado reveló una disminución del 83% en las lesiones totales (RR 0,17 [IC del 95%: 0,05 a 0,57]), así como en las lesiones del LCA sin contacto (RR 0,26 [IC del 95%: 0,07 a 0,99]), en las lesiones agudas (RR 0,53 [IC del 95%: 0,30 a 0,94]) y las lesiones graves de rodilla (RR 0,18 [IC del 95%: 0,07 a 0,45]) en el grupo de intervención.

El índice de lesiones de tobillo se redujo significativamente después del entrenamiento propioceptivo en comparación con el control, el entrenamiento de fuerza y/o la órtesis (rr 0,13 [IC del 95%: 0,003 a 0,93]; $p = 0,02$) [42].

IPPs generales y deportistas previamente lesionados

Un programa de calentamiento en tabla de equilibrio redujo significativamente el índice de recurrencia de los esguinces de tobillo (rr 0,63 [IC del 95%: 0,45 a 0,88]), totalizando una reducción del riesgo del 35% y lesiones menos graves (rr 0,53 [IC del 95%: 0,32 a 0,88]) en el grupo de intervención [23]. Notablemente, los tobillos no tratados se beneficiaron más del IPP en comparación con sus contrapartes del grupo de control.

IPPs mixtos

De los 20 estudios que comprendieron los IPPs mixtos, nueve entrenaron las extremidades inferiores [16,21,22,29,30,35,38,39,46], dos las superiores [19,45] y ocho las extremidades inferiores y superiores [28,32-34,37,40,41,43]. Los IPPs incluyeron 3-36 ejercicios, que duraron 5-30 minutos y se aplicaron en 1-6 sesiones por semana. Tres estudios no lograron encontrar un efecto sobre los índices de lesiones en las extremidades inferiores y superiores [28,33,43].

El Programa de Calentamiento para la Prevención de Lesiones del Hombro del Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo (Oslo Sports Trauma Research Center Shoulder Injury Prevention Warm-up Program) redujo significativamente la prevalencia de los problemas del hombro en un 28% (OR 0,72 [IC del 95%: 0,52 a 0,98]), pero no en los problemas sustanciales del hombro (OR 0,78 [IC del 95%: 0,53 a 1,16]), en el brazo dominante, durante una temporada en la intervención, en comparación con el grupo control [19]. Otro estudio que se centró en los problemas de hombro de los jugadores de handball encontró una reducción de los problemas en el grupo de intervención (pre- 34% y post- 11%) [45]. Los FIFA 11+ mostraron un efecto significativo sobre las deficiencias del tronco (OR 0,09 [IC del 95%: 0,11-0,72]) en la intervención en comparación con el grupo control [37].

Un programa de calentamiento neuromuscular [36] y un programa de entrenamiento de equilibrio [38] redujeron los esguinces de tobillo en un 66% y un 38%, respectivamente. Además, un entrenamiento propioceptivo multiestación redujo las probabilidades de sufrir una lesión en el tobillo (OR 0,355 [IC del 95%: 0,151 a 0,835]; $p = 0,018$) [46]. Sin embargo, los FIFA 11+ (RR 0,65 [IC del 95%: 0,48 a 0,87]) [41] y el programa de prevención neuromuscular [32] (IRR 0,5 (0,24 a 1,04)) no cambiaron la tasa de lesiones de tobillo. Además, los esguinces de tobillo se redujeron con el programa de entrenamiento de equilibrio (rr 0,71 [IC del 95%: 0,45 a 1,13]); sin embargo, no difirieron significativamente entre ambos grupos, pero fueron más frecuentes en el grupo control (53,9% [IC del 95%: 45,3 a 62,3]) [29]. Se encontraron resultados similares usando el FIFA 11+ [16,37] y un programa de entrenamiento neuromuscular [22] (IRR 0,28 [IC del 95%: 0,12 a 0,67]). Los programas FIFA 11+ [40,41], PEP [35], HarmoKnee [30] y un programa de entrenamiento neuromuscular [36] redujeron significativamente la incidencia de lesiones en la rodilla. Aunque no fue significativa, se encontró una reducción de la lesión del ligamento de la rodilla (IRR 0,49 [IC del 95%: 0,18 a 1,31]) mediante otro programa de entrenamiento neuromuscular [22]. Por ejemplo, el HarmoKnee [30] resultó en una reducción general del 77% (RR 0,23 [IC del 95%: 0,04 a 0,83]) de las lesiones de rodilla. Además, la intervención redujo la incidencia de lesiones de rodilla sin contacto en un 90% (RR 0,10 [IC del 95%: 0,00 a 0,70]). Se encontraron resultados similares usando el FIFA 11+ con una cantidad significativamente menor de lesiones generales de rodilla (RR 0,42 [IC del 95%: 0,29 a 0,61]; $p < 0,001$), lesiones en partido y entrenamiento (RR 0,59 [IC del 95%: 0,52 a 0,68]; $p < 0,001$ y RR 0,46 [IC del 95%: 0,38 a 0,57]; $p < 0,001$, respectivamente), así como lesiones del LCA sin contacto (RR 0,25 [IC del 95%: 0,06 a 1,15]; $p = 0,049$) en comparación con un grupo control [40]. El mismo grupo de investigación encontró una incidencia reducida en las lesiones generales de LCA (RR 0,236 [IC del 95%: 0,193 a 0,93]; $p < 0,001$) [41]. Las lesiones del LCA sin contacto sostenidas con antecedentes de lesiones del LCA fueron significativamente menores después del programa PEP [35]. El Sportsmetrics también mostró un efecto preventivo para las lesiones del LCA sin contacto con una tasa de incidencia de 0,03 (por 1000 exposiciones de deportistas) ($p = 0,03$) [39].

Junto con una reducción del 41% en las lesiones generales de fútbol (RR 0,59 [IC del 95%: 0,40 a 0,86]; $p = 0,006$), las lesiones de las extremidades inferiores fueron reducidas significativamente por el FIFA 11+ en un 41% (RR 0,52 [IC del 95%: 0,34 a 0,82]; $p = 0,004$) con lesiones menos graves (RR 0,52 [0,23 a 1,21]; $p = 0,037$) en el grupo de intervención [34]. El FIFA 11+ [41] resultó en tasas significativamente menores de lesiones de los isquiotibiales (RR 0,37 [IC del 95%: 0,21 a 0,63]; $p < 0,001$) en el grupo de intervención.

IPPs específicos del deporte

Sólo un estudio incluyó un IPP específico del deporte dirigido a las extremidades inferiores (es decir, el tobillo [13]). Durante una temporada, se aplicaron tres sesiones de 5-10 minutos con 12 ejercicios por semana.

El entrenamiento de equilibrio específico del baloncesto, teniendo en cuenta el tiempo total de exposición y el tiempo dedicado a las actividades de baloncesto, mostró un riesgo relativo significativamente menor de sufrir esguinces laterales de tobillo en la intervención en comparación con el grupo control (rr 0,34 [IC del 95%: 0,12 a 0,96]) y (rr 0,30 [IC del 95%: 0,11 a 0,84]), respectivamente [13]. Además, las lesiones nuevas y las reincidentes no se vieron afectadas significativamente entre los grupos, independientemente de la exposición.

Evaluación del riesgo de sesgo

Los resultados de la evaluación de la calidad metodológica en todos los estudios incluidos separados por RCTs y NOS se resumen en las Figuras 3a) y 3b).

a) Cochrane risk of bias assessment tool for RCTs		Aerts (2013)	Andersson (2016)	Elis (2011)	Emery (2007)	Emery (2010)	Gabbe (2006)	Gilchrist (2008)	Hammes (2015)	Hölmich (2010)	Hupperets (2009)	LaBella (2011)	Longo (2012)	McGuine (2006)	Mohammadi (2007)	Østerås (2015)	Owoeye (2014)	Pasanen (2008)	Petersen (2011)	Silvers-Granelli (2015)	Silvers-Granelli (2017)	Soligard (2008)	Steffen (2008)	van Beijsterveldt (2012)	van der Horst (2015)	Waldén (2012)
Sequence generation		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Allocation concealment		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Blinding of participants/personnel		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Blinding of outcome assessors		●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Incomplete outcome data		●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Selective reporting		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Other bias		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
b) ROBINS-I																										
Bias due to...																										
Counfounding		M	S	M																						
Selection of participants		L	L	M																						
Classification of intervention		L	L	L																						
Deviation from intended intervention		L	L	L																						
Missing data		L	L	L																						
Measurement of outcome		M	M	M																						
Selection of reported results		L	M	L																						
Overall bias		M	S	S																						
		Cumps (2007)	Kiani (2010)	Noyes (2015)																						

L: low risk ○ low risk
M: moderate risk ● high risk
S: serious risk ○ unclear risk
C: critical risk
NI: no information

Figura 3. Riesgo de evaluación del sesgo de los ensayos incluidos a) RCTs y b) NOS.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635.g003>

RCT

Se describió un procedimiento apropiado para una secuencia generada aleatoriamente en 15 RCTs [19,21,22,24,28,29,31,36,37,40,41,43,46-48], mientras que nueve [16,23,33-35,38,42,44,45] no informaron ningún método utilizado para la aleatorización. Además, 12 estudios [19,21-24,28,29,36,44-46,48] ocultaron la asignación. Se encontró sesgo de rendimiento en todos los ensayos. Aparte de dos [29,32], todos los estudios indujeron sesgo de detección. Se encontró un alto riesgo de datos de resultado incompletos en tres ensayos [21,22,45]. Dos estudios [16,37] mostraron un riesgo incierto de sesgo debido a otras amenazas a la validez interna.

NOS

Los estudios mostraron un riesgo moderado a grave. En el dominio de variable de confusión, un estudio [30] fue de riesgo grave, mientras que el resto [13,39] de riesgo moderado. Se encontró que la selección de los participantes, la intervención y los datos que faltaban eran, en promedio, bajos de sesgo. Un estudio [39] tuvo problemas moderados en la selección de participantes. El ámbito de la medición de resultados y la presentación de informes mostró un riesgo moderado y un bajo riesgo de sesgo, respectivamente. Sólo un estudio [30] dio lugar a un riesgo moderado en la sección de informes.

DISCUSIÓN

El propósito de la revisión sistemática fue investigar los IPPs específicos del deporte versus los generales y su efectividad en la prevención de lesiones. El principal hallazgo de la investigación fue que la gran mayoría de las intervenciones condujeron a una reducción del riesgo de lesiones relacionadas con el deporte. Sólo cuatro estudios no redujeron las tasas de lesiones en comparación con el grupo control (un IPP general [48], tres mixtos [28,33,43]).

Influencia de los IPPs

La interpretación de lo que constituye un IPP específico del deporte proporciona la base del interrogante de la investigación, y dentro de la bibliografía, esto varía considerablemente. Los estudios que calificaron sus programas de específicos del deporte contrastaron con la definición del autor [14]. Por ejemplo, los programas desarrollados por el Centro de Evaluación e Investigación Médica de la FIFA (F-MARC), por ejemplo el FIFA 11+, son ampliamente aceptados como específicos para el fútbol [14], pero han demostrado ser eficaces más allá del fútbol, como en el baloncesto [37]. Parece más aplicable referirse a estos regímenes como multifacéticos (IPPs mixtos), ya que abordan muchos factores potencialmente relacionados con el riesgo de lesión [16]. A pesar de que los entrenadores afirman con frecuencia que necesitan programas específicos del deporte, éstos, según la definición de los autores, aún no han sido evaluados rigurosamente. La falta de consenso antes mencionada sobre el diseño de un IPP específico para deportes podría ser una posible razón de la falta de implementación de esos programas. Sin embargo, se asumió que la correcta ejecución de un ejercicio es más importante para el efecto de prevención que la selección de un ejercicio que pueda ser considerado específico [15].

La mayoría de las pruebas se centraron en enfoques multi-intervencionales y/o generales que están de acuerdo con la bibliografía que sugiere que la implementación de ejercicios pliométricos, de equilibrio, de resistencia, de agilidad y/o de flexibilidad, los IPPs multifacéticos previenen eficazmente las lesiones de los músculos isquiotibiales y del LCA mediante la alteración de varios factores de riesgo [51]. Ningún estudio se refirió a la existencia del "mejor" ejercicio o mezcla de ejercicios para prevenir lesiones en los deportistas. El ejercicio Nórdico de los isquiotibiales redujo eficazmente el número de lesiones de los isquiotibiales y varios factores de riesgo en los deportistas [20,44,51-54] y, por lo tanto, puede ser un ejemplo de un "mejor" ejercicio para prevenir las distensiones musculares en los isquiotibiales en una amplia gama de disciplinas deportivas. Las investigaciones futuras, idealmente RCTs, necesitan abordar ejercicios individuales de IPPs efectivos previamente probados para determinar su eficacia en la reducción de los índices de lesiones. Dado que la razón principal por la que tanto entrenadores como deportistas no implementan IPPs basados en la evidencia en su rutina de entrenamiento habitual es la pérdida de tiempo de entrenamiento, los IPPs deben ser más cortos (es decir, más eficientes) y, por lo tanto, deben identificarse y eliminarse los componentes ineficaces que no son relevantes para la prevención de lesiones deportivas en los atletas. Además, los ensayos futuros deben ser cautelosos con los problemas inherentes que se derivan de los métodos, como los auto-informes y la documentación de lesiones, así como de la implementación, ejecución y cumplimiento de un IPP propiamente dicho. Esto, a su vez, requiere tiempo y trabajo, así como recursos. Siempre que se cumplan estos supuestos, las pruebas pueden dar lugar a una recopilación de los "mejores" ejercicios de prevención para una variedad de lesiones deportivas y, por lo tanto, los IPPs pueden diseñarse para garantizar una prevención de lesiones deportivas aún más eficaz. Identificar esos ejercicios puede ser más importante que centrarse en el aspecto de la especificidad, es decir, general o específica del deporte; sin embargo, esto por sí solo no es suficiente para que los entrenadores y/o deportistas implementen componentes de ejercicio que cumplan con los requisitos.

También, un posible aspecto a considerar es la especificidad del movimiento. Por ejemplo, los deportes de equipo, como el fútbol, el baloncesto, el handball y el rugby, comparten el mismo patrón de movimiento fundamental típico de las situaciones de riesgo de lesión, es decir, maniobras de aceleración y desaceleración múltiples del peso corporal de los deportistas, así como el salto [55,56]. Además, un nivel de competencia más bajo se asocia con una mayor incidencia de lesiones [57]. Una posible explicación para esta observación podría ser la poca exposición a los ejercicios específicos del movimiento en su entrenamiento en comparación con los deportistas de alto nivel. En otras palabras, el entrenamiento de cada deportista necesita imitar el de la competición para competir de manera eficiente y efectiva. Harre (1982) describió esto como el "Principio de Especificidad" [58]. Por lo tanto, se podría suponer razonablemente que el énfasis de los programas debería centrarse en componentes más específicos del movimiento, ya que esto garantizaría un rendimiento óptimo bajo el aspecto de una baja incidencia de lesiones en posiciones excepcionales.

Los Programas Mixtos para prevenir lesiones fueron en gran medida exitosos. Se demostró que el uso de una amplia gama de ejercicios que se relacionan tanto con los movimientos específicos del deporte como con los generales fue efectivo para reducir las tasas generales de lesiones del deporte. Sin embargo, la necesidad de combinar estos componentes en un IPP sigue siendo incierta, aunque, con el objetivo de reducir las tasas de lesiones en los deportistas y las pérdidas de tiempo debidas a lesiones, las pruebas parecen indicar claramente este hecho [59]. Otro aspecto es el calendario de

implementación del IPP, ya que las tasas de incidencia son mayores en las primeras cuatro semanas de la temporada [60]. Por lo tanto, se podría postular razonablemente que mantener un cierto nivel de acondicionamiento durante la temporada baja es esencial, ya que expone a los deportistas a episodios continuos de movimientos específicos antes de que ocurra un efecto de desacondicionamiento.

Por el contrario, el efecto de sobrecarga causado por los movimientos repetitivos específicos de los deportes representa otra posible variable de confusión, como lo ilustra un estudio [37] que, después de usar el FIFA 11+, informó más lesiones por sobreuso en comparación con el control. Dado que la prevalencia está directamente relacionada con el volumen y la frecuencia [61], la realización de movimientos de salto específicos como parte de un entrenamiento neuromuscular se sumaría al ya de por sí elevado patrón de carga durante la temporada.

Las características heterogéneas entre los estudios incluidos hacen prácticamente imposible la comparación de diferentes componentes del ejercicio. Las diferencias en la frecuencia, la duración y el momento del IPP, así como en la forma de implementación, la supervisión y el control variaron en gran medida entre los estudios. La falta de supervisión podría ser una posible explicación de un bajo nivel de cumplimiento de las intervenciones en el hogar, pero también en el campo, ya que se requiere que los deportistas y los entrenadores se adhieran a ellas por igual [62]. Además, se demostró que las tasas de cumplimiento y de incidencia tienen una relación inversa potencial [62]. Por ejemplo, el programa '11+ Kids' [59] encontró una menor incidencia de lesiones generales, graves y de las extremidades inferiores cuando el cumplimiento era adecuadamente alto. Se utilizó una gran variedad de métodos para calcular las tasas de incidencia y los datos de exposición. Además, los estudios enfatizaron los sitios anatómicos pre-definidos (es decir, rodilla [24,30,35,39], isquiotibiales [31,44,47], tobillo [13,23,38,42,46], hombro [19,45] e ingle [48]) o extremidad inferior/superior dividida a su vez en lesiones generales, de entrenamiento y de partido [16,21,22,22,28,29,32,32-34,36,37,40,41,43], lo que hace que las comparaciones sean problemáticas. Además, el sexo, la edad y las habilidades deportivas de los participantes restringen el valor de la investigación a la hora de hacer recomendaciones prácticas. En consonancia con otros autores [24,28,44,48,63], las bajas tasas de cumplimiento, los tamaños inadecuados de las muestras, los auto-informes y el sesgo de selección representan problemas prominentes en todos los estudios de prevención de lesiones. El auto-informe de lesiones por parte de los deportistas, entrenadores u otro personal puede fácilmente conducir a clasificaciones erróneas de lesiones y de datos de exposición debido al sesgo de memoria [15]. Además, un seguimiento deficiente no permite sacar conclusiones sobre los efectos a largo plazo de un IPP, lo que reduce su aplicación práctica. Además, la aleatorización en racimo puede ser una espada de doble filo. Por un lado, tiene la oportunidad de eliminar el sesgo de contaminación [24] pero, por otro lado, una alta tasa de abandono dentro de un grupo individual resulta en una pérdida perjudicial de datos e induce sesgo [64].

Recomendaciones

Los hallazgos de la búsqueda sistemática en la bibliografía sugieren que los IPPs multifacéticos y generales tienen un gran potencial para reducir el riesgo de lesiones entre los deportistas. Esto está de acuerdo con otras revisiones sistemáticas previamente publicadas [65-67]. Además, se pueden implementar fácilmente en la rutina normal de entrenamiento. Se demostró que una estrategia eficaz para implementar un IPP es utilizar la parte de calentamiento (10-20 minutos) durante cada sesión de entrenamiento [59,67]. Además, el IPP debe aplicarse durante todo el año [65] y debe hacerse hincapié en la técnica adecuada y no en la complejidad de los ejercicios [15].

Evaluación del riesgo de sesgo

El informe general en todos los RCTs incluidos fue adecuado. Una cuestión inherente pero inevitable es que el cegamiento de los participantes no es posible en las intervenciones de ejercicios; por lo tanto, todos los ensayos mostraron un alto riesgo de sesgo de rendimiento/detección. Sin embargo, la calidad general podría haber sido subestimada por la información reservada. Por lo tanto, la presentación de informes transparentes en todos los estudios es obligatoria e idealmente debería seguir declaraciones consensuadas como CONSORT [27].

La mayoría de los problemas en los estudios NOS se encontraron en los dominios de variables de confusión y la medición de resultados. Este hallazgo es consistente con los RCTs incluidos. El informe general de los estudios no fue adecuado; por lo tanto, se desarrollaron y se recomiendan pautas como el STROBE [68] para mejorar la transparencia.

Limitaciones del estudio

La estrategia de búsqueda inicial carecía de solidez y sólo se realizaron búsquedas en dos bases de datos. También debe notarse que muchos artículos fueron encontrados durante el proceso de exploración manual de las listas de referencias de las revisiones sistemáticas relacionadas. Esto suscita una mayor preocupación sobre la estrategia de búsqueda utilizada y las combinaciones de palabras clave. Puede ser que los términos fueran demasiado específicos y, por lo tanto, pudieran haber dado lugar a un número limitado de artículos identificados. Para avanzar aún más en la estrategia de búsqueda, habrían sido beneficiosos otros términos de búsqueda más específicos del deporte, es decir, sitios de lesiones y/o

disciplinas deportivas. A su vez, esto podría haber mejorado las distintas conclusiones al permitir comparaciones entre los componentes del ejercicio con respecto a su efecto de prevención de lesiones en una población emparejada, es decir, en una disciplina deportiva en particular (p. ej., fútbol), lesiones en un lugar específico del cuerpo (p. ej., ruptura del ligamento cruzado anterior), en un grupo de misma edad y mismo nivel de rendimiento.

Investigaciones futuras

Para facilitar las discusiones entre los terapeutas y el personal de entrenamiento, sería beneficioso que se llegara a un consenso sobre la definición de lo que podría ser un IPP general y lo que podría ser un IPP específico del deporte. Además, hasta donde saben los autores, no existen ensayos que comparen una intervención específica del deporte genuina con un IPP general al examinar los efectos sobre el riesgo de lesión. Para llegar a conclusiones más específicas, las investigaciones futuras deben tratar de ampliar su enfoque hacia diferentes disciplinas deportivas, grupos étnicos, niveles de competición, lesiones específicas y/o deportistas previamente lesionados cuando se trata de la eficacia de un IPP. A su vez, esto podría ayudar a acortar los IPP al identificar los componentes ineficaces o el "mejor" ejercicio y/o mezcla de ejercicios para prevenir lesiones deportivas en los atletas.

Conclusión

Los IPPs contribuyen a reducir el riesgo de sufrir lesiones deportivas en los atletas. Las pruebas actuales indican que los IPPs generales o mixtos tienden a ser más eficaces para prevenir las lesiones deportivas en los atletas. Sin embargo, vale la pena señalar que, hasta la fecha, no se han investigado los IPPs específicos del deporte.

Información Complementaria

Tabla S1 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635.s001>

Tabla S2 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635.s002>

Tabla S3 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635.s003>

Checklist PRISMA S1 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635.s004>

Agradecimientos

Este trabajo se completó en el cumplimiento parcial de un Master of Science in Clinical Exercise Science de la Universidad de Potsdam. Los autores desean agradecer al personal de la Clínica Universitaria Ambulatoria que apoyó este estudio.

Además, agradecemos el apoyo de la Deutsche Forschungsgemeinschaft y del Open Access Publishing Fund de la Universidad de Potsdam.

REFERENCIAS

1. US Department of Health and Human Services. (1996). Physical Activity and Health A Report of the Surgeon General. *US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion*. 1996. <https://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/sgrfull.pdf>
2. Kisser R. (2012). The Burden of Sport Injuries in the European Union. *2012 Feb pp. 1-94*.
3. Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KAPM. (2012). Which Screening Tools Can Predict Injury to the Lower Extremities in Team Sports? A Systematic Review. *Sports Medicine*. 2012;42: 791-815. *pmid:22909185*
4. Schneider S. (2006). Sports injuries: population based representative data on incidence, diagnosis, sequelae, and high risk groups * Commentary. *Br J Sports Med*. 2006;40: 334-339. *pmid:16556789*
5. Henke T, Luig P, Schulz D. (2014). Sports injuries in German club sports Aspects of epidemiology and prevention. *Bundesgesundheitsbl*. 2014;57: 628-637. *pmid:24863705*
6. Hootman JM, Dick R, Agel J. (2007). Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*. 2007;42: 311-319. *pmid:17710181*
7. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *Am J Sports Med*. 2011;39: 1226-1232. *pmid:21335353*
8. Posner M, Cameron KL, Wolf JM, Belmont PJ Jr, Owens BD. (2011). Epidemiology of Major League Baseball Injuries. *Am J Sports Med*. 2011;39: 1675-1691. *pmid:21709023*
9. Dick R, Putuklan M, Agel J, Evans TA, Marshall SW. (2007). Descriptive Epidemiology of Collegiate Women's Soccer Injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 Through 2002-2003. *Journal of Athletic Training*. 2007;42: 278-285. *pmid:17710177*
10. Schneider S, Weidmann C, Seither B. (2007). Epidemiology and Risk Factors of Sports Injuries—Multivariate Analyses Using

- German National Data. *Int J Sports Med.* 2007;28: 247-252. *pmid:17024644*
11. Van Mechelen W. (1997). Sports Injury Surveillance Systems “One Size Fits All?”. *Sports Medicine. Springer International Publishing; 1997;24: 164-168.*
 12. Finch C. (2006). A new framework for research leading to sports injury prevention. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2006;9: 3-9. *pmid:16616614*
 13. Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. (2007). Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2007: 212-219. *pmid:24149331*
 14. Grooms DR, Palmer T, Onate JA, Myer GD, Grindstaff T. (2013). Soccer-Specific Warm-Up and Lower Extremity Injury Rates in Collegiate Male Soccer Players. *Journal of Athletic Training.* 2013;48: 782-789. *pmid:23848519*
 15. Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M, Tschopp M, et al. (2011). Countrywide Campaign to Prevent Soccer Injuries in Swiss Amateur Players. *Am J Sports Med.* 2011;39: 57-63. *pmid:20956263*
 16. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2008;337: a2469-a2469. *pmid:19066253*
 17. Singh A, Darji MP, Shenoy S. (2015). Reducing the risk of noncontact anterior cruciate ligament injuries and performance adaptations to “sportsmetric training” in elite female basketball players. *Saudi Journal of Sports Medicine.* 2015;15: 254-261.
 18. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. (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.* 2005;33: 1003-1010. *pmid:15888716*
 19. Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. (2017). Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *Br J Sports Med.* 2017;51: 1073-1080. *pmid:27313171*
 20. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. (2007). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;18: 40-48. *pmid:17355322*
 21. Aerts I, Cumps E, Verhagen E, Mathieu N, Van Schuerbeeck S, Meeusen R. (2013). A 3-Month Jump-Landing Training Program: A Feasibility Study Using the RE-AIM Framework. *Journal of Athletic Training.* 2013;48: 296-305. *pmid:23675788*
 22. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Hiilloskorpi H, Mäkinen T, Jarvinen M, et al. (2008). Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *Br J Sports Med.* 2008;42: 502-505. *pmid:18595903*
 23. Hupperets MDW, Verhagen EALM, Mechelen WV. (2009). Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. *BMJ.* 2009;339: b2684-b2684. *pmid:19589822*
 24. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012;344: e3042-e3042. *pmid:22556050*
 25. Joy EA, Taylor JR, Novak MA, Chen M, Fink BP, Porucznik CA. (2013). Factors Influencing the Implementation of Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Strategies by Girls Soccer Coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2013;27: 2263-2269. *pmid:23287828*
 26. Norcross MF, Johnson ST, Bovbjerg VE, Koester MC, Hoffman MA. (2017). Factors influencing high school coaches’ adoption of injury prevention programs. *Journal of Science and Medicine in Sport. Sports Medicine Australia; 2017: 1-6. pmid:25866072*
 27. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, for the PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ.* 2009;339: b2535-b2535. *pmid:19622551*
 28. 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.* 2008;18: 605-614. *pmid:18208428*
 29. 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. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2007;17: 17-24. *pmid:17304001*
 30. Kiani A. Prevention of Soccer-Related Knee Injuries in Teenaged Girls. (2010). *ARCH INTERN MED.* 2010;170: 43-49. *pmid:20065198*
 31. van der Horst N, Smits D-W, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJG. (2015). The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players. *A Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med.* 2015;43: 1316-1323. *pmid:25794868*
 32. Emery CA, Meeuwisse WH. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2010;44: 555-562. *pmid:20547668*
 33. Hammes D, aus der Fünften K, Kaiser S, Frisen E, Bizzini M, Meyer T. (2014). Injury prevention in male veteran football players—a randomised controlled trial using “FIFA 11+.” *Journal of Sports Sciences.* 2014;33: 873-881. *pmid:25370591*
 34. Owoeye OBA, Akinbo SRA, Tella BA, Olawale OA. (2014). Efficacy of the FIFA 11+ Warm-Up Programme in Male Youth Football: A Cluster Randomised Controlled Trial. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2014;13: 321-328. *pmid:24790486*
 35. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. (2008). A Randomized Controlled Trial to Prevent Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Collegiate Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2008;36: 1476-1483. *pmid:18658019*
 36. LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim K-Y, Peng J, Christoffel KK. (2011). Effect of Neuromuscular Warm-up on Injuries in Female Soccer and Basketball Athletes in Urban Public High Schools. *Arch Pediatr Adolesc Med. American Medical Association; 2011;165: 1033-9. pmid:22065184*
 37. Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. (2012). The FIFA 11+ Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players. *A Cluster Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med.* 2012;40: 996-1005. *pmid:22415208*
 38. McGuine TA, Keene JS. (2017). The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes. *Am*

39. Noyes F, Barber-Westin S. (2015). Neuromuscular Retraining in Female Adolescent Athletes: Effect on Athletic Performance Indices and Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Rates. *Sports.* 2015;3: 56-76.
40. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. (2017). Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clinical Orthopaedics and Related Research®. Springer US;* 2017;475: 2447-2455. pmid:28389864
41. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. (2015). Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *Am J Sports Med.* 2015;43: 2628-2637. pmid:26378030
42. Mohammadi F. (2017). Comparison of 3 Preventive Methods to Reduce the Recurrence of Ankle Inversion Sprains in Male Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2017;35: 922-926. pmid:17379918
43. van Beijsterveldt AMC, van de Port IGL, Krist MR, Schmikli SL, Stubbe JH, Frederiks JE, et al. (2012). Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2012;46: 1114-1118. pmid:22878257
44. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men's Soccer. (2011). A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2011;39: 2296-2303. pmid:21825112
45. Østeras H, Sommervold M, Skjøberg A. (2015). Effects of a strength-training program for shoulder complaint prevention in female team handball athletes. *A pilot study. J Sports Med Phys Fitness.* 2015 pp. 761-767. pmid:25514821
46. Eils E, Schröter R, Schröder M, Gerss J, Rosenbaum D. (2010). Multistation Proprioceptive Exercise Program Prevents Ankle Injuries in Basketball. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2010;42: 2098-2105. pmid:20386339
47. Gabbe BJ, Branson R, Bennell KL. (2006). A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2006;9: 103-109. pmid:16574482
48. Hölmich P, Larsen K, Krosgaard K, Gluud C. (2009). Exercise program for prevention of groin pain in football players: a cluster-randomized trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;20: 814-821. pmid:19883386
49. Higgins JPT, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011;343: d5928-d5928. pmid:22008217
50. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, et al. (2016). ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ.* 2016: i4919-7. pmid:27733354
51. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio F. (2016). The Effectiveness of Injury Prevention Programs to Modify Risk Factors for Non-Contact Anterior Cruciate Ligament and Hamstring Injuries in Uninjured Team Sports Athletes: A Systematic Review. *Cavarretta E, editor. PLoS Med.* 2016;11: e0155272-15. pmid:27171282
52. Seagrave RA III, Perez L, McQueeney S, Toby EB, Key V, Nelson JD. (2014). Preventive Effects of Eccentric Training on Acute Hamstring Muscle Injury in Professional Baseball. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2014;2: 232596711453535-7. pmid:26535336
53. Mjølshes R, Arnason A, Østhaugen T, Raastad T, Bahr R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 2004;14: 311-317. pmid:15387805
54. Thorborg K. Why hamstring eccentrics are hamstring essentials. (2012). *Br J Sports Med. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine;* 2012;46: 463-465. pmid:22661695
55. Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G, Engebretsen L, et al. (2010). Mechanisms for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries Knee Joint Kinematics in 10 Injury Situations from Female Team Handball and Basketball. *Am J Sports Med.* 2010;38: 2218-2225. pmid:20595545
56. Olsen O-E, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. (2004). Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball A Systematic Video Analysis. *Am J Sports Med.* 2004;32: 1002-1012. pmid:15150050
57. Gatterer H, Ruedl G, Faulhaber M, Regele M, Burtscher M. (2012). Effects of the performance level and the FIFA "11" injury prevention program on the injury rate in Italian male amateur soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2012: 80-84. pmid:22327090
58. Harre D. (2018). Principles of Sports Training: Introduction to the Theory and Methods of Training (English). *Berlin: Sportverlag; Rössler R, Junge A, Bizzini M, Verhagen E, Chomiak J, Fünten der KA, et al. A Multinational Cluster Randomised Controlled Trial to Assess the Efficacy of "11+ Kids": A Warm-Up Programme to Prevent Injuries in Children's Football. Springer International Publishin*
59. Stevenson MR. (2000). Sport, age, and sex specific incidence of sports injuries in Western Australia. *Br J Sports Med. British Association of Sport and Exercise Medicine;* 2000;34: 188-194. pmid:10854018
60. Ferretti A. (1986). Epidemiology of Jumper's Knee. *Sports Medicine.* 1986;3: 289-295. pmid:3738327
61. Sugimoto D, Myer GD, Bush HM, Klugman MF, McKeon JMM, Hewett TE. (2012). Compliance With Neuromuscular Training and Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Reduction in Female Athletes: A Meta-Analysis. *Journal of Athletic Training.* 2012;47: 714-723. pmid:23182020
62. Verhagen E, van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, Van Mechelen W. (2004). The Effect of a Proprioceptive Balance Board Training Program for the Prevention of Ankle Sprains. *A Prospective Controlled Trial. Am J Sports Med.* 2004;32: 1385-1393. pmid:15310562
63. Higgins J, Green S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5. 1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration;* 2011.
64. Abernethy L, Bleakley C. (2007). Strategies to prevent injury in adolescent sport: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41: 627-638. pmid:17496070
65. Frisch A, Croisier JL, Urhausen A, Seil R, Theisen D. (2009). Injuries, risk factors and prevention initiatives in youth sport. *British Medical Bulletin.* 2009;92: 95-121. pmid:19783530
66. Rössler R, Donath L, Verhagen E, Junge A, Schweizer T, Faude O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent

sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2014;44: 1733-1748. *pmid:25129698*

67. Elm EV, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. (2007). Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ. British Medical Journal Publishing Group*; 2007;335: 806-808. *pmid:17947786*

Cita Original

Mugele H, Plummer A, Steffen K, Stoll J, Mayer F, Müller J (2018) General versus sports-specific injury prevention programs in athletes: A systematic review on the effect on injury rates. *PLoS ONE* 13(10): e0205635. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205635>