



Universidad de Valparaíso
Facultad de Medicina
Escuela de Kinesiología

MEDIDAS PREVENTIVAS IMPLEMENTADAS EN RECINTOS DE
FORMACION MILITAR PARA LA REDUCCION DE LA INCIDENCIA DE
LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS. UNA REVISION SISTEMATICA

SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA.

AUTORES:

ESTEBAN TEJEDA ERAZO
BASTIAN TERAN VARGAS†

TUTOR:

FRANCISCO JAVIER FLEMING NIETO Kigo. MSc.

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

Valparaíso– Chile
2016

MEDIDAS PREVENTIVAS IMPLEMENTADAS EN RECINTOS DE
FORMACION MILITAR PARA LA REDUCCION DE LA INCIDENCIA DE
LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS. UNA REVISION SISTEMATICA

SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA.

AUTORES: ESTEBAN TEJEDA ERAZO
BASTIAN TERAN VARGAS†

TUTOR: FRANCISCO JAVIER FLEMING NIETO Kigo. MSc.

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

Valparaíso– Chile
2016

DEDICATORIAS

A mi familia y amigos, en especial a mis padres por su apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida, sus esfuerzos y ánimos. A mis profesores que han sido un pilar fundamental en mi preparación profesional. A Kimberly Muñoz por creer siempre en mis capacidades y estar cuando más la necesitaba. Finalmente a Bastián Teran, sin él no hubiera sido posible, de alguna manera, donde se encuentre ahora, me brindo la fortaleza para el desarrollo y finalización de esta tesis.

Esteban Tejeda

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco a todas las personas que aportaron en mi experiencia académica y universitaria en estos años, que me dieron amistad, apoyo y que permitieron sacar adelante esta importante etapa, profesores y compañeros.

A mi madre, padre, hermana y mejores amigos: Kimberly Muños y Bastián Terán, los cuales fueron el motor de este gran desafío y que de alguna u otra forma ayudaron mucho a la realización de esta tesis.

A mi profesor guía de tesis Francisco Fleming por su tiempo, dedicación, apoyo y entrega, para lograr sacar adelante esta investigación.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	13
2. MARCO TEORICO.....	16
2.1 Actividad física	16
2.2 Entrenamiento deportivo	19
2.3 Entrenamiento militar	22
2.4 Lesiones músculo esqueléticas	27
2.5 Lesiones por entrenamiento militar	30
2.6 Prevención de lesiones músculo esqueléticas que surgen a partir de la actividad física	36
2.7 Prevención de lesiones músculo esqueléticas en recintos o instituciones militares.....	44
3 PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	48
4 OBJETIVOS	49
4.1 Objetivo general.....	49
4.2 Objetivos específicos	49
5 MATERIALES Y MÉTODOS	51
6 RESULTADOS.....	55
6.1 Estudios que utilizan calzado según la forma del arco plantar	58
6.2 Estudios que utilizan implementos para el calzado	59

6.3	Estudios que utilizan ejercicios de fortalecimiento.....	63
6.4	Estudios que realizan un programa de calentamiento supervisado ..	64
6.5	Estudios de intervenciones múltiples	66
7	DISCUSIÓN	77
8	CONCLUSIÓN.....	89
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
10	ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Diagrama resumen para la selección de estudios.....	54
Tabla 1: Características de los ensayos seleccionados.....	56
Tabla 2: Comparación de la incidencia de lesiones de la marina de US, entre el grupo experimental (E) y grupo control (C). Extraída y modificada de Knapik et al (2010 b).....	59
Tabla 3: Comparación de la incidencia de lesiones de la fuerza aérea, entre grupo experimental y control. Extraída y modificada de Knapik et al (2010a).....	59
Figura 2: La incidencia de las lesiones especificadas sufridas por los reclutas en cada grupo de plantilla. Extraída y modificada de House et al (2013).....	62
Tabla 4. Las lesiones músculo esqueléticas que dio lugar a restricciones de trabajo entre los soldados. Extraído y modificado de Childs et al (2010).....	64
Tabla 5. Cambios en la incidencia de las diferentes lesiones músculo esqueléticas en los grupos de intervención y control, entre los periodos de	

pre-estudio y estudio. Extraída y modificada de Parkkari et al (2011).....	67
Tabla 6. Cambios en la incidencia de las diferentes lesiones músculo esqueléticas en las compañías de intervención y control, entre los periodos de pre-estudio y estudio, en reclutas de moderada a alta aptitud física. Extraída y modificada de Parkkari et al (2011).....	68
Tabla 7: Distribución de lesiones en grupo intervención y placebo. Extraído y modificado de Brushøj et al (2008).....	70
Tabla 8: Resumen de características principales y resultados de los estudios.....	73

ABSTRACT

The high incidence of skeletal muscle injuries occurring in military training centres have become a problem for most of the nations of the world with these military training schools. This happens as a result that skeletal muscle injuries occupy the first place within the causes of morbidity and disability of action within military institutions (Bohner, Telfair, McGinnis, Malakooti y Sack, 2003), associated also with a high cost in health at the population level for several nations of the world. Despite this, there is little information regarding possible solutions or plans of action toward this problem.

This review, search to determine preventive measures which have been investigated and that will reduce the high incidence of skeletal muscle injuries, which are caused by training at military schools. Therefore, a search will be held in the main databases, controlled clinical trials that have been carried out in relation to the subject and the subsequent analysis of the results obtained.

There is evidence on the use of footwear according to the shape of the arch plant, the use of orthoses made to measure or templates, strengthening of the core programme, heating programmes monitored for movement control. In addition to multiple intervention programs that consider: Neuromuscular training and counselling talks; training agility and balance; and exercise of strength, agility and flexibility programs. Despite this, few of these studies have significant results on the reduction of the rates of injury.

Keyword: Prevention, incidence, skeletal muscle injury, military training.

RESUMEN

La elevada incidencia de lesiones músculo esqueléticas que se dan en recintos de formación militar, se han convertido en una problemática real para la mayoría de las naciones del mundo que cuentan con estas escuelas de formación. Lo anterior sucede a raíz de que las lesiones músculo esqueléticas ocupan el primer lugar dentro las causales de morbilidad e incapacidad de acción dentro de las instituciones militares (Bohnker, Telfair, McGinnis, Malakooti y Sack, 2003), asociadas además a un gran costo en salud a nivel poblacional para varias naciones del mundo. Pese a esto, existe poca información respecto a posibles soluciones o planes de acción ante esta problemática.

El presente estudio de revisión, busca determinar las medidas preventivas que han sido investigadas y que logren reducir la alta incidencia de lesiones músculo-esqueléticas, que son provocadas por el entrenamiento en recintos de formación militar. Para lo cual, se realizó una búsqueda en las principales bases de datos, de ensayos clínicos controlados que se hayan realizado en relación al tema y el posterior análisis de los resultados obtenidos.

Existe evidencia sobre la utilización de calzado según la forma del arco plantar, la utilización de ortesis hechas a medida o plantillas, realización de programas de fortalecimiento del núcleo, realización de programas de calentamiento supervisados para el control del movimiento. Además de programas de intervención múltiples que consideran: Entrenamiento neuromuscular y charlas de asesoramiento; entrenamiento de la agilidad y equilibrio; y programas de ejercicios de fuerza, agilidad y flexibilidad. Pese a

esto, pocos de estos estudios presentan resultados significativos sobre la reducción de los índices de lesión.

Palabras claves: Prevención, incidencia, lesión músculo esquelética, entrenamiento militar.

1. INTRODUCCIÓN

Se han identificado múltiples factores de riesgo para lesiones músculo esqueléticas relacionadas al entrenamiento (Molloy, Feltwell, Scott, y Niebuhr, 2012). Muchas de estas se presentarían en un ambiente militar, lo que hace materia de análisis la relación existente entre las lesiones músculo esqueléticas y el entrenamiento en recintos militares.

Debido al esfuerzo físico extenuante involucrado en las actividades del personal militar, un alto nivel de aptitud física es requerido por el individuo y, por lo tanto, los reclutas participan de un riguroso programa de entrenamiento durante los primeros meses del servicio militar obligatorio (Rosendal, Langberg, Skov-Jensen y Kjær, 2003). El cual somete a exigencias físicas altas a los reclutas, los cuales deben cumplir además, con la realización de diferentes actividades deportivas. Esta situación, acompañada de los factores de riesgo, que llevan al desgaste e inapropiada recuperación del organismo del recluta, lo lleva a padecer de diversas lesiones músculo esqueléticas (Wyss, Roos, Hofstetter, Frey y Mader, 2014).

Las lesiones y trastornos músculo esqueléticos son la razón principal de la morbilidad y la incapacidad temporal en las poblaciones militares. En donde la morbilidad asociada a lesiones es más de cinco veces mayor que la asociada con la enfermedad de los reclutas (Knapik, Bullock, Canada, Toney, Wells, Hoedebeck et al, 2004; Kaufman, Brodine, y Shaffer, 2000). Pese a esto, en el contexto militar, ha habido pocos estudios de intervención realizados sobre este tema (Goodall, Pope, Coyle y Neumayer, 2013).

Además, los trastornos músculo esqueléticos durante el servicio militar tendrían también importancia desde el punto de vista sanitario poblacional en algunas naciones, donde la mayoría de la población joven deben cumplir con un periodo de conscripción militar. Lo que convierte la situación en una problemática sustancial real y resultando importante hacer hincapié sobre la prevención en esta población de estudio. (Taanila, Suni, Pihlajamäki, Mattila, Ohrankämnen, Vuorinen y Parkkari, 2010; Mattila, Parkkari, Korpela y Pihlajamaki, 2006; Knapik, Hauret, Arnold, Canham-Chervak, Mansfield, Hoedebecke et al, 2003; Almeida, Williams, Shaffer y Brodine, 1999).

Debido a estos antecedentes, esta revisión se centrará en determinar los métodos preventivos existentes, que se han investigado, para reducir la

incidencia de lesiones músculo esqueléticas causadas por el entrenamiento en recintos de formación militar.

2. MARCO TEORICO

2.1 Actividad física

La definición de la actividad física ha variado entre numerosos investigadores, y también ha dado lugar a un alto grado de variabilidad de unidades medibles (Morken, Magerøy y Moen, 2007). Pese a esto se define actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía (Organización Mundial de la Salud, 2015). Además Morken *et al* (2007) hace referencia a la actividad física como un estilo de vida, la cual incluye todas las actividades de ocio, laborales o domésticas que son al menos de moderada a vigorosa intensidad, que pueden ser o no planificadas y que forman parte de la vida cotidiana.

Estudios de revisión sobre la relación dosis-respuesta entre la actividad física y la salud son concluyentes sobre que varios parámetros de salud (Composición corporal, peso, pulso, presión arterial, capacidad vital, hemograma, composición de la orina, entre otras) están relacionados con la

cantidad de actividad física, realizada de una manera graduada, en las personas (Morken *et al* 2007). Existe evidencia creciente, para todo tipo de público, que la actividad física es importante en la prevención y el tratamiento de algunas de las condiciones más considerables de nuestro tiempo (Lauersen, Bertelsen y Andersen, 2014). Como por ejemplo, las enfermedades cardiovasculares, apoplejía isquémica, muerte prematura, cáncer de colon, cáncer de mama, depresión y la diabetes mellitus tipo II, síndrome metabólico, entre otras enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008; Morken *et al*, 2007; OMS, 2015). Además, ha demostrado ser esencial para la salud en general y la longevidad (Warburton, Nicol y Bredin, 2006).

Según el U.S. Department of Health and Human Services (2008) se recomienda realizar ejercicios aeróbicos para obtener beneficios sustanciales para la salud. En el caso de los adultos, se deben realizar semanalmente por lo menos 150 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada, 75 minutos de actividad aeróbica de intensidad vigorosa, o una combinación equivalente.

La actividad física es una parte integral de la vida de millones de personas en todo el mundo, incluyendo a los atletas, soldados, las personas que se ocupan de la aptitud y el bienestar general, y las personas que tratan de

prevenir o tratar una serie de diferentes condiciones médicas (Brushøj, Larsen, Albrecht-Beste, Bachmann, Løye y Hölmich, 2008). Sin embargo, a pesar de los beneficios para la salud que esta trae consigo, los niveles de actividad física han disminuido con el tiempo, tanto en los países de altos ingresos, como en los países de medianos y bajos ingresos (Harvey, Hotopf, Overland y Mykletun, 2010; Knuth, Bacchieri, Victora y Hallal, 2010). Menos de la mitad de la población de adultos estadounidenses reunieron el mínimo de condiciones para la actividad aeróbica y casi un tercio de los adultos eran físicamente inactivos en 2011 (Schiller, Lucas y Peregoy, 2012).

Además de los factores clásicamente asociados a la práctica de la actividad física, como la edad, sexo, escolaridad y nivel socioeconómico (Lindstrom, Hanson y Ostergren, 2001 ; Zanchetta, Barros, César, Carandina, Goldbaum y Alves, 2010), otros factores, como los cambios en los procesos de trabajo, la incorporación de nuevas tecnologías en la vida cotidiana de las personas, la falta de tiempo disponible para el ocio y el estrés de la vida diaria, han demostrado que tienen un impacto en los niveles de actividad física de las poblaciones (Knuth *et al*, 2010 ; Wemme y Rosvall, 2005).

Por otro lado, respecto a la realidad de nuestro país, según la encuesta nacional de hábitos de actividad física y deportes en la población chilena de 18 años y más, el nivel de sedentarismo en Chile es de un 82,7%, y sólo un

17,3% realiza actividad física 3 o más veces a la semana (Universidad de Concepción, 2012). En contraste con los EE.UU. en donde, el 24% de la población es regularmente activa físicamente de manera vigorosa (Centers for Disease Control and Prevention, 2010).

2.2 Entrenamiento deportivo

El ejercicio, es una variedad de la actividad física, el cual es planificado, estructurado, repetitivo y realizado con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física (Organización Mundial de la Salud, 2015). Diferente a cuando hablamos del concepto de deporte, entiéndase por este a cualquier forma de actividad física que, a través de participación organizada o no, tiene por objeto la expresión o mejoría de la condición física y psíquica, el desarrollo de las relaciones sociales y la obtención de resultados en competición a todos los niveles (Carta Europea del deporte, 1992). Para la práctica de este último se requiere de entrenamiento, definiéndose este como un proceso planificado y complejo que organiza cargas de trabajo progresivamente crecientes destinadas a estimular los procesos fisiológicos de supercompensación del organismo, favoreciendo el desarrollo de las diferentes capacidades y cualidades físicas, con el objetivo de promover y consolidar el rendimiento deportivo (Mora, 1995).

Históricamente, la razón más común para participar en los deportes ha sido la salud, pero según Atay (2014), recientemente, el éxito deportivo ha superado a la salud como la razón principal para la participación en estos. Los atletas se esfuerzan para lograr el éxito en los deportes, especialmente durante los períodos de la adolescencia y la juventud.

Las personas que participan en deportes tienen una menor mortalidad que aquellos que no lo practican (Andersen, Schnohr, Schroll y Hein, 2000), además de los múltiples beneficios para la salud y efectos preventivos sobre enfermedades crónicas que ya han sido comentados. Sin embargo, también es importante hacer referencia a que su práctica conlleva a un alto riesgo de lesionarse. Diferentes lesiones de tejidos blandos, huesos, ligamentos, tendones, y lesiones nerviosas pueden ocurrir en atletas de todas edades (Atay, 2014).

Según la Comisión europea de deportes y actividad física (2010), en Europa, sólo el 40% de la población adulta participa en algún deporte con cierta regularidad, que van desde el 72% en Finlandia, hasta sólo el 13% en Bulgaria. Por otro lado, si bien cuesta encontrar datos fidedignos sobre la población Chilena, sin embargo, se ha estimado que solo el 6,1 % de la población pertenece a alguna organización deportiva (Universidad de Concepción, 2012).

Los deportistas requieren de un entrenamiento físico planificado y constante, basado en los principios del entrenamiento y en el tipo de deporte que realizan. Los atletas que participan en deportes en equipo suelen realizar esfuerzos máximos o sub-máximos durante un juego (por ejemplo, aceleraciones, cambios de ritmo y dirección, sprints, saltos y patadas), intercalados con intervalos de recuperación breves (Bishop y Girard, 2013). Los atletas de élite, que juegan deportes en equipo, pueden cubrir 8.14 km a una intensidad media del ~85-90% de su frecuencia cardíaca máxima (FCmax) o 75-80% de su consumo máximo de oxígeno (VO2max) (Spencer, Bishop y Dawson, 2005; Aughey, 2013). Las exigencias físicas son, por tanto, complejas y requiere de velocidad, agilidad, fuerza muscular muy desarrollada, potencia y resistencia de los deportistas. Además estos también requieren la capacidad de ejecutar repetidamente habilidades motoras complejas (por ejemplo, pasar, defender y hacer frente) bajo presión y durante la fatiga (Bishop *et al* 2013).

Esto sugiere que el entrenamiento de los deportistas debe tener una base pluridisciplinar importante. Mucho esfuerzo va en el diseño de programas de formación para mejorar las capacidades fisiológicas, con beneficios esperados para el desarrollo de mejoras en las aptitudes físicas de los individuos y el rendimiento deportivo del equipo. Modalidad que ha sido adoptada en los programas de entrenamiento de diversas instituciones

deportivas, personas aficionadas del deporte, como por instituciones militares a nivel mundial.

2.3 Entrenamiento militar

Durante un periodo de formación militar normal los reclutas se someten a una carga de entrenamiento elevada debido a la realización de actividad física constante, que se acompaña en varias instituciones militares con la práctica y entrenamiento de disciplinas deportivas, ya sea de forma competitiva o aficionada.

Debido al esfuerzo físico extenuante involucrado en las actividades del personal militar, un alto nivel de aptitud física es requerido por el individuo y, por lo tanto, los reclutas participan de un riguroso programa de entrenamiento durante los primeros meses del servicio militar obligatorio (Rosendal *et al*, 2003). Una cuestión fundamental en toda institución militar es equilibrar los requisitos del trabajo físico exigente y las capacidades físicas propias del soldado para prevenir problemas de salud (Wyss *et al*, 2014). Es por ello que resulta importante que el entrenamiento físico en recintos militares sea de tal norma que los soldados pasen a estar cualificados para tareas que exigen buena aptitud física (Dyrstad, Soltvedt, y Hallen, 2006).

El concepto de optimización del rendimiento humano ha ganado mucha atención dentro de los militares en los últimos años. Si bien hay múltiples facetas (física, nutricional, cognitiva, psicológica, etc.) que tienen que ser abordados por un individuo para alcanzar el nivel más alto de rendimiento, el entrenamiento físico y capacidad física funcional es sin duda un componente clave (Thelen y Koppenhaver, 2015). Es así como dentro de los programas específicos para la formación del ejército, resulta común tratar al soldado como un "atleta táctico". En consecuencia, estos programas de entrenamiento físico son similares a los programas de fuerza y acondicionamiento desarrollados a nivel profesional, incorporando entrenamiento aeróbico y anaeróbico, así como la fuerza muscular, resistencia y agilidad (John, Timothy, Crawford, Lovalekar, Nagai, Deluzio *et al*, 2010).

Algunas características que se destacan durante el entrenamiento en un recinto militar son: las demandas físicas altas, grandes distancias recorridas a pie, la monotonía en las exigencias físicas semanales, poco tiempo de formación física relacionada con el deporte y poco tiempo para el descanso nocturno (Wyss *et al*, 2014). Para la mejora en la condición física se trabaja sobre el volumen, la frecuencia, la intensidad y el modo de entrenamiento. En el servicio militar noruego la carga de entrenamiento fue de 8,5 horas a la semana durante 1 periodo básico de entrenamiento y 35% más bajo después de este y por lo general se realizó en uniforme en baja a moderada

intensidad. Además, según el reglamento, el soldado debe ser alentado a realizar entrenamiento físico adicional durante su tiempo libre (Dyrstad *et al*, 2006).

Otros estudios difieren sobre estas variables, incluso se contradice la idea anterior. Por ejemplo, Thelen *et al* (2015) hace mención a la triada del rendimiento, en donde por iniciativa del ejército los componentes como la nutrición y el descanso nocturno si son considerados como parte fundamental en la mejora del rendimiento del soldado.

Para Dyrstad *et al* (2006) también se debe enfatizar sobre las actitudes que toman los comandantes frente al ejercicio en los reclutas, la participación de estos en las sesiones de ejercicios programadas y que el liderazgo afecta sobre los resultados finales en la aptitud física del recluta.

En lo que ha gasto energético diario promedio respecta, este es similar en los reclutas de recintos militares de varias naciones, este sería de 17-18 MJ / día, el cual es considerado alto (Forbes-Ewan, 2004). Gran parte del requerimiento se debe a los exigentes ejercicios de manipulación de materiales, muchos estudios concluyeron que las actividades de manipulación de materiales son lo más frecuente y por lo tanto el requisito

físico más relevante de todas las tareas y exigencias físicas militares (Sharp, Rosenberger y Knapik, 2009).

La realización de actividad deportiva está presente durante un programa básico de entrenamiento militar, siendo diferente los tiempos de dedicación a esta en varias naciones. Variando de los 122 minutos para las escuelas suizas a los 284 minutos a la semana durante el periodo básico de entrenamiento en los reclutas del Reino Unido (Wyss *et al*, 2014).

Un periodo de entrenamiento básico militar puede llegar a no tener las horas de descanso nocturno apropiadas. Se ha demostrado que se necesitan 8 horas de descanso nocturno en un entorno militar. Incluso 1 hora menos mostró una pequeña, pero inmediata disminución en el rendimiento cognitivo y el rendimiento físico (Belenky, Wesensten, Thorne, Thomas, Sing, Redmond *et al*, 2003).

El entrenamiento militar afecta una serie de parámetros fisiológicos en los reclutas, como lo es el índice de masa corporal (IMC), pliegues cutáneos, capacidad aeróbica y la fuerza muscular. Algunos estudios han medido también cambios funcionales durante el entrenamiento básico militar. Respecto a la fuerza se han mostrado resultados contradictorios, algunos evidencian una mayor resistencia, mantención de esta o incluso pérdida de

fuerza muscular durante un entrenamiento militar (Rosendal *et al*, 2003). En el servicio militar noruego, por ejemplo, Dyrstad *et al* (2006) encontró que la cantidad de ejercicios de resistencia y fuerza muscular de alta intensidad es bajo como para mejorar la resistencia y fuerza muscular de los soldados.

La alta exigencia de entrenamiento tanto netamente militar como deportiva, acompañada de todos los factores de riesgo que llevan al desgaste e inapropiada recuperación del organismo del recluta lo lleva a padecer de lesiones músculo esqueléticas. Es por esto que, según John *et al* (2010), el entrenamiento físico para el personal del ejército de los EE.UU. se ha centrado en una combinación de prevención de lesiones y optimización del rendimiento, para contrarrestar las lesiones músculo esqueléticas no intencionales y maximizar las capacidades guerreras.

2.4 Lesiones músculo esqueléticas

Las lesiones músculo esqueléticas son una causa líder en morbilidad en poblaciones activas, llevando una carga considerable en aquellos que son afectados y para la sociedad (Teyhen, Bergeron, Deuster, Baumgartner, Beutler, de la Motte *et al*, 2014). De ellas incluyen una formación amplia de condiciones médicas que involucran estructuras como el músculo, tendón, nervio, ligamento y tejido óseo (Zambraski y Yancosek, 2012). Estas

lesiones pueden ocurrir de manera aguda por medio de trauma directo, o de manera crónica por estrés repetitivo, al ser episódica recurrente. También las lesiones pueden ser clasificadas de acuerdo a su tipo de lesión, como lo son los casos de desgarros musculares, contusiones, esguinces, fracturas y luxaciones (Zambraski et al, 2012; Frisch, Croisier, Urhausen, Seil, Theisen, 2009).

Respecto a las zonas del cuerpo mayormente afectadas, se describe que debido a su localización anatómica, las articulaciones del tobillo y de la rodilla son sometidas a una fuerza tremenda durante el ejercicio y la actividad física. Por lo tanto, no es sorprendente que ellos sean los sitios más comunes de lesión, por lo general representan el 50% y el 60% de todas las lesiones deportivas (Parkkari, Taanila, Suni, Mattila, Ohtankämmen, Vuorinen *et al*, 2011).

La promoción de un estilo de vida saludable por medio del entrenamiento físico es mundialmente aceptada, particularmente por los efectos benéficos sobre nuestra salud. La práctica de deporte de forma regular facilita el desarrollo de destrezas de movimiento fundamentales, y ayuda a prevenir complicaciones relacionadas a la inactividad. Desafortunadamente, el aumento tanto en la intensidad como en el volumen de la práctica deportiva, lleva a lesiones en los tejidos corporales (Frisch *et al*, 2009; Molloy *et al*,

2012). El aumento de los niveles de actividad física en el tiempo de ocio y la participación deportiva han reportado mayor incidencia de lesiones en algunos grupos poblacionales, siendo prácticamente el único inconveniente del ejercicio (Lauersen *et al.*, 2014). A esto se le conoce como “la paradoja del ejercicio”, en donde la práctica del ejercicio físico en un comienzo puede llevar a riesgo de lesión, el cual disminuye al obtener las adaptaciones y beneficios de la práctica a largo plazo.

Las lesiones músculo esqueléticas son comunes entre los deportistas de élite. Aunque la naturaleza de tales lesiones varía entre los diferentes deportes, la gran mayoría de las lesiones se deben a una combinación de factores, por lo que es muy difícil establecer el mecanismo específico que conduce a una lesión. Pese a esto se entiende que las lesiones músculo esqueléticas por lo general se producen cuando hay una sobrecarga de las estructuras que supera la capacidad de regeneración o adaptación (Saragiotto, Pierro y Lopes, 2014).

En relación específicamente a las extremidades inferiores. A pesar de los beneficios para la salud asociados con el correr, han surgido preocupaciones a nivel mundial sobre la alta incidencia de lesiones músculo esqueléticas en esta parte del cuerpo. (Yeung y Yeung, 2001). Esto porque la participación en actividades físicas, como el correr, conlleva un riesgo importante para el

desarrollo de lesiones por uso excesivo. Los estudios realizados en distintas partes del mundo, han reportado tasas de lesiones entre los corredores de 25% a 65%, como el 29,5% entre los atletas que se preparan para correr la maratón de Vancouver, Canada (Taunton, Ryan, Clement, McKenzie, Lloyd-Smith y Zumbo, 2003), los atletas universitarios de EE.UU. en 51% (Sallis, Jones, Sunshine, Smith y Simon, 2001) y entre los soldados del 20% al 50%, según los diferentes estudios realizados en EE.UU que considera la revisión de Kaufman *et al*, 2000.

Varios factores de riesgo parecen estar asociados con la incidencia de lesión del corredor. En la revisión de Yeung y Yeung (2001) se considera el kilometraje semanal, los antecedentes de lesiones anteriores por correr, el número de años de entrenamiento, las características del entrenamiento (velocidad, frecuencia, superficie y tiempo), la superficie en donde se lleva a cabo el entrenamiento y el tipo de pie. Mientras que la edad avanzada destaca con un mayor riesgo de lesiones en la mayoría de los estudios (Taanila, Suni, Pihlajamäki, Mattila, Ohrankämmen, Vuorinen *et al*, 2010).

Como se ha descrito, los orígenes de las lesiones por uso excesivo de las extremidades inferiores son multifactoriales (Murphy, Connolly y Beynnon, 2003), pero en conjunto a la biomecánica anormal de la marcha (Brukner, 2000), un aumento brusco en el nivel de actividad son considerados factores

de riesgo críticos. (Fredericson y Misra, 2007). Esto ocurre en una serie de situaciones: cuando las personas con un estilo de vida sedentario ocupan el ejercicio para mejorar la salud; cuando los atletas recreativos aspiran a metas más difíciles; cuando se eligen los atletas talentosos de ligas menores para practicar con equipos de nivel más avanzado; cuando un atleta se matricula en las escuelas deportivas; o cuando los soldados son sometidos a entrenamiento militar básico (Brushøj *et al*, 2008).

Como se ha visto, se han identificado múltiples factores de riesgo para lesiones relacionadas al entrenamiento (Molloy *et al*, 2012). Muchas de estas se presentarían en un ambiente militar, lo que hace materia de análisis la relación existente entre las lesiones músculo esqueléticas y el entrenamiento en recintos militares.

2.5 Lesiones por entrenamiento militar

Como ya ha sido descrito, la actividad física regular está fuertemente recomendada por sus múltiples beneficios para la salud. Sin embargo, con el aumento de la cantidad de actividad física, como después de la llegada al servicio militar, también hay un mayor riesgo de lesiones músculo esqueléticas (Taanila *et al*, 2009). El entrenamiento físico militar no está exento de riesgos y las lesiones de los soldados son comunes tanto como en

actividades de formación básica, como lesiones debidas al entrenamiento militar en si mismo (Wilkinson, Blacker, Richmond, Horner, Rayson, Spiess *et al.*, 2011).

A pesar del gran número de lesiones, existe escasez de datos epidemiológicos a nivel mundial, relativos a las causas y los factores de riesgo de lesiones o trastornos músculo esqueléticos durante el servicio militar obligatorio. Los soldados profesionales en los Estados Unidos han sido el objetivo principal de la investigación de lesiones en el entorno del ejército, pero estos resultados no son directamente comparables con los de un ejército de conscripción, sector del que falta investigación. El número de reclutas, su calidad y la motivación, así como las prácticas y programas de entrenamiento difieren sustancialmente entre el ejército profesional y los recintos militares de formación (Taanila *et al*, 2009).

Sin embargo, algunos estudios concluyen que existe una alta prevalencia de trastornos músculo esqueléticos en personal militar (Lincoln, Smith, Amoroso y Bell, 2002; Balcom y Moore, 2000). A estos trastornos se les considera como la fuente más frecuente de discapacidad entre los soldados del ejército de Estados Unidos y personal de la Armada (Bohnker *et al*, 2003). De hecho son varios los estudios que describen lesiones músculo esqueléticas frecuentes causadas por el entrenamiento físico entre el personal militar

(Neath y Quail, 2001). Datos que nos acercan de algún modo a la realidad de los recintos militares de formación.

Un ejemplo son las cifras de las fuerzas militares Canadienses. En donde las lesiones representan la principal causa de morbilidad y mortalidad en el ejército. Durante el periodo 2008/2009, el organismo de “información de reconocimiento de salud y estilos de vida” (HLIS) encontró que en los anteriores 12 meses, el 23% del personal de las fuerzas Canadienses (CF) había sufrido una lesión por esfuerzo repetitivo y el 21% una lesión aguda. Estas lesiones se atribuyeron principalmente a la formación física, el deporte y entrenamiento militares (Valle y Payne, 2010).

En un estudio realizado en la “Escuela Naval Arturo Prat de Valparaíso” por Díaz, Ketels, Villalobos y Fleming (2014), nos acercan a la realidad nacional, en donde 115 cadetes seleccionados olímpicos de una muestra de 170, refieren haber sufrido alguna lesión en el último año (es decir un 67,6% de la población), además de estos el 32,2% presentó más de una lesión en este periodo.

Respecto a las problemáticas músculo esqueléticas más comunes. Se ha descrito que los problemas músculo esqueléticos más comunes en el ejército danés son lesiones de espalda, problemas de rodilla, calambres en las

piernas, la tendinitis de Aquiles y esguinces de tobillos (Larsen, Weidich y Leboeuf-Yde, 2002). Mientras que en Chile, para los seleccionados olímpicos de la “Escuela Naval Arturo Prat de Valparaíso”, el tipo de lesión con mayor incidencia fue el esguince (46,1%), seguido por lesión muscular (40%), tendinitis (28,7%), contusiones (10,4%), fracturas-luxofracturas o luxaciones (7%), heridas en la piel (3,5%) y rupturas traumáticas (2,6%) (Díaz *et al*, 2014). Datos que nos hace pensar en que el uso excesivo o la acumulación de la carga de entrenamiento son los principales precursores de lesiones y no los posibles eventos traumáticos propios de las actividades deportivas practicadas.

Otra lesión reconocida en este ambiente es el dolor anterior de rodilla por uso excesivo (AKP). Este es considerado el principal causante de desgaste por entrenamiento en reclutas (Gemmell, 2002) y tiene un efecto debilitante sobre los lesionados, que restringen o ven terminada su participación en la actividad física militar (Clark, Downing, Mitchell, Coulson, Syzpryt y Doherty, 2009). La prevención de este tipo de lesiones es cada vez más importante en las poblaciones tanto civiles, como militares (Olsen, Mykleburst, Engebretsen, Holme y Bahr, 2005).

Está claro que el mecanismo causal de la gran incidencia de lesiones músculo esqueléticas en el ambiente militar es el uso excesivo de miembros

inferiores, lo cual es muy común en el entrenamiento militar inicial (Yates y White, 2004). El cúmulo de lesiones causadas por esta vía incluyen: el síndrome de estrés tibial medial, fracturas por estrés, dolor anterior de la rodilla y dolor patelofemoral, la tendinopatía del tendón de Aquiles, y la fascitis plantar. El uso excesivo se acompaña con que gran parte de entrenamiento militar inicial implica un rápido incremento en el volumen y la intensidad del entrenamiento (Franklyn-Miller, Wilson, Bilzon y McCrory, 2011).

Una estrategia de mejora del rendimiento adoptada por los reclutas militares, ha girado en torno a aumentar el volumen de entrenamiento y la intensidad para los eventos en los que se desea mejorar en la “Prueba de Aptitud física del Ejército” (APFT). Se espera que para la preparación los reclutas seleccionen ejercicios preparatorios que probablemente darán resultados óptimos en la prueba, si se produce el entrenamiento sobre una base consistente. Este no es siempre el caso, algunos optan por una estrategia de ejercicio basado en la facilidad de movimiento o la comodidad, sin importar cómo biomecánicamente o fisiológicamente se realice, lo cual lleva a malos resultados y posibles lesiones (Thelen *et al*, 2015).

Aunque se describe que los principios fundamentales del entrenamiento son: mejorar la condición cardiovascular, la composición corporal, la resistencia

muscular, la fuerza y la flexibilidad. Se ha visto que el entrenamiento militar todavía se enfatiza en la capacitación para el desempeño en la APFT. Por un lado esta evaluación incluye algunas de las características críticas para lograr la preparación física y el rendimiento óptimos, pero dicha formación aislada aumenta el riesgo de ciertas lesiones músculo esqueléticas (Kaufman *et al*, 2000). Para los investigadores y médicos, tal vez, esta situación se deba a sujetos impacientes para estar en mejor forma (van Mechelen, 1995) o se deba a instituciones de formación militar que otorgan un limitado período de tiempo para mejorar el rendimiento físico adecuadamente para estas pruebas (Brushøj *et al*, 2008).

Por último, a lo que este tema respecta, el estudio de Taanila *et al* (2010) mostró que un bajo nivel de aptitud cardiorrespiratoria, expresada por los malos resultados de una prueba de corrida de 12 minutos durante el entrenamiento del servicio militar está fuertemente asociado con trastornos músculo esqueléticos de una manera dosis-respuesta. Además, la obesidad abdominal, el alto índice de masa corporal, los síntomas músculo esqueléticos anteriores, el éxito escolar deficiente y las exigentes tareas físicas del entrenamiento militar, están claramente asociados con los trastornos músculo esqueléticos.

2.6 Prevención de lesiones músculo esqueléticas que surgen a partir de la actividad física

El rápido aumento del número de lesiones músculo esqueléticas inducido por la actividad entre los adolescentes y los adultos jóvenes se considera actualmente una verdadera carga para la salud pública (Tiirikainen, Lounamaa, Paavola, Kumpula y Parkkari, 2008). Además, por otro lado, estas lesiones por uso excesivo tienen la posibilidad de establecer, temporalmente o definitivamente, fin a la capacidad para realizar actividades físicas en las personas. Por lo tanto, debe hacerse hincapié en la prevención (Blond y Hansen, 1998).

En el corto plazo, las lesiones relacionadas con el deporte pueden causar dolor, ausencia del trabajo, la pérdida de tiempo para el entrenamiento y la competencia, y los costos financieros asociados. Sin embargo, por otro lado, las lesiones músculo esqueléticas son también un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades como la artrosis (Muthuri, McWilliams, Doherty y Zhang, 2011).

Las lesiones músculo esqueléticas son comunes entre los deportistas de élite. Aunque la naturaleza de tales lesiones varía entre los diferentes deportes, la gran mayoría de las lesiones se deben a una combinación de

factores, por lo que es muy difícil establecer el mecanismo específico que conduce a una lesión (Meeuwisse, Tyreman, Hagel y Emery, 2007; Silva, Bittencourt, Mendonça, Tirado, Sampaio y Fonseca, 2011).

Para determinar planes de acción al respecto se han establecido varios modelos preventivos. Uno de los más utilizados y antiguos es el expuesto por van Mechelen, Hlobil y Kemper (1992), el cual establece cuatro pasos de acción: 1) la identificación de la magnitud del problema (prevalencia e incidencia de las lesiones); 2) la identificación de la causa y el mecanismo de la lesión; 3) la implementación de una estrategia de intervención destinada a la prevención de lesiones; y 4) la medición de la eficacia de la estrategia de intervención implementada en el paso 3 mediante la repetición de las evaluaciones que se indican en el paso 1.

Otro modelo formulado en estos tiempos se ha centrado en los factores de riesgo intrínseco y extrínseco para la lesión. Ensayos recientes han encontrado que este enfoque es eficaz en la prevención de lesiones de las extremidades inferiores agudas (Olsen *et al.*, 2005; Wedderkopp, Kalltoft, Holm y Froberg, 2003) y se ha sugerido como una manera de prevenir lesiones por uso excesivo (Parkkari, Kujala y Kannus, 2001). Sin embargo, no se incluye explícitamente las características del comportamiento, ni las creencias de los atletas y profesionales involucrados en los deportes

(Meeuwisse *et al*, 2007). Se resumen los conceptos centrales de la prevención de lesiones deportivas como extrínsecas (incluyendo exposiciones, medio ambiente, equipos) e intrínsecas (incluidas las características físicas, la aptitud, la capacidad, la edad, el género y psicología) como factores de riesgo (Parkkari *et al*, 2001).

A partir de los modelos antes expuestos, Finch (2006) habla de un nuevo modelo de prevención que toma en cuenta el contexto de las intervenciones anteriores, e incluye las características de comportamiento de los deportistas y profesionales del deporte en las estrategias de prevención. Estas creencias o comportamientos pueden contribuir a la planificación de las intervenciones más adecuadas y para la selección de estrategias para la implementación de programas más eficaces para la prevención de las lesiones deportivas (Finch, 2006; van Wilgen y Verhagen, 2012).

Se han investigado algunas estrategias de prevención para las lesiones músculo esqueléticas. Según Lauersen *et al* (2014), la prevención de lesiones deportivas por diferentes tipos de entrenamientos de fuerza, ejercicios de propiocepción, programas de estiramientos y la combinaciones de éstos, es accesible a todos y esencialmente requiere de la asistencia de personal médico limitado.

Según Saragiotto *et al* (2014) los principales factores reportados por los participantes, asociados con la aparición de las lesiones fueron: sobre entrenamiento, técnica deportiva inadecuada, nutrición inadecuada y aspectos relacionados con el comportamiento de los atletas. Las principales estrategias para la prevención de lesiones reportadas por los participantes del estudio eran ejercicios de fortalecimiento muscular, asesoramiento nutricional y la provisión de una sesión de orientación o información sobre el tema. Por otro lado, la edad, el género y el tipo de actividad deportiva afectan también la incidencia de lesiones. Por lo tanto, para evitar lesiones entre los atletas, sería necesario además examinar el historial de lesiones de estos y para llevar a cabo una evaluación física antes de participar en deportes (Hergenroeder, 1998).

En líneas generales respecto a las alternativas preventivas estudiadas, el estudio de Lauersen *et al* (2014) nos dice que la actividad física ha demostrado reducir efectivamente las lesiones deportivas. Los estiramientos no han demostrado ningún efecto beneficioso, mientras que programas de intervención múltiple, propiocepción y entrenamiento de la fuerza, en ese orden, mostró una tendencia hacia el aumento del efecto, en donde el entrenamiento de fuerza por si sola reduciría las lesiones deportivas a menos de un tercio. Ambas lesiones, agudas y por uso excesivo podrían ser significativamente reducidas con estas estrategias, a excepción de los estiramientos.

Otra alternativa ya estudiada son las ortesis para absorción de choque (BSO) que se utilizan con frecuencia en la prevención y tratamiento de problemas de espalda y de las extremidades inferiores (Larsen *et al*, 2002). En varios estudios aleatorizados y controlados, los investigadores concluyen que la prevención de lesiones por uso excesivo en la espalda y las extremidades inferiores mediante el uso de plantillas de absorción de choque si es posible (Sherman, Karstetter, May y Woerman, 1996).

Hay evidencia de estudios recientes, que muestran que las intervenciones preventivas que involucran el equilibrio y entrenamiento de la agilidad, son eficaces en la reducción de lesiones en las extremidades inferiores en deportes específicos (Myklebust, Engebretsen, Braekken, Skiolberg, Olsen y Bahr, 2003; Olsen *et al*, 2005; Verhagen, Van der Beek, Twisk, Bouter, Bahr y Mechelen, 2004). El consenso de estos estudios es que el entrenamiento del equilibrio y de la agilidad mejora el control motor, al perfeccionar las sinergias musculares y la exactitud de movimiento de las extremidades inferiores antes y durante la actividad dinámica (Goodall *et al.*, 2013).

Como ya se ha descrito, el aumento de la carga de entrenamiento es uno de los componentes culpables de las altas incidencias de lesiones deportivas. Una obvia y, en teoría, una buena manera de prevenirlo, sería asegurar un

aumento gradual de la carga. Este enfoque ha sido defendido en la literatura (Fredericson y Misra, 2007).

Otro tema de estudio que ha estado en boga es el del entrenamiento neuromuscular, varios estudios han demostrado que un programa de entrenamiento neuromuscular puede reducir el riesgo de lesiones de tobillo y rodilla en atletas (Wedderkopp *et al*, 2003).

Por otro lado, se desconoce si los efectos a corto plazo de un programa de ejercicios de estabilización del núcleo (CORE) sin entrenamiento basado en abdominales, pueden resultar en la disminución de la incidencia de lesiones músculo esqueléticas, en comparación con el entrenamiento tradicional (Childs, Teyhen, Casey, McCoy-Singh, Feldtmann, Wright *et al*, 2010). Ya se ha demostrado que estos ejercicios deben ser prescritos, porque se basan en la activación muscular controlada, una mínima carga de entrenamiento, requieren movimientos mínimos del tronco, responden mejor a la función de los músculos y contribuyen a la mejora del control axial (Richardson y Jull, 1995), lo cual reduce al mínimo las fuerzas potencialmente nocivas para la columna lumbar y disminuye las lesiones músculo esqueléticas en esta zona (Axler y McGill, 1997).

Al centrarnos en la actividad física como método preventivo, se estima que poco se sabe de esta, como un factor protector de los trastornos músculo esqueléticos (Morken *et al*, 2007). Se desconoce si un programa de ejercicio puede prevenir lesiones por uso excesivo de la extremidad inferior (Brushøj *et al*, 2008). Sin embargo, un estudio de revisión de los programas de actividad física del lugar de trabajo demostró efectos positivos sobre los trastornos músculo esqueléticos (Proper, Koning, van der Beek, Hildebrandt, Bosscher, van Mechelen, 2003). Pese a esto existen resultados inconsistentes al respecto. En el estudio de Hoogendoorn, van Poppel, Bongers, Koes y Bouter (1999) no se demostró ninguna evidencia para el efecto, mientras que Vuori (2001) llegó a la conclusión de que la actividad física de ocio es eficaz en la prevención del dolor de espalda baja para la población común y aficionada del deporte (no militar, ni deportista de élite). Sin embargo, lo controversial de este punto, es que las actividades deportivas y el entrenamiento físico también son fuentes de lesiones músculo esqueléticas (Brukner, Crossley, Morris, Bartold y Elliott, 2006).

Luego de exponer todos estos estudios nos podemos percatar que existe otra problemática respecto al tema. La mayoría de los estudios hasta la fecha han examinado las poblaciones de los deportes de élite y muy pocos han investigado lesiones deportivas en las personas que participan en deportes o realizan ejercicio de forma recreativa, a pesar de que estos participantes representan el grueso de la población por el ejercicio activo

(Grice, Kingsbury y Conaghan, 2014) transformándolo en una gran problemática, por la falta de información en esta población.

Por último, es necesario recalcar que los factores psicológicos y sociológicos, en la definición de una lesión por sobreuso son cruciales a la hora de hablar de prevención. La mayoría de los factores de riesgo para lesiones deportivas reportados por entrevistados están relacionados con el comportamiento de los atletas (Saragiotto *et al*, 2014). Pasa que los deportistas y aficionados están más preocupados por el entrenamiento inmediato y no consideran las posibles consecuencias negativas a largo plazo de volver al deporte demasiado pronto luego de alguna molestia (Grice *et al*, 2014). Aunque se han logrado desarrollar con éxito distintos programas de prevención en varias poblaciones deportivas específicas, finalmente estos hallazgos sugieren que hay una considerable necesidad de educar a los deportistas no élite sobre la prevención y el tratamiento de las lesiones.

La situación antes descrita perfectamente puede reflejar la realidad del entrenamiento en un ambiente militar, considerando a los reclutas como deportistas no élite, sin los conocimientos necesarios sobre la prevención de lesiones músculo esqueléticas.

2.7 Prevención de lesiones músculo esqueléticas en recintos o instituciones militares

Las lesiones y trastornos músculo esqueléticos son la razón principal de la morbilidad y la incapacidad temporal en las poblaciones militares. En donde la morbilidad asociada a lesiones es más de cinco veces mayor que la asociada con la enfermedad de los reclutas (Knapik *et al*, 2004; Kaufman *et al*, 2000). Pese a esto, en el contexto militar, ha habido pocos estudios de intervención realizados sobre este tema (Goodall *et al*, 2013).

Existen datos contundentes sobre la alta incidencia de lesiones músculo esqueléticas en recintos de formación militar, tal como fue expuesto anteriormente en el ítem de lesiones músculo esqueléticas por entrenamiento militar. Además, los trastornos músculo esqueléticos durante el servicio militar tendrían también importancia desde el punto de vista sanitario poblacional en algunas naciones, donde la mayoría de la población joven deben cumplir con un periodo de conscripción militar. Resultando importante hacer hincapié sobre la prevención en esta población de estudio. (Taanila *et al*, 2010; Mattila *et al*, 2006; Knapik *et al*, 2003; Almeida *et al*, 1999).

Tanto militares conscriptos, como soldados reducen su entrenamiento y la eficacia operativa, al mismo tiempo que aumentan las exigencias sobre la prestación de atención médica asociada, cuando presentan lesiones músculo esqueléticas. Por lo tanto, los esfuerzos para reducir la incidencia y las tasas de lesiones en todos los tipos de entrenamiento militar, han sido un foco principal para muchas organizaciones militares en años recientes (Wilkinson *et al*, 2011). Pero como se menciona en el estudio de John *et al*, (2010), muchos de los programas se dirigen a los soldados individuales en lugar de a las unidades, lo que puede hacer que sea difícil de implementar un programa preventivo en una escala más grande.

La mayoría de los factores de riesgo observados son modificables y favorables para futuras intervenciones (Taanila *et al*, 2010). Es por esto que, por ejemplo, se llevó a cabo el programa de entrenamiento de preparación física (PRT) de EE.UU., con el fin de proporcionar un estímulo de entrenamiento más equilibrado, prevenir lesiones músculo esqueléticas, y mejorar la condición física en esta población (Knapik, Rieger, Palkoska, Van Camp y Darakjy, 2009; Knapik *et al*, 2003).

La alta prevalencia de trastornos músculo esqueléticos observado en las extremidades inferiores debe ser tomado en cuenta en la planificación de estrategias de prevención. Las fracturas, roturas de ligamentos de la rodilla,

luxaciones y contracturas musculares representaron el mayor número de días de servicios perdidos (Taanila *et al*, 2010).

Pero ¿hacia dónde se debe apuntar en términos de prevención, cuando hablamos de algo tan multifactorial como las lesiones músculo esqueléticas? La aptitud física para el servicio militar es un importante componente médico militar para la preparación y una parte integral del estar en forma para la protección de la salud (Bohner *et al*, 2003). Por lo tanto, mejorar la condición física podría ayudar a prevenir la aparición de trastornos músculo esqueléticos. Por otro lado, para algunos investigadores se considera que la intervención apropiada en la reducción de lesiones por uso excesivo, es la acumulación gradual de la carga de entrenamiento, esto porque se ha visto que es eficaz para corredores recreativos, pero menos fácilmente estructurado de realizar en el ejército, por falta de tiempo (Franklyn-Miller *et al*, 2011).

Han sido investigadas algunas estrategias de prevención, como lo son: La utilización de plantillas absorbentes de impacto (BSO), la cual ha sido exitosa según algunos estudios (Gillespie y Grant, 2000; Larsen *et al* 2002; Finestone y Milgrom 2008), Sin embargo, el hecho de que relativamente pocos reclutas buscan atención para este tipo de prevención de lesiones no resultaría económicamente viable. Además, han sido consideradas

alternativas como el fortalecimiento y ejercicios de estiramiento, los cuales podrían reducir la incidencia por uso excesivo de los miembros inferiores (Brushøj *et al*, 2008). Pese a esto, la gran mayoría de estudios realizados no son ensayos clínicos controlados o realizados en recintos de formación militar.

En fin, sólo unos pocos programas preventivos existentes han sido evaluados para determinar si el riesgo de lesiones se reduce, manteniendo o mejorando el rendimiento físico, incluyendo el APFT (Harman, Gutekunst, Frykman, Nindl, Alemany, Mello *et al*, 2008). De acuerdo con el enfoque de salud pública para la prevención y control de lesiones, es imprescindible monitorear y determinar la eficacia de estas intervenciones de capacitación para reducir lesiones y optimizar el rendimiento (John *et al*, 2010).

Debido a la gran incidencia de los trastornos músculo esqueléticos en esta población y la carga económica que puede significar tanto para el estado, como para las instituciones militares involucradas, es que surge la necesidad de realizar una revisión exhaustiva sobre el tema, para poner en evidencia las alternativas de prevención de lesiones músculo esqueléticas, que ya han sido investigadas dentro de recintos de formación militar.

3 PREGUNTA DE INVESTIGACION

Dada la información planteada en los puntos anteriores, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Se han investigado medidas preventivas que logren reducir la alta incidencia de lesiones músculo esqueléticas, que son provocadas por el entrenamiento en recintos de formación militar?

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar las medidas preventivas, que logren reducir la alta incidencia de lesiones músculo esqueléticas que son provocadas por el entrenamiento en recintos de formación militar.

4.2 Objetivos específicos

- Evidenciar las alternativas de prevención que han sido ocupadas en recintos de formación militar, para la reducción de la incidencia de lesiones músculo esqueléticas generadas por el entrenamiento.
- Clarificar la eficacia de las diferentes medidas de prevención de lesiones músculo esqueléticas por entrenamiento, que han sido ocupadas en recintos de formación militar en el mundo.
- Demostrar si existe la necesidad de realizar mayor investigación, con nuevas alternativas de prevención para las lesiones músculo

esqueléticas por entrenamiento en recintos de formación militar, o si las medidas que han sido estudiadas hasta el momento son suficientes para controlar la alta incidencia de lesiones existentes en esta población.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta revisión se realizó una búsqueda en las bases de datos de PubMed, Scielo y Google Académico.

Los términos claves iniciales de búsqueda utilizados fueron: “prevención”, “lesiones”, “músculo esqueléticas”, “militar”, “ejercito”, “recluta”, “extremidad inferior”, “programa”, “reducir”, “incidencia”, “marina”, “entrenamiento”, “soldado”, “aptitud”. En su traducción al inglés: “prevention”, “injuries”, “musculoskeletal”, “military”, “recruits”, “army”, “lower extremity”, “program”, “reduce”, “incidence”, “marine”, “training”, “soldiers” y “fitness” respectivamente. Siendo ocupados en las combinaciones de búsqueda siguientes: prevention AND injuries AND musculoskeletal AND military, prevention AND injuries AND recruits AND army, lower extremity AND injury AND military AND prevention AND program, reduce AND incidence AND injuries AND marine AND training; y injury AND reduction AND program AND soldiers AND fitness, para los diferentes sitios de búsqueda.

Todo el material obtenido (n=196) del uso de los términos claves anteriormente mencionados para la búsqueda, fueron revisados y se determinó por el contenido del resumen si serían considerados para una primera selección, donde entraron todos los estudios que eran ensayos clínicos controlados o si realizaba alguna intervención sobre la prevención de lesiones músculo esqueléticas en recintos militares, sin considerar restricciones sobre el idioma del artículo y quedando eliminados de forma inmediata artículos repetidos de búsquedas anteriores o que no logran ser encontrados de forma completa “full text” por ningún medio.

Luego del primer filtro de selección califican (n=39) artículos, los cuales son revisados en su totalidad y van siendo descartados para los términos que considera esta revisión bibliográfica.

Se incluyeron en esta revisión todos los ensayos clínicos controlados que investigaban una medida o programa preventivo para disminuir la incidencia de lesiones músculo esqueléticas en recintos militares considerados de formación, que hayan sido publicados entre 2005 y 2015.

Como criterios de exclusión de los artículos se consideraron:

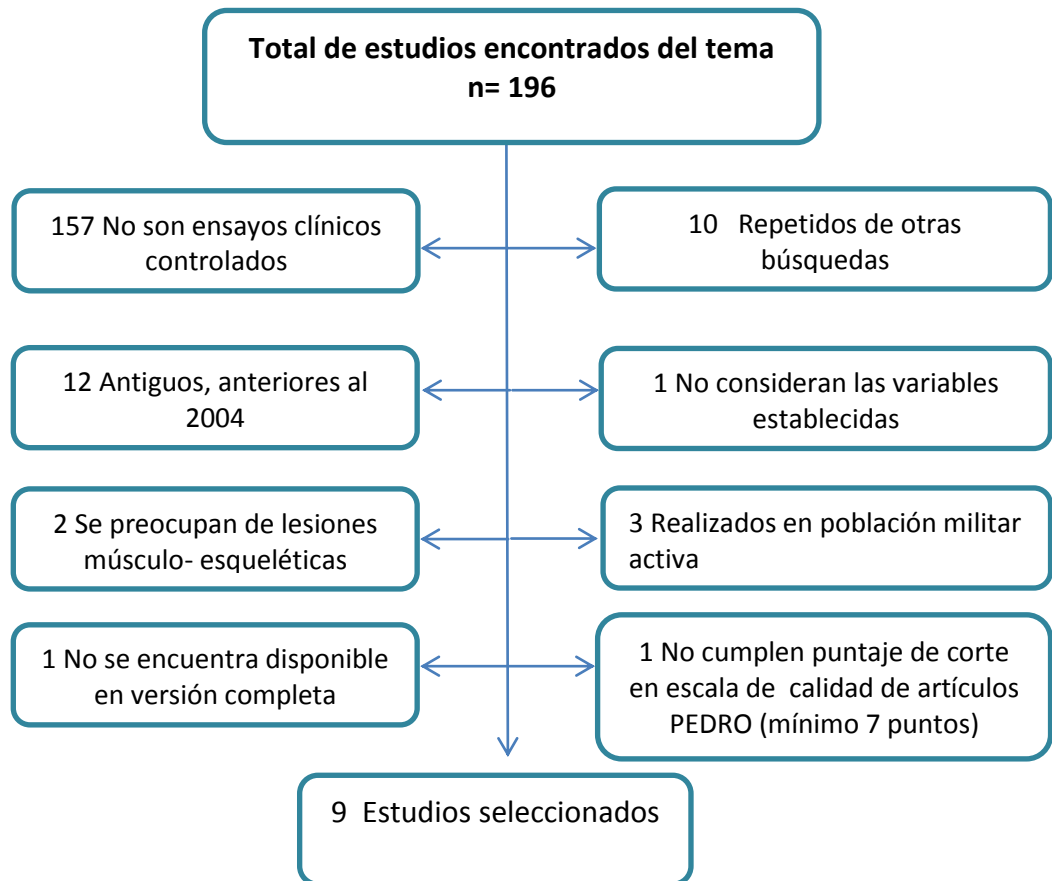
- Estudios realizados fuera de recintos militares.

-
- Estudios realizados durante acciones militares o soldados activos.
 - Estudios realizados en población que no pertenezca a instituciones militares.
 - Estudios que no consideren la incidencia de lesiones músculo esqueléticas en su diseño.
 - Estudios que solo analicen una lesión músculo esquelética puntual.
 - Estudios que realicen más de una intervención como medida preventiva de lesiones músculo esqueléticas (intervenciones múltiples en un mismo grupo si son consideradas).

También fue aplicada la escala de calidad para el artículo científico PEDro en español (Anexo 1). Se consideró los 7 puntos como corte, para seleccionar los artículos como buenos o de calidad para ser ocupados en esta revisión (Anexo 2. Puntajes obtenidos por los diferentes artículos en la escala PEDro).

De esta forma, de los 196 estudios encontrados, 9 cumplieron con el abordaje temático del estudio de acuerdo con los objetivos planteados y los criterios de inclusión y exclusión considerados (Figura 1).

Figura 1. Diagrama resumen para la selección de estudios



6 RESULTADOS

Los 9 estudios seleccionados contemplan una alta calidad metodológica y grandes tamaños muestrales (un “n” total entre todos los estudios de 13.370 pacientes), otorgando resultados consistentes sobre las diferentes alternativas que pueden ser ocupadas por los recintos militares para disminuir las lesiones músculo esqueléticas por entrenamiento de sus reclutas en formación.

De dichas medidas utilizadas, la asignación de zapatillas para correr especiales para cada tipo de pie (arco plantar) fue considerada por 2 estudios, al igual que incluir plantillas amortiguadoras u ortesis de pie.

La realización de programas de ejercicios de fortalecimiento del CORE fue ocupado por 1 estudio, al igual que la alternativa de un programa de calentamiento supervisado por expertos para control del movimiento (DIME).

Mientras que las intervenciones con programas de medidas preventivas múltiples se utilizaron en 3 de ellos: Ejercicios de equilibrio y agilidad; ejercicios de fuerza, agilidad y flexibilidad; y programa de entrenamiento neuromuscular en conjunto a charlas de asesoramiento por expertos.

Las características de cada uno de estos estudios se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Características de los ensayos seleccionados

Año	Autores	Título del artículo (REVISTA)	Recinto o institución militar (población).	Medida preventiva utilizada	Diseño del ensayo
2010	Knapik <i>et al</i>	"Injury reduction effectiveness of assigning running shoes based on plantar shape in Marine Corps basic training".	Reclutas del cuerpo de marines de US	Asignación de zapatillas para correr en base a la forma del arco plantar.	Ensayo clínico aleatorizado controlado
2010	Knapik <i>et al</i>	"Effect on injuries of assigning shoes based on foot shape in air force basic training."	Reclutas en entrenamiento militar básico de la fuerza aérea (BMT). EEUU. Lackland Air Force Base, Texas	Asignación de zapatillas para correr en base a la forma del arco plantar.	Ensayo clínico aleatorizado controlado
2011	Franklyn-Miller <i>et al</i>	"Foot Orthoses in the Prevention of Injury in Initial Military Training"	Cadetes del Britannia Royal Naval College, UK.	Utilización de ortesis de pie (plantillas) en el calzado militar.	Ensayo clínico aleatorizado controlado

Tabla 1. Características de los ensayos seleccionados (continuación).

Año	Autores	Título del artículo (REVISTA)	Recinto o institución militar (población).	Medida preventiva utilizada	Diseño del ensayo
2013	House <i>et al</i>	“Shock-Absorbing Insoles Reduce the Incidence of Lower Limb Overuse Injuries Sustained During Royal Marine Training”	Reclutas del centro naval de Entrenamiento Comando, Lympstone, Reino Unido	Utilización de suelas amortiguadoras en el calzado militar.	Ensayo clínico longitudinal retrospectivo (realizado en 2 fases).
2010	Childs <i>et al</i>	“Effects of traditional sit-up training versus core stabilization exercises on short-term musculoskeletal injuries in US Army soldiers: a cluster randomized trial”	Soldados reclutas de programa de entrenamiento para médicos de combate del ejército de US. Fuerte Sam Houston, San Antonio, Texas	Programa de ejercicios para fortalecimiento del CORE	Ensayo clínico aleatorio grupal
2014	Carow <i>et al</i>	“Risk of Lower Extremity Injury in a Military Cadet Population After a Supervised Injury-Prevention Program”.	Cadete de Formación Básica en academia del ejército de EEUU (USMA).	Dinámica integrada de control del movimiento (DIME). Programa de calentamiento supervisado por expertos.	Clúster-ensayo controlado aleatorio.
2008	Brushøj <i>et al</i>	“Prevention of Overuse Injuries by a Concurrent Exercise Program in Subjects Exposed to an Increase in Training Load”.	Reclutas de Royal Danish Life Guards, Dinamarca.	Intervención múltiple: programa de ejercicios de fuerza, flexibilidad y agilidad con aumento progresivo de la carga para extremidad inferior.	Ensayo aleatorio controlado
2013	Goodall <i>et al</i>	“Balance and agility training does not always decrease lower limb injury risks: a cluster-randomized controlled trial.”	Reclutas del centro de formación del ejército australiano.	Intervención múltiple: Programa de ejercicios de equilibrio y la agilidad.	Ensayo controlado aleatorio grupal
2011	Parkkari <i>et al</i>	“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”.	Reclutas del servicio militar obligatorio de las fuerzas de defensa Pori Brigada, Säkylä, Finlandia.	Intervención múltiple: Programa de entrenamiento neuromuscular y asesoramiento de prevención de lesiones con las metas de aprendizaje cognitivo-conductuales	Ensayo clínico aleatorio controlado

6.1 Estudios que utilizan calzado según la forma del arco plantar

En ambos estudios de Knapik se obtienen resultados muy similares sobre la eficacia para disminuir la incidencia de lesiones con la asignación de zapatilla para correr según la forma del arco plantar del recluta, recolectando los datos en el sistema de registro computacional de las instalaciones militares luego de 12 semanas de entrenamiento básico del cuerpo de marines (n= 1.411)(Knapik, Trone, Swedler, Villasenor, Bullock, Schmied, *et al* (2010b) y 6 semanas en el caso del estudio aplicado en la fuerza aérea de EEUU (n= 2.702) (Knapik, Brosch, Venuto, Swedler, Bullock, Gaines, *et al* (2010a).

Para ambas poblaciones de estudio, la medida analizada tuvo poca influencia sobre el índice global de lesiones. En ambos estudios de Knapik *et al* (2010b) y (2010a) no existieron diferencias significativas entre el grupo control e intervención. Además, según conclusiones de los autores, las tasas de lesiones son ligeramente superiores en el grupo experimental para ambos estudios. (Tablas 2 y 3).

Tabla. 2: Comparación de la incidencia de lesiones de la marina de US, entre el grupo experimental (E) y grupo control (C). Extraída y modificada de Knapik et al (2010 b).

Índice de lesión (lesiones/1000 personas-día)	Hombres			Mujeres		
	C (n=432)	E (n=408)	Valor P	C (n=257)	E (n=314)	Valor P
Por sobreuso	4,14	4,06	0,89	3,29	2,80	0,41
Relacionado con la formación	3,56	3,63	0,88	1,49	2,03	0,48
Completo	5,72	5,76	0,95	6,00	4,96	0,16

Tabla. 3: Comparación de la incidencia de lesiones de la fuerza aérea, entre grupo experimental y control. Extraída y modificada de Knapik et al (2010a).

Índice de lesión (lesiones/1000 personas-día)	Hombres			Mujeres		
	Grupo E	Grupo C	Valor P	Grupo E	Grupo C	Valor P
Por sobreuso	5,86	5,25	0,25	10,55	8,50	0,08
Relacionado con la formación	4,62	3,94	0,14	8,41	6,68	0,09
Completo	7,04	6,43	0,30	12,95	10,89	0,11

6.2 Estudios que utilizan implementos para el calzado

Franklyn-Miller *et al* (2011) probó la utilización de ortesis de pie (plantillas) hechas a medida para cada recluta (según las zonas plantares de mayor presión), 2 horas diarias, 5 días a la semana por 7 semanas en cadetes navales de Reino Unido (n= 400).

Este estudio demostró que existe una fuerte asociación entre la prescripción de ortesis y la reducción de las lesiones en esta población de estudio ($p < 0,0001$). El grupo de intervención ortopédico sufrió 21 lesiones en total (1 lesión por cada 4666 horas de formación), mientras que el grupo control sufrió 61 lesiones en total (1 lesión por cada 1.600 horas de formación) ($p < 0001$), lo que demuestra una reducción del riesgo absoluto de 0,49 con el uso de la ortesis ($P < 0.0001$).

Cuando se analizó la reducción del riesgo absoluto de forma independiente, este fue 0,44 para los hombres, pero 0,04 para las mujeres. Cabe destacar, que a pesar que la reducción de lesiones fue menor para mujeres que para los hombres, de todas formas existió una diferencia estadísticamente significativa. Así este método califica como buena alternativa para implementarse en recintos militares. Sin embargo, se han reportado algunos efectos secundarios en el grupo intervención, en donde ha aumentado la incidencia de la fascitis plantar y formación de ampollas en los pies (las cuales se presentaron en ambos grupos).

Siguiendo con la medida preventiva de la utilización de plantillas, en el estudio de House, Reece y Roiz de Sa (2013) se compararon los efectos de dos tipos diferentes de plantillas sobre la incidencia de lesiones músculo esqueléticas en reclutas de un centro de entrenamiento naval de Reino

Unido (n= 2.754). Para esto se designó a un grupo la plantilla Saran y a otro una plantilla de absorción de impactos (SAIs) para utilizarse de forma permanente en el calzado militar por las 32 semanas que dura el periodo básico de formación.

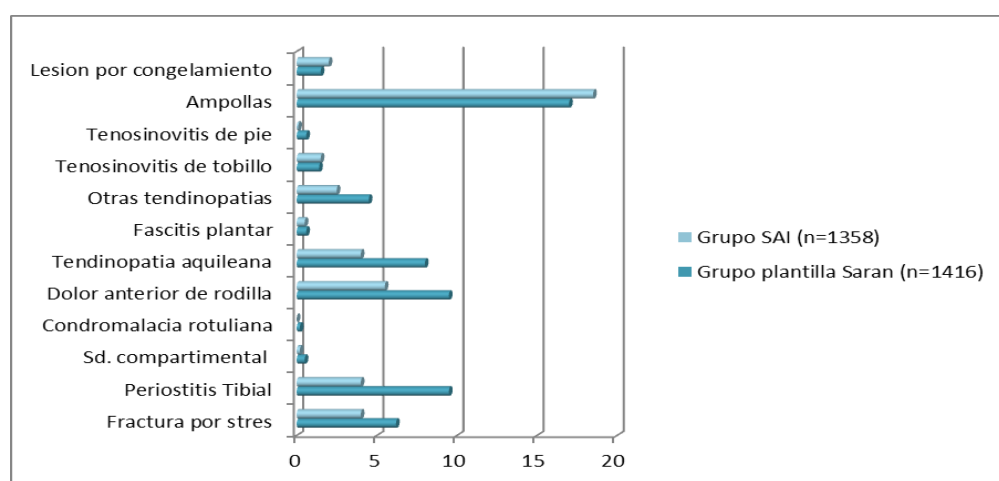
La plantilla Saran es una plantilla plana que consta de una base de 3 mm de espesor de tejido de plástico gruesa (cloruro de polivinilideno) con una hoja superior de tela no tejida de nylon, siendo esta utilizada regularmente por las fuerzas militares del Reino Unido. Mientras que la plantilla SAI fue una plantilla ligeramente moldeada, que consiste en una capa de 3 mm de espesor de espuma de poliuretano celular, un combinado de fieltro verde en su hoja superior, una capa inferior (compuesto por 99% de poliéster y un 1% de polietileno) y un tacón de 3 mm de espesor hecho de espuma de poliuretano celular (las imágenes de ambas están disponibles en el anexo 3).

De este estudio se concluye que las plantillas SAI logran una reducción beneficiosa en la incidencia de lesiones músculo esqueléticas de EEII. La incidencia de lesiones de EEII sostenida por los reclutas fue menor en el grupo de SAI (19,0%) en comparación con el de la plantilla Grupo Saran (31,7%) ($p < 0,05$). Además, de los 446 reclutas que sufrieron lesiones de extremidades inferiores (EEII) con la plantilla Saran, 114 presentaron más de

1 lesión de EEII, mientras que sólo 34 de los 258 reclutas que sufrieron lesiones con la SAI presentaron más de 1 lesión de EEII.

Si hacemos el desglose por tipo de lesión musculo esquelética del estudio anterior respecto a cada plantilla, la incidencia de las patologías fue diferente según la plantilla de cada grupo. La incidencia de fracturas por estrés, periostitis tibial, tenosinovitis del pie, tendinopatía del tendón de Aquiles, otras tendinopatías y el dolor anterior de rodilla fueron menores en el grupo SAI que los de la plantilla del Grupo Saran ($p < 0,05$). No hubo diferencias en la incidencia de síndrome compartimental, condromalacia rotuliana, fascitis plantar, tenosinovitis del tobillo, NFCI a los pies, o ampollas entre los dos grupos.

Figura 2. La incidencia de las lesiones especificadas sufridas por los reclutas en cada grupo de plantilla. Extraída y modificada de House *et al* (2013).



6.3 Estudios que utilizan ejercicios de fortalecimiento

En el estudio de Childs *et al* (2010) se empleó como intervención la realización de ejercicios de estabilización para el CORE abdominal (Grupo CSEP) versus un entrenamiento tradicional para abdominales (Grupo TEP) para evaluar sus efectos a corto plazo sobre la incidencia de lesiones músculo esqueléticas en soldados reclutas de entrenamiento médico del ejército de EEUU (n= 1.141). Ambos grupos siguieron el programa de ejercicios correspondiente 5 minutos al día, 4 días a la semana por 12 semanas. Considerando ejercicios de transverso abdominal y musculatura multifida para el grupo CSEP; y recto anterior del abdomen, oblicuos abdominales y flexores de cadera para el grupo TEP.

De este estudio se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de lesiones músculo esqueléticas. Registrándose 254 lesiones en el grupo de CSEP y 257 en el grupo TEP (42,9% en el grupo de TEP y 46,9% en el grupo de CSEP; p= 0,757).

Además, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el número de días de restricción de trabajo para las lesiones músculo esqueléticas generales, $21,4 \pm 24,7$ días en el grupo TEP y $20,4 \pm 16,9$ días en el grupo CSEP (p=0,919). Mientras que los soldados que estaban en el grupo de TEP

y que experimentaron una lesión en la espalda baja, pasaron más días de restricción de trabajo: $8,3 \pm 14,5$ días en el grupo TEP, comparados con los $4,2 \pm 8,0$ días en el grupo CSEP. Sin embargo esta diferencia no fue significativa ($p=0,083$).

Tabla 4. Las lesiones musculoesqueléticas que dio lugar a restricciones de trabajo entre los soldados. Extraído y modificado de Childs *et al* (2010).

Tipo de lesión	Grupo CSEP (n=542)		Grupo TEP (n=599)		Valor P
	N° de soldados	% de soldados	N° de soldados	% de soldados	
Toda lesión musculoesquelética	254	46,9	257	42,9	0,757
Espalda baja	72	13,3	66	11,0	0,283
Extremidades inferiores	171	31,5	184	30,7	0,851
Extremidades superiores	33	6,1	27	4,5	0,513

6.4 Estudios que realizan un programa de calentamiento supervisado

Carow, Haniuk, Cameron, Padua, Marshall, DiStefano *et al* (2014) investigaron la utilización de un programa de calentamiento supervisado para el control del movimiento (DIME) en cadetes durante la formación básica del ejército de EEUU ($n= 1313$). Los grupos de calentamiento DIME fueron asignados a un Grupo DIME cadete-supervisado (DCS) o un grupo DIME supervisado por experto (DES), mientras que el grupo activo de calentamiento de control (UTA) realizó ejercicios de calentamiento estándar

del Ejército. Todos los grupos realizaron el programa 3 veces por semana durante 6 semanas.

Los resultados principales obtenidos fueron las incidencias acumuladas entre el grupo UTA y los grupos DIME de forma conjunta, la cual no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,836$). La incidencia acumulada en el grupo DES fue 9% menor que el grupo UTA ($p=0,411$) y 20% menor que el grupo de DCS ($p= 0,092$). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Por último, la incidencia acumulada en el DCS fue 13% mayor que el grupo UTA, pero de nuevo la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p= 0,259$). Lo anteriormente expuesto deja en duda la efectividad real del programa de intervención supervisado por sobre uno tradicional para el calentamiento, inclusive, siendo posiblemente perjudicial si no es realizado y guiado de forma correcta por expertos, incrementando la incidencia de lesiones músculo esqueléticas.

6.5 Estudios de intervenciones múltiples

Respecto a las intervenciones múltiples que se han realizado, Parkkari *et al* (2011) utiliza un programa de entrenamiento neuromuscular en conjunto a uno educativo y de asesoramiento sobre la prevención de lesiones músculo esqueléticas, en reclutas del servicio militar obligatorio de las fuerzas de defensa finlandesa (n= 1.912). Este programa fue aplicado sobre el grupo intervención, sumándose al programa normal de entrenamiento del servicio militar, en sesiones de 30 minutos, 3 veces a la semana, por 8 semanas y luego 1 vez por semana, durante 12 semanas, para completar el periodo de formación básica de los reclutas (Anexo 4. Programa de ejercicios neuromusculares del grupo intervención). Por otro lado, el grupo control realizó el entrenamiento militar normal.

En el grupo intervención, el riesgo de lesiones de tobillo agudas disminuyó significativamente en comparación con el grupo control durante el período de estudio ($p= 0,011$), (tabla 5). Esta disminución del riesgo de lesiones se observó tanto para los reclutas de bajo nivel físico, como para los de moderada y alta capacidad física.

Tabla 5. Cambios en la incidencia de las diferentes lesiones músculo esqueléticas en los grupos de intervención y control, entre los periodos de pre-estudio y estudio. Extraída y modificada de Parkkari et al (2011).

Variable	Compañía	Periodo pre-estudio (n=508/436)		Periodo de estudio (n=501/467)	
		Numero	Incidencia	Numero	Incidencia
Toda lesión aguda	Intervención	246	3,16	150	2,14
	Control	149	2,73	155	2,44
Extremidad inferior	Intervención	136	1,75	90	1,28
	Control	91	1,67	96	1,51
Rodilla	Intervención	50	0,64	48	0,68
	Control	35	0,64	38	0,60
Tobillo	Intervención	37	0,48	17	0,24
	Control	21	0,38	37	0,58
Extremidad superior	Intervención	53	0,68	31	0,44
	Control	26	0,48	31	0,49
Número total de días fuera de servicio	Intervención	917	11,8	546	7,8
	Control	419	7,7	677	10,7
Dado de alta del servicio militar	Intervención	34	0,44	42	0,60
	Control	26	0,48	52	0,82
Días de seguimiento	Intervención	77,871	-	70,222	-
	Control	54,620	-	63,494	-

Además entre los reclutas hombres de moderada a alta aptitud física vieron disminuido significativamente el riesgo de lesión aguda de extremidad superior en relación al grupo control ($p= 0,047$).

Por otra parte, el grupo intervención tuvo una menor pérdida de tiempo de entrenamiento debido a las lesiones músculo esqueléticas (tabla 6). Calificando a este método como efectivo para la prevención de lesiones músculo esqueléticas en la población militar.

Tabla 6. Cambios en la incidencia de las diferentes lesiones musculoesqueléticas en las compañías de intervención y control, entre los periodos de pre-estudio y estudio, en reclutas de moderada a alta aptitud física. Extraída y modificada de Parkkari et al (2011).

Variable	Compañía	Periodo pre-estudio (n=333/291)		Periodo de estudio (n=315/298)	
		Numero	Incidencia	Numero	Incidencia
Toda lesión aguda	Intervención	160	3,05	85	1,88
	Control	88	2,31	86	2,00
Extremidad inferior	Intervención	82	1,56	56	1,24
	Control	52	1,37	55	1,28
Rodilla	Intervención	27	0,51	26	0,57
	Control	22	0,58	21	0,49
Tobillo	Intervención	17	0,32	12	0,26
	Control	12	0,32	20	0,46
Extremidad superior	Intervención	37	0,70	16	0,35
	Control	15	0,39	20	0,46
Número total de días fuera de servicio	Intervención	600	11,4	339	7,5
	Control	218	5,7	424	9,8
Dado de alta del servicio militar	Intervención	10	0,19	19	0,42
	Control	8	0,21	20	0,46
Días de seguimiento	Intervención	52,542	-	45,316	-
	Control	38,052	-	43,054	-

Por otro lado el método estudiado por Brushøj *et al* (2008) no resultó efectivo. En este se realizó una intervención múltiple considerando un programa de ejercicios de fuerza, flexibilidad y agilidad con aumento progresivo de la carga para la prevención de lesiones de la extremidad inferior. El cual fue llevado a cabo por reclutas de la Royal Danish Life Guards, Dinamarca (n= 870).

La muestra fue dividida en un grupo intervención a un programa de ejercicios de prevención (PRE), el que abarca sesiones 3 veces a la semana de 15 min de 5 ejercicios, considerando agilidad, flexibilidad y fuerza con cargas progresivas. Mientras que el grupo control realiza un programa de formación placebo clásico para los reclutas (PLA), el cual contempla sesiones 3 veces a la semana, de 15 min con 5 ejercicios.

Respecto al resultado secundario, la incidencia global de lesiones por uso excesivo de las extremidades inferiores fue del 22 y 19 por 100 sujetos en los grupos de PRE y del PLA, respectivamente. Mientras que para el resultado primario de investigación la incidencia de lesiones de rodilla por uso excesivo fue de 6 y 5 por 100 sujetos en los grupos PRE y PLA, respectivamente.

Además la existencia de dolor en la tibia (periostitis) contó con igual incidencia de 5 por 100 reclutas para ambos grupos. Por lo que se considera que no hubo diferencias significativas entre los grupos de formación en los resultados primarios de riesgo de sufrir lesiones en la rodilla por uso excesivo o dolor de la tibia ($p = 0,546$ y $p = 0,784$, respectivamente).

Finalmente, los 2 grupos tenían similares resultados secundarios, sobre el índice de las lesiones generales sobre las EEII ($p = 0,162$). El detalle sobre

la distribución de la incidencia de lesiones músculo esqueléticas consideradas se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7: Distribución de lesiones en grupo intervención y placebo. Extraído y modificado de Brushøj *et al* (2008).

Lesión sufrida	Grupo prevención (n=507)	Grupo placebo (n=513)	Valor P (Chi-cuadrado)
PFPS ^a	17	16	-
Rodilla del saltador	5	3	-
ITBFS ^a	5	4	-
Dolor anterior de rodilla, total	27	23	0,546
Rodilla, diversos ^b	17	15	-
MTSS ^a	23	25	0,784
Esguince de tobillo	18	15	-
Dolor de Aquiles	9	3	-
Dolor de espalda	9	8	-
Extremidad superior, diversos ^c	2	5	-
Extremidad inferior, diversos ^d	14	10	-
Extremidad superior, total	11	13	-
Extremidad inferior, total	108	91	0,162
^a PFPS: Síndrome de dolor patelo-femoral, ITBFS: Síndrome de fricción de la banda iliotibial, MTSS: Síndrome de estrés tibial medial. ^b Los esguinces de rodilla o dolor en la rodilla que no cumplan los criterios del estudio para el diagnóstico específico (sin incluir golpes directos). ^c Dolor el cuello, brazos y manos. ^d Distensiones musculares, diversos por sobreuso (ingle, pies, etc.)			

Finalmente dentro de los estudios de intervención múltiple, Goodall *et al* (2013) evaluó la eficacia de los ejercicios de equilibrio y agilidad para la prevención de lesiones músculo esqueléticas en reclutas del centro de

formación del ejército australiano (n= 867). En donde el grupo intervención (GI) realizó 5 minutos de ejercicios de equilibrio durante 43 sesiones, además de ejercicios de agilidad durante 13 de las sesiones de entrenamiento físico que comprende en su totalidad un periodo de 80 días. (Mayor detalle sobre el programa de ejercicios de intervención puede encontrarse en el anexo 5). Mientras que el grupo control (GC) cumplió con el entrenamiento físico normal propio de la formación militar durante la misma cantidad de días.

Sobre la base de las cifras de lesiones músculo esqueléticas obtenidas de los totales de 178 (GI) y 179 (GC) lesiones en extremidades inferiores. Se extrae que las tasas de incidencia de lesiones en todo el curso de 12 semanas del programa de capacitación para GI y GC, respectivamente, fueron 51,3 y 41,4 lesiones por cada 100 participantes para las lesiones de las extremidades inferiores como resultado principal.

De estas las lesiones de rodilla y tobillo fueron los tipos más comunes de lesiones y representaron el 35,2% de todas las lesiones registradas, siendo consideradas como resultado secundario. En donde existieron 25,1 y 23,8 lesiones por cada 100 participantes de la rodilla y el tobillo en conjunto, además de 12,1 y 12,3 lesiones por cada 100 participantes para los ligamentos del tobillo y la rodilla para GI y GC, respectivamente.

De los datos anteriores se concluye que no existe ningún resultado estadísticamente significativo del entrenamiento del equilibrio y la agilidad, ya sea, en la incidencia global de lesiones de miembros inferiores, sobre la rodilla y el tobillo o sobre las lesiones en los ligamentos de dichas articulaciones en conjunto.

Es más, según los autores del estudio se cree que el efecto observado de la intervención sobre las tasas de incidencia de lesiones de miembros inferiores fue "posiblemente perjudicial" con una estimación en el aumento de la tasa de incidencia de lesiones para el GI del 25%. Grupo en donde destaca un mayor porcentaje de lesiones por uso excesivo para extremidades inferiores en relación con el grupo control, lo que explicaría de algún modo este incremento en las tasas de incidencia de lesión para el grupo intervención.

En la tabla 8 se resumen las principales características de los estudios analizados y sus resultados.

Tabla 8. Resumen de características principales y resultados de los estudios

1º autor [año] País	Pacientes muestra (n), tipo de recinto militar	Intervención [TTO]	Control [TTO]	Medición, recolección de datos	Resultados	Evaluación del TTO	Conclusión del autor	Observación
Estudios que utilizan calzado según la forma del arco plantar								
Knapik [2010] EEUU	Reclutas del cuerpo de marines de US. (n=1411)	Asignación de zapatillas para correr en base a la forma del arco plantar. Arco bajo con zapato de control del movimiento, arco alto con zapato con realce de almohadilla y arco normal con zapato de estabilidad.	Recibió un zapato estabilizado independiente de la forma plantar. New Balance 767ST	El AFHSC (centro de vigilancia de salud de las fuerzas armadas) obtiene sistemáticamente datos sobre lesiones ambulatorios que se producen dentro de las instalaciones militares.	Las tasas de incidencia de los grupos C y E fueron similares para ambos hombres y mujeres para todos los índices.	Se recolectaron los resultados 12 semanas luego de comenzar la formación militar.	Asignación de los zapatos para correr en base a la forma de la superficie plantar del pie en carga estática tenía poca influencia sobre el riesgo de lesiones, incluso luego de controlar otros factores sobre el riesgo de lesiones.	Estudio con resultados no significativos, buena metodología y respaldado por los resultados de otros 2 estudios similares. Considera otros factores de riesgo aparte del entrenamiento militar.
Knapik [2010] EEUU	Reclutas en entrenamiento militar básico de la fuerza aérea (BMT). Lackland Air Force Base, Texas. (n=1979 hombres y 723 mujeres)	Asignación de zapatillas para correr en base a la forma del arco plantar. Arco bajo con zapato de control del movimiento, arco alto con zapato con realce de almohadilla y arco normal con zapato de estabilidad.	Recibió un zapato estabilizado independiente de la forma plantar. New Balance 767ST	Lesiones durante BMT se determinaron a partir de consultas ambulatorias proporcionadas por el Sistema de Vigilancia Médica de Defensa. Aplicación de encuestas de salud y pruebas de aptitud física.	[1] Poca diferencia entre intervención y grupo control para incidencia de lesiones para hombres HR [E / C] = 1,11, IC 95% 0,89 - 1,38. y mujeres HR [E / C] = 1,20, IC 95% 0,90 - 1,60.	Se recolectaron los datos obtenidos luego de las 6 semanas de la formación (BTP).	Asignación de los zapatos para correr en base a la forma de la superficie de la planta tuvo poca influencia sobre el riesgo de lesiones en el BMT, incluso después de controlar otros factores de riesgo de lesiones.	Estudio con resultados no significativos, buena metodología y respaldado por los resultados de otros 2 estudios similares. Considera otros factores de riesgo aparte del entrenamiento militar.

Tabla 6. Resumen de resultados (continuación)

1 ^a autor [año] País	Pacientes muestra (n), tipo de recinto militar	Intervención [TTO]	Control [TTO]	Medición, recolección de datos	Resultados	Evaluación del TTO	Conclusión del autor	Observaciones
Estudios que utilizan implementos para el calzado								
Franklyn-Miller [2011] UK	Cadetes del Britannia Royal Naval College, UK. (n=400).	Utilización de ortesis de pie (plantillas) en el calzado militar. Las ortesis D3D disponible en diferentes densidades y perfiles de arco para dar cabida a tipo de pie dinámico y el peso corporal. 2 horas al día, 5 días por 7 semanas.	Grupo control no recibe ortesis o plantilla alguna para el calzado y sigue el mismo programa del grupo intervención.	Formulario de lesiones digital en enfermería militar realizado por un médico deportivo. Este fue grabado en el sistema de registro médico de atención primaria.	El grupo de intervención ortopédico sufrieron 21 lesiones en total (1 lesión por 4.666 horas de formación), mientras que el grupo de control sufrió 61 lesiones en total (1 lesión por 1.600 horas de formación) (p =0,001)	Datos recolectados al final de la fase de entrenamiento militar inicial de 7 semanas.	Utilización de ortesis por población militar fueron eficaces en la prevención de lesiones de miembros inferiores por uso excesivo.	Estudio con buena metodología, resultados significativos y concluyentes sobre lo beneficioso del uso de ortesis para la población en entrenamiento militar.
House [2013] UK	Reclutas del centro naval de Entrenamiento Comando, Lympstone, Reino Unido. (n=2754).	Formación entre marzo de 2004 y octubre de 2005, que fueron emitidos con botas militares y la edición estándar Saran plantilla (Saran Plantilla Group)	Reclutas que entran en la formación entre abril de 2006 y octubre de 2007 con botas militares y plantillas SAIs (EFS Group).	Información de Lesiones de todos los reclutas que informaron al Centro Médico RM se ha introducido en la base de datos del Centro Médico por el personal médico.	La incidencia de lesiones de EEII sostenida por los reclutas fue menor (p <0,05) en el grupo de SAI (19,0%) en comparación con el de la plantilla Grupo Saran (31,7%).	Luego de finalizados los dos periodos de formación, considerados de 32 semanas cada uno.	Las plantillas SAI logran reducción beneficiosa en la incidencia de lesiones musculoesqueléticas de EEII.	Estudio realizado en 2 dos fases, los grupos de estudio están desfasados, pero consideran mismas condiciones. Buena metodología y resultados estadísticamente concluyentes y significativos.
Estudios que utilizan ejercicios de fortalecimiento								
Childs [2010] EEUU	Soldados reclutas de programa de entrenamiento para médicos de combate del ejército de US. (n=1141).	Programa de ejercicios para fortalecimiento del CORE en grupo intervención (CSEP) incluyó ejercicios dirigidos al transverso del abdomen y la musculatura multifida. Se realiza 5 minutos al día, 4 días a la semana por 12 semanas.	El grupo control (TEP) compuesto ejercicios dirigidos al recto abdominal, oblicuo abdominal, y la musculatura flexora de la cadera. Se realiza 5 minutos al día, 4 días a la semana por 12 semanas.	Fichas de datos de los soldados, Todas las medidas fueron anotadas de manera enmascarada por algoritmo informático. Perfiles médicos de los soldados se recogieron semanalmente por personal del estudio.	No hubo diferencias en los porcentajes de los soldados con lesiones musculoesqueléticas. Tampoco hubo diferencias en el número de días de restricción de trabajo para las lesiones musculoesqueléticas generales o específicas a la extremidad superior.	Se realiza evaluación 12 semanas después de haber comenzado, cuando se completa el periodo de formación.	CSEP no aumentó la incidencia de lesiones musculoesqueléticas y obtiene menos días de restricción del trabajo durante el entrenamiento	Excelente estudio, otorga resultados concluyentes sobre la utilización de 2 programas de fortalecimiento abdominal y valora su efecto en incidencia de lesiones, solo a corto plazo, sería bueno un seguimiento a largo plazo.

Tabla 6. Resumen de resultados (continuación)

1° autor, [año] país	Pacientes muestra (n), tipo de recinto militar	Intervención [TTO]	Control [TTO]	Medición, recolección de datos	Resultados	Evaluación del TTO	Conclusión del autor	Observación
Estudios que utilizan un programa de calentamiento supervisado								
Carow [2014] EEUU	Cadete de Formación Básica en academia del ejército de EEUU (USMA). (n=1313).	Los grupos de calentamiento o DIME fueron asignados a un (DCS) Grupo DIME cadete-supervisado o un grupo DIME supervisado por experto (DES). Aplicado 3 veces por semana durante 6 semanas.	El grupo activo de calentamiento (UTA) realiza ejercicios de calentamiento estándar del Ejército. Por 6 semanas.	Seguimiento de lesiones se ha realizado mediante el Sistema de Seguimiento de Lesiones y enfermedad del cadete (CIITS), una base de datos de lesiones de vigilancia utilizada en la USMA.	Una no significativa del 25% (RR= 0,75; IC del 95% = 0,49 a 1,14; p = 0,18) disminución se produjo en el grupo de DES en comparación con el grupo de UTA para la incidencia de lesiones.	Se revisan los datos sobre lesiones en los 3 grupos al finalizar el periodo de formación de 6 semanas.	No se observaron diferencias en el riesgo de lesiones de las extremidades inferiores entre los grupos combinados DIME y la UTA. Pero si entre el DES por si solo con el UTA, aunque no estadísticamente significativo para una menor de incidencia en lesiones.	Estudio con buena metodología, cuyo programa de intervención consta de muchos factores influyentes sobre la incidencia de lesiones, los cuales no hace clarificadores los resultados, los cuales además no son del todo significativos.
Estudios que utilizan programas de intervención múltiples								
Brushøj [2008] Dinamarca	Reclutas de Royal Danish Life Guards, Dinamarca (n=870).	Programa de capacitación para la prevención (PRE). Abarca sesiones 3 veces a la semana de 15 min de 5 ejercicios, considerando agilidad, flexibilidad y fuerza con cargas progresivas	Programa de formación de placebo (PLA). Abarca sesiones 3 veces a la semana de 15 min de 5 ejercicios.	A través de fichas medicas de la enfermería del servicio danés.	No hubo diferencias significativas en la incidencia de lesiones entre el grupo de prevención y el grupo placebo.	Se revisan los datos de lesiones luego de terminado el periodo de formación básica de 12 semanas.	Programa de ejercicios de fortalecimiento, coordinación y la flexibilidad no influyó en el riesgo de desarrollar lesiones en la rodilla por uso excesivo.	Estudio con buena metodología, que a pesar de no otorgar resultados significativos, no llega a ser clarificador sobre los efectos por separado de ejercicios de fortalecimiento, agilidad o flexibilidad.
Goodall [2013] AUS	Reclutas del centro de formación del ejército australiano (n=867).	Realizó 5 minutos de ejercicios de equilibrio en 43 lecciones y emprendió ejercicios de agilidad durante 13 de las lecciones de entrenamiento físico.	Entrenamiento físico normal propio de la formación militar.	Lesiones fueron registradas por centro de salud RTA, de acuerdo con RTA establecido y protocolos de Defensa Programa de Prevención de Lesiones (DIPP).	Programa de ejercicios muestra en el mejor de los casos un aumento del 25% en tasas de incidencias de lesiones de EEII y no es estadísticamente significativo.	Los datos son utilizados para su análisis luego de 80 días de iniciado el programa, cuando ya ha terminado la formación básica.	Los resultados sugieren que se debe tener precaución al añadir equilibrio y la agilidad en los programas de formación para evitar lesiones de EEII.	Estudio entrega resultados perjudiciales sobre ejercicios de agilidad y equilibrio, para la incidencia de lesiones en EEII los cuales pueden deberse a fallas metodológicas y variables no consideradas, que serán materia de análisis.

1° autor, [año] país	Pacientes muestra (n), tipo de recinto militar	Intervención [TTO]	Control [TTO]	Medición, recolección de datos	Resultados	Evaluación del TTO	Conclusión del autor	Observación
Estudios que utilizan programas de intervención múltiples								
Parkkari [2011] Finlandia	Reclutas del servicio militar obligatorio de las fuerzas de defensa Pori Brigada, Säkylä, Finlandia. (n=1912)	Programa de entrenamiento o neuromuscular (30 min x 3 veces a la semana primeras 8 semanas y 1 vez por semana las 12 semanas finales) y asesoramiento de prevención de lesiones con las metas de aprendizaje cognitivo-conductuales, sumado a los programas del servicio militar normal.	Programas de entrenamiento del servicio militar normal.	Encuestas, ficha computacional de lesiones en clínica militar.	[1] P= 0,011 Incidencia de lesiones agudas de tobillo disminuyo considerablemente. [2] P=0,047 Menor incidencia lesiones agudas EESS en comparación al control. [3] menor pérdida de tiempo de entrenamiento o en compañías del grupo intervención.	Luego de los 6 meses de formación militar.	Un programa de formación y asesoramiento de prevención de lesiones neuromuscular fue eficaz en la prevención de lesiones de tobillo y las extremidades superiores agudas en jóvenes reclutas masculinos.	En estudios con intervenciones múltiples cuesta determinar cuál es el beneficio de cada factor. En este caso si es por el asesoramiento o para prevenir lesiones o el programa de ejercicios neuromusculares. De todas formas los resultados son significativos.

7 DISCUSIÓN

En vista de los principales factores de riesgo para lesión que afectan a esta población, tal como ha sido expuesto en el marco teórico de esta revisión, es que se debe orientar a las diferentes intervenciones preventivas de una manera adecuada. Sin embargo este concepto que no está siendo considerado del todo dentro de los estudios realizados que han sido analizados. Si realizamos una descripción en detalle, será necesario centrarse en los siguientes aspectos: Altos niveles de sedentarismo en la población adulta joven de todos los países (Harvey *et al*, 2010; Knuth *et al*, 2010; Schiller *et al*, 2012; Universidad de Concepción, 2012), se cambia el objetivo de lograr una buena salud por el de mejorar el rendimiento físico para las pruebas de aptitud física del ejército o el éxito deportivo en las instituciones militares de formación (Atay, 2014; Fredericson *et al*, 2007), la sobrecarga física (en intensidad y volumen) de forma abrupta en los primeros meses de formación (la cual supera la capacidad de regeneración o adaptación) (Franklyn-Miller *et al*, 2011; Rosendal *et al*, 2003; Wyss *et al*, 2014; Saragiotto *et al*, 2014), uso excesivo de EEII (Yates *et al*, 2014; Kaufman *et al*, 2000; Sallis *et al*, 2001; Taunton *et al*, 2003), la ejecución de los ejercicios sin importar como biomecánicamente o fisiológicamente se

realicen (Thelen *et al*, 2015), el componente psicológico del recluta (impaciente para estar en forma) (Saragiotto *et al*, 2014) y algunos factores intrínsecos como lo son el tipo de pie o la biomecánica anormal de la marcha en los reclutas (Brukner, 2000; Yeung *et al*, 2001). Probablemente estos serían los principales causales de tan altos índices de lesión en recintos de formación militar.

Basándonos en los modelos de prevención, luego de detectar las principales problemáticas se deben implementar estrategias preventivas (van Mechelen *et al*, 1992; Finch *et al*, 2006). Estas debiesen centrarse en el estudio de: La corrección de la técnica física o deportiva inadecuada, educación u orientación para cambios en el comportamiento de los reclutas, dosificación gradual de la carga de entrenamiento, periodo inicial de nivelación física en los reclutas que comienzan su formación, cambios en los objetivos de las instituciones militares de formación respecto a los resultados que se quieren lograr con el entrenamiento, además de la utilización de los calzados apropiados y plantillas específicas según el tipo de pie del recluta.

Sin embargo, en los estudios analizados para esta revisión, no se han considerado gran número de estos aspectos, siendo uno de los posibles argumentos de que algunos de ellos no tuvieron el éxito esperado para lograr reducir el índice de lesiones músculo esqueléticas. De hecho, ninguno

de los estudios incluyó las características del comportamiento de los individuos de esta población, ni de sus entrenadores o superiores, asunto relevante para que estos programas preventivos tengan éxito en una población tan específica y con exigencias diferentes (Finch, 2006; van Wilgen y Verhagen, 2012; Saragiotto *et al*, 2014).

Dentro del grupo de estudios que tuvieron éxito en sus intervenciones, encontramos los estudios que utilizan implementos para el calzado. Ya existe evidencia previa en la bibliografía, sobre la efectividad de la utilización de ortesis o plantillas absorbentes de choque, con buenos resultados (Larsen *et al*, 2002; Sherman *et al*, 1996), pero estos no fueron incluidos en la presente revisión por no cumplir con los criterios de inclusión.

Franklyn-Miller *et al* (2011) demostró una fuerte asociación entre la utilización de ortesis hechas a medida para cada recluta (según las zonas plantares de mayor presión). Se considera esta intervención como acertada, ya que, cubre una necesidad basada en la evaluación biomecánica del pie y la marcha de cada individuo, características sugerentes del éxito del estudio. Estudios retrospectivos previos han identificado una mayor excursión de la pronación, resultando en mayor riesgo de lesión por sobre uso en los miembros inferiores (Ghani, Van Ginckel, Cools, Peersman, Roosen, De Clercq, Witvrouw, *et al.*, 2009; Willems, De Clercq, Delbaere,

Vanderstraeten, De Cock, y Witvrouw, 2006), cosa que apuntaría a corregir el software que diseña las ortesis. Según algunos estudios es probable que el dispositivo ortopédico cambiara la activación de la musculatura que controla el pie durante los ciclos de la marcha, pero el mecanismo que logra este beneficio no está del todo claro (Murley, Landorf, Menz y Bird, 2009), por lo que se requiere de más estudios sobre el tema.

Pese a esto se propone que el uso de ortesis para el pie no es la solución absoluta y se sugiere que sean consideradas como parte de la armadura de prevención de lesiones en los miembros inferiores (Franklyn-Miller et al, 2011).

House *et al* (2013) también obtuvo resultados estadísticamente significativos sobre la utilización de plantillas para la reducción de lesiones músculo esqueléticas. Pero como crítica, su estudio solo comparó 2 tipos de plantillas diferentes, en la cual la plantilla de absorción de impactos (SAIs) mostró claros beneficios por sobre la plantilla utilizada por el ejército (Sarán) para la reducción de lesiones en EEII. Hubiera sido de más utilidad que el uso de ambas plantillas fueran comparadas con un grupo control donde no se utilizara plantilla alguna, para ver el efecto real de la utilización de estas sobre las tasas de lesión.

Otro programa que logró tener éxito, es el de realizar un calentamiento con control del movimiento, el cual debe ser realizado de forma supervisada por expertos. Carow et al (2014) comprobó la importancia de la supervisión del calentamiento sobre este grupo poblacional y que esta debe ser realizada por expertos, ya que, el grupo que fue supervisado por los mismos compañeros reclutas obtuvo mayor número de lesiones. Pese a que el grupo supervisado por expertos tuvo menos lesiones que el grupo control, no fue de forma estadísticamente significativa, restándole valor a estos resultados.

El programa, al buscar identificar y mejorar los patrones de movimiento biomecánicos de alto riesgo durante los ejercicios de calentamiento, debe ser supervisado, para aplicar las correcciones pertinentes en el momento. Este protocolo debe ser tomado con cautela, siendo posiblemente perjudicial si no es realizado y guiado de forma correcta por expertos, pero siendo posible su uso solo si es vigilado de forma apropiada (Carow *et al*, 2014).

Respecto a este estudio, los resultados no significativos se pueden explicar debido a que las lesiones de EEII representan una mezcla de lesiones traumáticas (que se producen en una variedad de actividades militares) y por uso excesivo, por ende los resultados no se deberían corresponder netamente a los efectos del protocolo de intervención. Además solo se consideró la primera lesión de cada recluta, dejando fuera las lesiones

reiteradas de algunos reclutas, también alterando los resultados (Carow et al, 2014). Todo esto habla de la posibilidad de obtener otros resultados en próximos estudios, en donde además se deben determinar los factores que son fundamentales en la formación de entrenadores y otros líderes de ejercicios para aplicar eficazmente los programas de prevención de lesiones en EEII.

Finalmente, dentro de este grupo de estudios, se incluye a Parkkari *et al.* (2011), resultando un método efectivo de intervención múltiple, que considera el entrenamiento neuromuscular en conjunto a un programa educativo y de asesoramiento sobre la prevención de lesiones músculo esqueléticas. Otro motivo de los resultados positivos significativos del estudio, basándonos en estudios previos, es que el entrenamiento neuromuscular puede desempeñar un papel crucial en la prevención (en donde ha logrado reducir lesiones de rodilla y tobillo en atletas) (Hewett, Lindenfeld, Riccobene, y Noyes, 1999; Pasanen, Parkkari, Pasanen, Hiilloskorpi, Mäkinen, Järvinen, *et al.*, 2008; Soligard, Myklebust, Steffen, Holme, Silvers, Bizzini, *et al.*, 2008), lo cual se correlaciona con el resultado principal del estudio (la lesión aguda de tobillo es significativamente menor en el grupo intervención).

Por otro lado, se encontraron estudios que no obtuvieron resultados estadísticamente significativos o concluyentes. Childs *et al.* (2010) no encontró diferencias significativas en el número de lesiones o días de restricción al entrenamiento entre un grupo que realiza ejercicios para el CORE (grupo intervención) y otro que hizo abdominales clásicos (grupo control), pero si demostró que los reclutas del grupo intervención que sufrían lesiones de espalda baja tuvieron menos días de restricción del entrenamiento. Ante los datos que respaldan lo anterior, surge la crítica de que el número de días de restricción al entrenamiento poseen una desviación estándar muy amplia, lo que a juicio de los autores de esta revisión, le restaría validez a dicha conclusión.

Pese a los resultados entregados por este estudio, tiene puntos muy positivos que destacar. Existía cierta preocupación por parte de la institución de que los reclutas del grupo intervención tuvieran mayor índice de lesiones de extremidades superiores, esto por el tipo de ejercicios para el CORE. Además, se pensaba que los reclutas del grupo intervención no cumplirían con los requisitos mínimos de las pruebas de aptitud física del ejército. Ambas situaciones no se dieron luego de esta intervención, lo que avala que este protocolo pueda ser ocupado de forma emergente y se estudien sus beneficios a largo plazo.

La explicación de los efectos de este protocolo surge a partir de la evidencia en la literatura. Esta menciona que biomecánicamente los abdominales producen grandes fuerzas de cizallamiento y compresión en los discos intervertebrales de toda la columna lumbar (Axler *et al*, 1997). Así podría existir una tendencia hacia un aumento a corto plazo en el número de días de restricción al entrenamiento post lesión, a que sea atribuible a estos efectos biomecánicos subóptimos asociados a los abdominales clásicos o se deba al efecto de protección temprana de los ejercicios de estabilización del CORE (siendo difícil distinguir el aporte real de cada situación).

En otro programa de intervención múltiple, Brushøj *et al* (2008) no obtuvo resultados significativos al utilizar ejercicios de fuerza, flexibilidad y agilidad con un aumento progresivo de la carga (aspecto importante para asegurar buenos resultados según se mencionó con anterioridad). Si bien los ejercicios de flexibilidad por si solos no han mostrados efectos beneficiosos en la literatura (Lauersen *et al*, 2014), si lo han hecho las intervenciones múltiples que incluyen ejercicios de fuerza o agilidad (Myklebust *et al*, 2003; Olsen *et al*, 2005; Verhagen *et al*, 2004).

Estos resultados pueden ser explicados con el hecho de que, un número considerable de las lesiones registradas se produjeron durante las primeras 4 semanas de entrenamiento, considerándose posible que el programa no

haya contado con el tiempo suficiente para trabajar ciertas adaptaciones músculo esqueléticas necesarias. Si bien cambios en el sistema neuromuscular podrían ser incorporados a corto plazo, un periodo más largo es necesario para fortalecer tendones y huesos (Brushøj et al, 2008). Además, la realización de un protocolo como este se convierte en una carga física extra semanal, lo que pudo haber aumentado de algún modo la tasa de lesiones y contrarrestado el efecto benéfico del programa. Se debe recalcar que, a pesar de que el programa intento cubrir los factores de riesgo detectados para este grupo, los factores de riesgo potencialmente importantes resultaron desconocidos y probablemente no se abordaron en el programa de entrenamiento.

Finalmente, dentro de los programas que no obtienen resultados significativos encontramos a los estudios de Knapik et al (2010a) y (2010b). Existiendo poca influencia sobre el índice global de lesiones al utilizar calzado según la forma del arco plantar. No existieron diferencias significativas e incluso las tasas de lesiones son ligeramente superiores en el grupo intervención para ambos estudios. Ambos resultados son consistentes debido a la gran muestra utilizada y al ser realizado en 2 instituciones militares diferentes.

Hay que recordar que existen otros factores como lo son la comodidad del zapato o el desgaste de este durante el estudio, los cuales no fueron evaluados o considerados importantes, en conjunto con lo que sería el comportamiento del recluta, la verificación de que si este ocupa o no el calzado en las actividades militares. Por otro lado solo 3 tipos de zapatillas fueron considerados para estos estudios, mientras que en otro estudio anterior se consideraron 19 opciones diferentes según comodidad, lo que influiría en los resultados.

Respecto a los estudios que registraron efectos perjudiciales sobre el índice de lesiones músculo esqueléticas, solo encontramos el estudio de intervención múltiple de Goodall et al (2013). Esto, pese a que la utilización de programas múltiples que incluyen ejercicios para el equilibrio y la agilidad han demostrado ser eficaces en la reducción de lesiones de rodilla y tobillo, esto por mejorar el control motor al perfeccionar las sinergias musculares y exactitud del movimiento de EEII durante actividades dinámicas (Bullock y Jones, 2008; Olsen et al, 2005; Verhagen et al, 2004; Myklebust et al, 2003). En este estudio no se obtuvieron diferencias significativas sobre el índice global de lesiones, para la rodilla o tobillo, incluso posiblemente catalogándose como un programa de ejercicios perjudicial, con un 25% más de lesiones del grupo intervención en EEII por uso excesivo.

Posiblemente estos malos resultados se deban a que el entrenamiento de la agilidad no fue dosificado de la manera adecuada, aumentando el sobre uso de las EEII, sobre todo en esta población de estudio con demandas físicas ya muy elevadas y altos niveles de fatiga (Goodall et al, 2013). Además, como intervención múltiple, resulta difícil determinar la contribución positiva o negativa del entrenamiento del equilibrio.

Se ha demostrado en esta revisión que las lesiones y trastornos músculo esqueléticos son la principal razón de la morbilidad y la incapacidad temporal en las poblaciones militares. Resulta tan alta la incidencia de estas, que en algunas naciones, las lesiones músculo esqueléticas durante el servicio militar tienen también importancia desde el punto de vista sanitario poblacional (Knapik *et al*, 2004; Kaufman *et al*, 2000; Valle *et al*, 2010; Taanila *et al*, 2010; Mattila *et al*, 2006; Knapik *et al*, 2003; Almeida *et al*, 1999). Pese a esto, han existido pocos estudios hechos como ensayos clínicos controlados, que se centren en intervenciones preventivas sobre población militar en formación (existe poca información disponible sobre la prevención de lesiones causadas por entrenamiento militar de formación). Algo difícil de comprender, al agregar que la mayoría de los factores de riesgo encontrados son modificables y favorables para futuras investigaciones (Taanila *et al*, 2010), sumado a la carga económica que puede significar tanto para el estado, como para las instituciones militares. A partir de todos estos datos se ha clarificado la importancia que recae sobre

llevar a cabo mayor investigación en el tema y se cree, a partir de esta revisión, que los métodos implementados hasta el momento para controlar esta problemática no son suficientes para disminuir las tasas de lesiones elevadas de esta población de estudio.

8 CONCLUSIÓN

A partir de esta revisión, surge la conclusión, que los estudios intervencionales que utilizan estrategias de prevención para reducir la alta incidencia de lesiones músculo esqueléticas que se dan en recintos militares de formación no son muchos; y que solo unos pocos otorgan información confiable, al tratarse de ensayos clínicos controlados, actuales y con buenas metodologías de investigación. De estos mismos, muy pocos han logrado obtener resultados significativos y concluyentes; como para considerar aquellas opciones viables para su implementación en la población militar en formación. Entre estas se encuentra la utilización de ortesis para el pie (plantillas) diseñadas a medida según las zonas de mayor presión y tipo de pie; la utilización de una platilla para absorción de impactos (SAIs) en relación a la utilización de las plantillas clásicamente ocupadas por el ejército (Saran); y la utilización de un programa de entrenamiento neuromuscular, que se realiza en conjunto a charlas de asesoramiento sobre la prevención.

Otros estudios obtienen resultados interesantes, pero con resultados no significativos, por lo que se requeriría de más estudios sobre dichas

alternativas. Entre estas encontramos: Ejercicios de fortalecimiento para el CORE abdominal, que logran una reducción en los días de restricción al entrenamiento por lesión en comparación a un grupo que realizó entrenamiento de abdominales clásicos; El programa de calentamiento supervisado para control del movimiento (DIME) demuestra que el calentamiento supervisado por expertos lograría reducir la incidencia de lesiones; y un programa de ejercicios de fuerza, agilidad y flexibilidad tampoco logra diferencias significativas. Por otro lado, algunos estudios muestran resultados dudosos y no significativos, como el leve aumento en el número de lesiones con la utilización de calzado designado según la forma del arco plantar, el cual ha sido ampliamente investigado en reiteradas ocasiones con similares resultados. Finalmente solo un estudio demostró resultar perjudicial de forma significativa para esta población, la realización de ejercicios de agilidad y equilibrio de forma conjunta, demuestran un incremento en un 25% en las lesiones de EEII por uso excesivo.

De todo lo anterior se extrae que la información disponible no resulta suficiente como para controlar, a través, de programas de prevención, la elevada incidencia de lesiones músculo esqueléticas de los reclutas militares en entrenamiento. Además, como se ha descrito, las opciones preventivas teóricamente adecuadas para los factores de riesgo de esta población, aún no han sido investigadas en su totalidad, existen múltiples aspectos que no han sido considerados en estos estudios (horas de sueño, nutrición, la

planificación deportiva sobre la del entrenamiento militar, las horas diarias que ocupan calzado militar, superficie en que se lleva a cabo el entrenamiento, entre otros) demostrando que la temática de estudio es muy amplia y existe la necesidad de realizar mayor investigación en el área de la prevención de lesiones en recintos militares de formación.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, SA., Williams, KM., Shaffer, RA. and Brodine, SK. (1999). Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries and physical training. *Med Sci Sports Exerc*; 31:1176–1182.
- Andersen, LB., Schnohr, P., Schroll, M., Hein, HO. (2000), All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med*; 160:1621-1628.
- Atay, E. (2014). Prevalence of Sport Injuries among Middle School Children and Suggestions for Their Prevention. *Journal Physical therapy Science*; 26: 1455–1457.
- Aughey, RJ. (2013). Widening margin in activity profile between elite and sub-elite Australian football: a case study. *J Sci Med Sport*; 16:382–6.
- Axler, CT. and McGill, SM. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*; 29:804–811.
- Balcom, TA. and Moore, JL. (2000). Epidemiology of musculoskeletal and soft tissue injuries aboard a U.S. Navy ship. *Mil Med*, 165:921–4.
- Belenky, G., Wesensten, NJ., Thorne, DR., Thomas, ML., Sing, HC., Redmond, DP., Russo, MB. and Balkin, TJ. (2003). Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and

subsequent recovery: a sleep dose-response study. *J Sleep Res*; 12: 1–12.

- Bishop, DJ. and Girard, O. (2013). Determinants of team-sport performance: implications for altitude training by team-sport athletes *Br J Sports Med*; 47:i17–i21.
- Blond, L. and Hansen, L. (1998). Patellofemoral pain syndrome in athletes: a 5.7- year retrospective follow-up study of 250 athletes. *Acta Orthop Belg*; 64:393-400.
- Bohnker, BK., Telfair, T., McGinnis, JA., Malakooti, MA. and Sack, DM. (2003). Analysis of Navy Physical Evaluation Board diagnoses (1998–2000). *Mil Med*; 168:482–5.
- Brukner, P. (2000). Exercise-related lower leg pain: an overview. *Med Sci Sports Exerc*; 32(3)(suppl):S1-S3.
- Brukner, PD., Crossley, KM., Morris, H., Bartold, SJ. and Elliott, B. (2006). Recent advances in sports medicine. *Med J Aust*; 184:188-93.
- Brushøj, C., Larsen, K., Albrecht-Beste, E., Bachmann, M., Løye, F. and 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. *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 36, No. 4, 663-670.
- Bullock, S.H., & Jones, B.H. (2008). Recommendations for prevention of physical training related injuries: Results of a systematic evidence-based review by the joint services physical training injury prevention work group. USACHPPM REPORT NO. 21-KK-08QR-08. Aberdeen

Proving Ground: US Army Center for Health Promotion & Preventive Medicine.

- Carow, S., Haniuk, E., Cameron, K., Padua, D., Marshall, S., DiStefano, L., et al (2014). Risk of Lower Extremity Injury in a Military Cadet Population After a Supervised Injury-Prevention Program. *Journal of Athletic Training*; 49(3):000–000.
- Carta Europea del deporte (1992) Junta de Andalucía, Málaga: Unisport.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Physical activity and fitness. The healthy people database, (2010). Recuperado de: [<http://wonder.cdc.gov/data2010/>]
- Childs, J., Teyhen, D., Casey, P., McCoy-Singh, K., Feldtmann, A., AWright, A., Dugan, J., Wu, S. and George, S. (2010). Effects of Traditional Sit-up Training Versus Core Stabilization Exercises on Short-Term Musculoskeletal Injuries in US Army Soldiers: A Cluster Randomized Trial. *Physical Therapy*, 90 (10), 1404-1412.
- Clark, DI., Downing, N., Mitchell, J., Coulson, L., Syzpryt, EP. and Doherty, M. (2000). Physiotherapy for anterior knee pain: a randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis*; 59:700-704.
- Comisión europea de deportes y actividad física (2010). Special Eurobarometer 334/Wave 72.3- Sport and Physical Activity. Recuperado de: [http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_334_en.pdf]

-
- Díaz, T., Ketels, J., Villalobos, N y Fleming, F., (2014). Efecto de la rehabilitación kinésica sobre la funcionalidad post lesión músculo esquelética en cadetes seleccionados olímpicos de la Escuela Naval Arturo Prat de Valparaíso (tesis de pregrado). Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
 - Dyrstad, S., Soltvedt, R. and Hallen, J. (2006). Fitness and Physical Training during Norwegian Military Service. *Militare medicine*, 171, 8:736.
 - Finch, C. (2006). A new framework for research leading to sports injury prevention. *J Sci Med Sport*; 9(1- 2):3-9.
 - Finestone, A. and Milgrom, C. (2008). How stress fracture incidence was lowered in the Israeli army: a 25-yr struggle. *Med Sci Sports Exerc*; 40(11 Suppl):S623–9.
 - Forbes-Ewan, CH. (2004). Determining the energy requirements of army recruits. *Asia Pac J Clin Nutr*; 13: 63.
 - Franklyn-Miller, A., Wilson, C., Bilzon, J., and McCrory, p. (2011). Foot Orthoses in the Prevention of Injury in Initial Military Training. *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 39, No. 1, 30-37.
 - Fredericson, M. and Misra, AK. (2007). Epidemiology and aetiology of maratón running injuries. *Sports Med*; 37:437-439.

-
- Frisch, A., Croisier, JL., Urhausen, A., Seil, R. and Theisen, D. (2009). Injuries, risk factors and prevention initiatives in youth sport; 92:95-121.
 - Gemmell, IM. (2002). Injuries among female army recruits: a conflict of legislation. J R Soc Med; 95(1):23-27.
 - Ghani, N., Van Ginckel, A., Cools, A., Peersman, W., Roosen, P., De Clercq, D., Witvrouw, E. et al (2009). A prospective study on gait-related intrinsic risk factors for lower leg overuse injuries. Br J Sports Med; 43(13):1057-1061.
 - Gillespie, WJ. and Grant, I. (2000). Interventions for preventing and treating stress reactions of bone of the lower limbs in Young adults. Cochrane Database Syst Rev; 2:1-11.
 - Goodall, R., Pope, R., Coyle, J., & Neumayer, R. (2013). Balance and agility training does not always decrease lower limb injury risks: a cluster-randomised controlled trial. International Journal of Injury Control and Safety Promotion, Vol. 20 (3), 271-281.
 - Grice, A., Kingsbury, S. and Conaghan, P. (2014). Nonelite exercise-related injuries: Participant reported frequency, management and perceptions of their consequences. Scandinavian Journal of medicine and Science in Sport; 24: 86–92.
 - Harman, EA., Gutekunst, DJ., Frykman, PN., Nindl, BC., Alemany, JA., Mello, RP. and Shar, MA. (2008). Effects of two different eight-week training programs on military physical performance. J Strength Cond Res, Mar; 22(2):524-534.

-
- Harvey, SB., Hotopf, M., Overland, S. and Mykletun, A. (2010): Physical activity and common mental disorders. *Br J Psychiatry*, 197:357–364.
 - Hergenroeder, AC. (1998). Prevention of sports injuries. *Pediatrics*; 101:1057–1063.
 - Hewett, TE., Lindenfeld, TN., Riccobene, JV., Noyes, FR. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*; 27:699-705.
 - Hoogendoorn, WE., van Poppel, MN., Bongers, PM., Koes, BW. and Bouter, LM. (1999). Physical load during work and leisure time as risk factors for back pain. *Scand J Work Environ Health*; 25(5):387-403.
 - House, C., Reece, MA. and Roiz de Sa, D. (2013). Shock-Absorbing Insoles Reduce the Incidence of Lower Limb Overuse Injuries Sustained During Royal Marine Training. *Military Medicine*; 178, 6:683.
 - John, P., Timothy, C., Crawford, K., Lovalekar, M., Nagai, T., Deluzio, J., Smalley, B., McGrail, M., Rowe, R., Cardin, S. and Lephart, S. (2010). Warrior Model for Human Performance and Injury Prevention: Eagle Tactical Athlete Program (ETAP) Part II. *Journal of Special Operations Medicine*, 10(4), 22-33.
 - Kaufman, KR., Brodine, S. and Shaffer, R. (2000). Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. *Am J Prev Med*; 18:54-63.

-
- Knapik, JJ., Hauret, KG., Arnold, S., Canham-Chervak, M., Mansfield, AJ., Hoedebecke, EL. and McMillian, D. (2003). Injury and fitness outcomes during implementation of physical readiness training. *Int J Sports Med*; 24(5):372–381.
 - Knapik, JJ., Bullock, SH., Canada, S., Toney, E., Wells, JD., Hoedebecke, E. and Jones, BH. (2004). Influence of an injury reduction program on injury and fitness outcomes among soldiers. *Inj Prev*; 10(1):37–42.
 - Knapik, JJ., Rieger, W., Palkoska, F., Van Camp, S. and Darakjy, S. (2009) United States Army physical readiness training: rationale and evaluation of the physical training doctrine. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc*; 23(4):1353-1362.
 - Knapik, JJ., Brosch, LC., Venuto, M., Swedler, DI., Bullock, SH., Gaines, LS., et al (2010a). Effect on Injuries of Assigning Shoes Based on Foot Shape in Air Force Basic Training. *Am J Prev Med*; 38(1S):S197–S211.
 - Knapik, JJ., Trone, DW., Swedler, DI., Villasenor, A., Bullock, SH., Schmied, E., et al (2010b). Injury Reduction Effectiveness of Assigning Running Shoes Based on Plantar Shape in Marine Corps Basic Training. *Am J Sports Med*; 38(9):1759-67.
 - Knuth, AG., Bacchieri, G., Victora, CG., Hallal, PC. (2010). Changes in physical activity among Brazilian adults over a 5-year period. *J Epidemiol Community Health*; 64:591–595.

-
- Larsen, K., Weidich, F. and Leboeuf-Yde, C. (2002). Can custom-made biomechanic shoe orthoses prevent problems in the back and lower extremities? A randomized, controlled intervention trial of 146 military conscripts. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutic*; 25(5), 326-331.
 - Lauersen, J., Bertelsen, D. and Andersen, L. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*; 48:871–877.
 - Lincoln, AE., Smith, GS., Amoroso, PJ. and Bell, NS. (2002). The natural history and risk factors of musculoskeletal conditions resulting in disability among US Army personnel. *Work*; 18:99–113.
 - Lindstrom, M., Hanson, BS. and Ostergren, PO. (2001). Socioeconomic differences in leisure-time physical activity: the role of social participation and social capital in shaping health related behaviour. *Soc Sci Med*; 52:441–451.
 - Mattila, VM., Parkkari, J., Korpela, H. and Pihlajamaki, H. (2006). Hospitalisation for injuries among Finnish conscripts in 1990–1999. *Accid Anal Prev*; 38(1):99–104.
 - Meeuwisse, WH., Tyreman, H., Hagel, B. and Emery, C. (2007). A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation. *Clin J Sport Med*; 17(3):215-9.
 - Molloy, J., Feltwell, D., Scott, S. and Niebuhr, D. (2012). Physical training injuries and interventions for military recruits. *Military Medicine*. 177, 553-558.

-
- Mora, VJ. (1995). Teoría del Entrenamiento y del Acondicionamiento Físico. COPLEF Andalucía, Cádiz.
 - Morken, T., Magerøy, N. and Moen, B. (2007). Physical activity is associated with a low prevalence of musculoskeletal disorders in the Royal Norwegian Navy: a cross sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8(56), 1-8.
 - Murley, GS., Landorf, KB., Menz, HB. and Bird, AR., (2009). Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. *Gait Posture*; 29(2):172-187.
 - Murphy, DF., Connolly, DA. and Beynnon, BD. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med*; 37(1):13-29.
 - Muthuri, SG., McWilliams, DF., Doherty, M. and Zhang, W. (2011). History of knee injuries and knee osteoarthritis: a meta-analysis of observational studies. *Osteoarthritis Cartilage*; 19:1286–1293.
 - Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I.H., Skjolberg, A., Olsen, O.E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sports Medicine*; 13, 71–78.
 - Neath, AT. and Quail, GG. (2001). A comparison of morbidity in the Australian Defence Force with Australian general practice. *Mil Med*; 166:75–81.

-
- Olsen, OE., Mykleburst, G., Engebretsen, L., Holme, I. and Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ*; 330(7489):449.
 - Organización mundial de la salud (OMS), (2015). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Actividad física. Recuperado de: [<http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>]
 - Pasanen, K., Parkkari, J., Pasanen, M., Hilloskorpi, H., Mäkinen, T., Järvinen, M., et al, (2008). Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *BMJ*; 337:96-102.
 - Parkkari, J., Kujala, UM. and Kannus, P. (2001). Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. *Sports Med*; 31:985-995.
 - Parkkari, J., Taanila, H., Suni, J., Mattila, VM., Ohrankämmen, O., Vuorinen, P. et al (2011). Neuromuscular training with injury prevention counselling to decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomised study. *BMC Medicine*, 9:35.
 - Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). Physical activity guidelines advisory committee report. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services.
 - Proper, KI., Koning, M., van der Beek, AJ., Hildebrandt, VH., Bosscher, RJ. and van Mechelen, W. (2003). The effectiveness of

worksite physical activity programs on physical activity, physical fitness, and health. *Clin J Sport Med*; 13:106-17.

- Richardson, CA. and Jull, GA. (1995). Muscle control/pain control: what exercises would you prescribe? *Man Ther*;1:2–10.
- Rosendal, L., Langberg, H., Skov-Jensen, A. and Kjær, M. (2003). Incidence of Injury and Physical Performance Adaptations During Military Training. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 13:157–163.
- Sallis, RE., Jones, K., Sunshine, S., Smith, G. and Simon, L. (2001). Comparing sports injuries in men and women. *Int J Sports Med*; 22:420-423.
- Saragiotto, B., Pierro, C. and Lopes, A. (2014). Prevalence of Sport Injuries among Middle School Children and Suggestions for Their Prevention. *Brazilian Journal of physical therapy*; 18(2):137-143.
- Schiller, JS., Lucas, JW. and Peregoy, JA. (2012). Summary health statistics for U.S. adults: National Health Interview Survey, 2011. *Vital Health Stat*; 10(11):97-102.
- Sharp, MA., Rosenberger, M. and Knapik, J. (2009). Common military task: materials handling. In: *Optimizing Operational Physical Fitness*, Chapter 5. Neuillysur-Seine Cedex, France, NATO Research and Technology Organisation; 5.1–5.49. Recuperado de: [<http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/TR/RTO-TR-HFM-080//RTO-TR-HFM-080-TOC.pdf>]; Visto en diciembre 12, 2015.

-
- Sherman, RA., Karstetter, KW., May, H. and Woerman, AL. (1996). Prevention of lower limb pain in soldiers using shock-absorbing orthotic inserts. *J Podiatr Med Assoc*; 86:117-22.
 - Silva, AA., Bittencourt, NF., Mendonça, LM., Tirado, MG., Sampaio, RF. And Fonseca, ST. (2011). Analysis of the profile, areas of action and abilities of Brazilian Sports Physical Therapists working with soccer and volleyball. *Rev Bras Fisioter*; 15(3):219-26.
 - Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B. et al (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*; 35:1025–44.
 - 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*; 337:a2469.
 - Taanila, H., Suni, J., Pihlajamäki, H., Mattila, V., Ohrankämnen, O., Vuorinen, P. and Parkkari, J. (2010) Aetiology and risk factors of musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(146), 1-19.
 - Taunton, JE., Ryan, MB., Clement, DB., McKenzie, DC., Lloyd-Smith, DR. and Zumbo, BD. (2003). A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run “In Training” clinics. *Br J Sports Med*; 37:239-244.
 - Teyhen, D., Bergeron, M., Deuster, P., Baumgartner, N., Beutler, A., de la Motte, S., Jones, H., Lisman, P., Padua, D., Pendergrass, T.,

Pyne, S., Schoemaker, E., Sell, T. and O'Connoer, F. (2014). Consortium for health and military performance and American College Of Sports Medicine Summit: Utility of Functional Movement Assessment in Identifying Musculoskeletal Injury Risk. American College Of Sports Medicine. 13(1), 52-63.

- Thelen, M. and Koppenhaver, S. (2015). Performance optimization and injury prevention strategies for the army physical fitness: technique matters. The International Journal of Sports Physical Therapy, 10(3), 391-401.
- Tiirikainen, K., Lounamaa, A., Paavola, M., Kumpula, H. and Parkkari, J. (2008). Trend in sports injuries among young people in Finland. Int J Sports Med; 29:529-536.
- Universidad de Concepción (2012). Encuesta nacional de hábitos de actividad física y deporte en la población chilena igual o mayor a 18 años. Recuperada de [<http://www.ind.cl/wp-content/uploads/2015/03/Encuesta-Nacional-de-Habitos-2012.pdf>].
- U.S. Department of Health and Human Services (2008). Physical activity guidelines for Americans. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services.
- Valle, M. and Payne, E. (2010). Development of an injury surveillance system for the Canadian forces. Injury Prevention; 16(1), 289.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H. and Kemper, HC. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. Sports Med; 14(2):82-99.

-
- Van Mechelen W. (1995). Can running injuries be effectively prevented? *Sports Med*;19:161-165.
 - Van Wilgen, CP. and Verhagen, EA. (2012). A qualitative study on overuse injuries: the beliefs of athletes and coaches. *J Sci Med Sport*; 15(2):116-21.
 - Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: A prospective controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 32, 1385–1393.
 - Vuori, IM. (2001). Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc*; 33(6 Suppl):S551-86; discussion 609-10.
 - Warburton, DE., Nicol, CW., Bredin, SS. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*; 174:801–809.
 - Wedderkopp, N., Kalsoft, M., Holm, R. and Froberg, K. (2003). Comparison of 2 intervention programmes in young female players in European handball with and without ankle disc. *Scand J Med Sci Sports*; 13: 371- 375.
 - Wemme, KM. and Rosvall, M. (2005). Work related and non-work related stress in relation to low leisure time physical activity in a Swedish population. *J Epidemiol Community Heal*; 59:377–379.
 - Wilkinson, D., Blacker, S., Richmond, V., Horner, F., Rayson, M., Spiess, A. and Knapik, J. (2011). Injuries and injury risk factors among

British army infantry soldiers during predeployment training. *Injury Prevention*; 17, 381-387.

- Willems, TM., De Clercq, D., Delbaere, K., Vanderstraeten, G., De Cock, A. and Witvrouw, E. (2006). A prospective study of gait related risk factors for exercise- related lower leg pain. *Gait Posture*; 23(1):91-98.
- Wyss, T., Roos, L., Hofstetter, M., Frey, F. and Mader, U. (2014). Impact of Training Patterns on Injury Incidences in 12 Swiss Army Basic Military Training Schools. *Militare medicine*, 179, 1:49.
- Yates, B. and White, S. (2004). The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *Am J Sports Med*; 32(3):772-780.
- Yeung, E. and Yeung S. (2001). A systematic review of interventions to prevent lower limb soft tissue running injuries. *Sports Me*; 35:383–389.
- Zambraski, E. and Yancosek, K. (2012). Prevention and Rehabilitation of Musculoskeletal Injuries During Military Operations and Training. *Journal of Strength and Conditioning research*; 26(7), 101-106.
- Zanchetta, LM., Barros, MB., César CL., Carandina, L., Goldbaum, M. and Alves, MC. (2010). Inatividade física e fatores associados em adultos, São Paulo, Brasil. *Rev Bras Epidemiol*; 13:387–399.

10 ANEXOS

Anexo 1. Escala para la calidad del artículo científico PEDro.

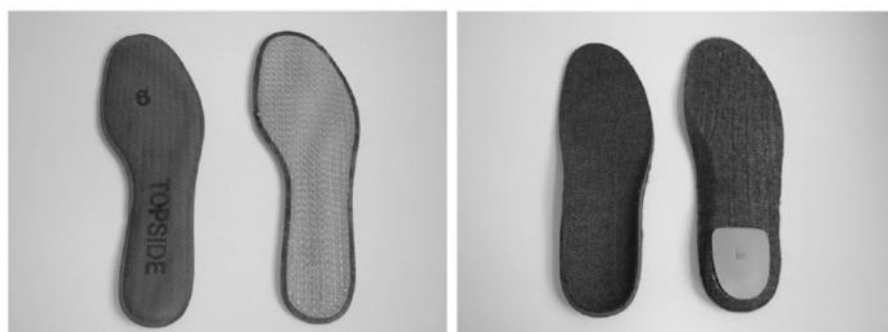
Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:

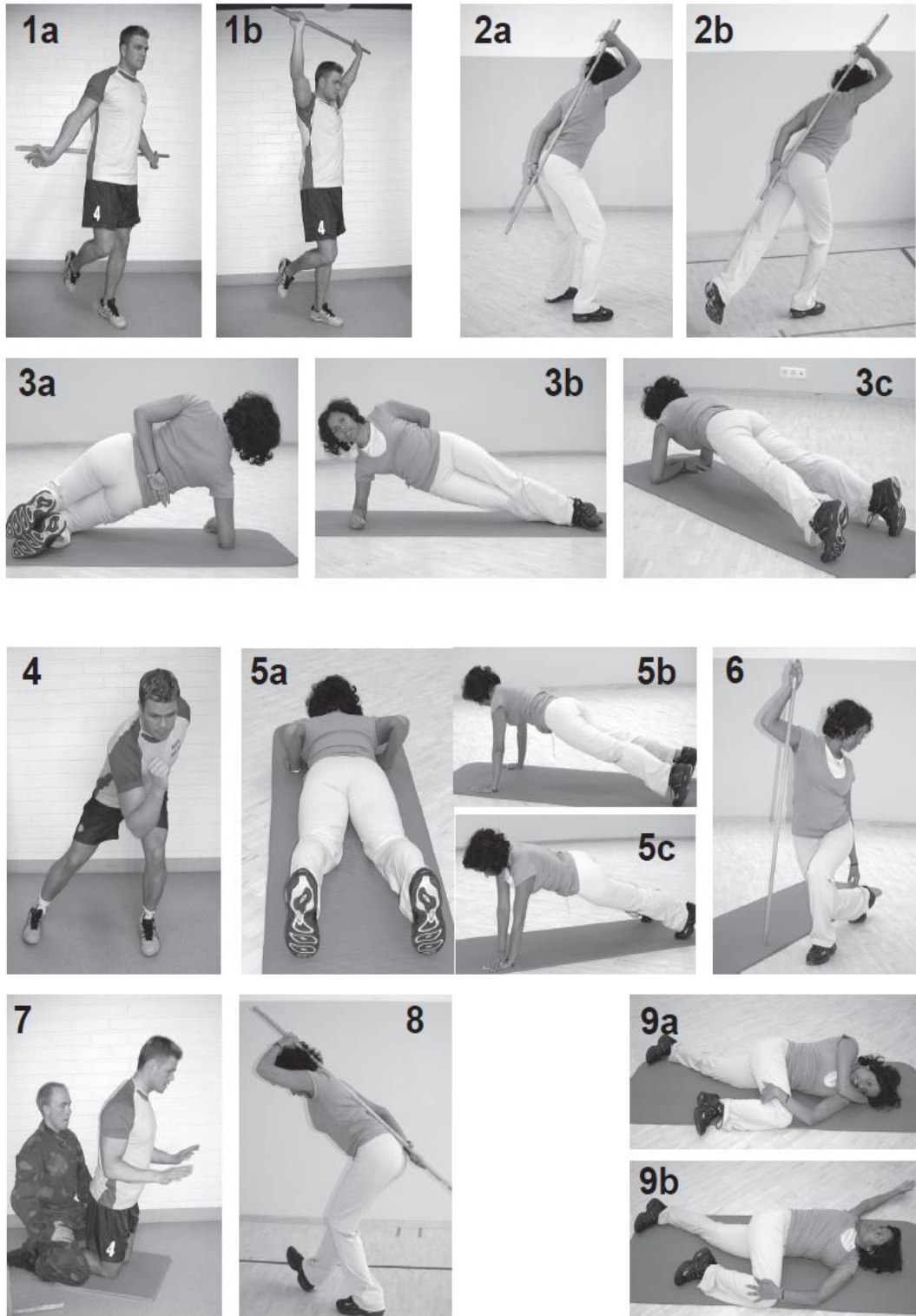
Anexo 2. Puntajes obtenidos por los diferentes artículos en la escala PEDro

Estudio	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	Ítem 11	puntaje
Parkkari (2011)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	8
Childs (2010)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	8
Knapik (2010 b)	NO	SI	SI	SI	-	-	-	SI	SI	SI	SI	7
Knapik (2010 a)	NO	SI	SI	SI	-	-	-	SI	SI	SI	SI	7
Franklyn-Miller (2011)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	9
House (2013)	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	7
Carow (2014)	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	8
Brushøj (2008)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	9
Goodall (2013)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	10

Anexo 3. Imágenes de la plantilla Saran y la SAIs.



Anexo 4. Programa de ejercicios neuromusculares del grupo intervención. Extraído de Parkkari et al (2011).



Anexo 4. Programa de ejercicios neuromusculares del grupo intervención (continuación). Extraído y traducido de Parkkari et al (2011).

Ejercicio	Explicación	Repeticiones	Objetivo
Ejercicio 1	De pie en una pierna con un bastón	20 repeticiones, 10 con cada pierna	Mejora en la postura y movilidad del hombro y cuello. Mejora en balance y coordinación.
Ejercicio 2	Ejercicio de sentadilla con un bastón, usando respectivamente, dos o una pierna.	16 repeticiones con dos piernas y 16 repeticiones, 8 con cada pierna.	Mejora el control lumbar en la zona neutra. Incrementa fuerza muscular de EEII. Mejora el balance.
Ejercicio 3	Apoyo lateral horizontal Etapa 1: Con rodilla flectadas. Etapa 2: Con rodillas rectas.	Etapa 1: 5 repeticiones de 5 seguidos de mantención isométrica, alternando cada lado. Etapa 2: cinco círculos de un lado a otro con 5 segundos de retención para cada posición (lateral, vientre y lado).	Mejora la co-contracción de los músculos del tronco. Optimiza la estabilidad del tronco y la espalda baja. Incrementa la resistencia muscular del tronco.
Ejercicio 4	Saltar de lado a lado	4 saltos lentos + 8 saltos rápidos, durante 60 segundos.	Mejora coordinación y agilidad. Mejora control lumbar en la zona neutra. Incrementa la resistencia muscular de las extremidades inferiores.
Ejercicio 5	Lagartijas modificadas	Todas las repeticiones posibles en 60 segundos.	Mejora en la fuerza extensora de extremidad superior. Optimiza la co-contracción de musculatura del tronco. Mejora la estabilidad del tronco y espalda baja.
Ejercicio 6	Ejercicio de estiramiento para los músculos flexores de la cadera.	10 segundos de elongación 5 veces por cada lado (alternando).	Incrementar la extensibilidad de los músculos flexores de cadera. Incrementar la fuerza muscular de las extremidades inferiores.
Ejercicio 7	Ejercicio para isquiotibiales en rodillas.	8 a 12 repeticiones.	Incrementar la capacidad excéntrica de la musculatura isquiotibial. Mejorar el control motor del tronco.
Ejercicio 8	Ejercicio de elongación para musculatura isquiotibial con bastón.	3 repeticiones de 20 segundos para cada pierna de forma alternada.	Incrementar la extensibilidad de musculatura isquiotibial y de la pantorrilla. Mejorar el control lumbar en la zona neutra.
Ejercicio 9	Rotación superior del cuerpo mientras se está acostada de lado (elongación de yoga).	Duración de 60 segundos por lado.	Mejora la movilidad rotacional de la columna torácica. Incrementa la extensibilidad de musculatura pectoral.

Anexo 5. Programa de ejercicios de equilibrio y agilidad para el grupo intervención. Extraído y traducido de Goodall et al (2013).

Ejercicio de agilidad	Indicaciones/repeticiones
Salto y tierra 1	Se llevó a cabo antes de una lección de levantar y transportar. En grupos de cinco de pie a un lado de una línea, se salta de lado a lado a través de la línea por 10 saltos utilizando la técnica correcta. Vuelva a alinear. Repita cinco veces durante 5 min.
Salto y tierra; parar y sostener; balance dinámico 1	Se llevó a cabo como parte de un circuito de 12 estaciones. Saltar línea con rodillas hacia adelante. Parar y sostener, parándose en la pierna de adelante y luego continuar corriendo 10 metros. Equilibrio dinámico sobre bosu. 30 segundos 2 veces.
Cortar y girar 1	Se llevó a cabo antes de una lección de correr. En grupos de 5, carreras en la moda zig zag alrededor de conos a 20 metros, luego correr de vuelta a empezar. Realizado durante 5 min.
Balance dinámico 1	Se llevó a cabo como una actividad de vuelta a la calma. En una pelota bosu (plana hacia arriba) el equilibrio sobre una sola pierna. Realizado durante 10-20 s en cada pierna, luego volver a alinear.
Cortar y girar 2	Se llevó a cabo como parte de una lección para vuelta a la calma. Correr en zig zag por conos en 20 metros y luego volver a alinear.
Balance dinámico 2	Se llevó a cabo como parte de una lección de escalada de cuerda. En una pelota bosu (plana hacia arriba) el equilibrio sobre una sola pierna y mover de lado a lado. Se hace 8 veces, 10- 20 segundos para cada pierna.
Salto y tierra 2	Se llevó a cabo antes de una lección de correr. En grupos de cinco, saltar 1m con las rodillas dobladas, girar a saltar de nuevo. Realizado por cinco repeticiones hasta cinco ciclos.
Salto y tierra; parar y sostener; balance dinámico 2	Se llevó a cabo como parte de un circuito de 12 estaciones. Saltar por la línea de salto hacia adelante y hacia atrás. Correr hacia línea, parar y retroceder 10, 8, 6 y 4 metros en las repeticiones sucesivas. Rodar la pelota de bosu de lado a lado. Realizado por 30 segundos 3 veces.
Cortar y girar; parar y sostener 1	Se llevó a cabo durante una lección de correr. Correr en zig zag 20 m. Correr a línea con retorno de 10 metros. Realizado durante cinco repeticiones para un máximo de cinco ciclos durante 5 min.
Salto y tierra; parar y sostener 1	Se llevó a cabo antes de ejecutar esquivar-saltar lección. En grupos de 5, saltar y aterrizar en una pelota bosu (lado redondo). Luego correr saltando la línea de lado, hacia delante, de lado por 20 metros. Realizado durante cinco repeticiones.
Salto y tierra; parar y sostener; balance dinámico 3	Se llevó a cabo como parte de un circuito de 12 estaciones. Saltar y aterrizar en una pelota bosu (lado redondo). Luego correr saltando la línea de lado, hacia delante, de lado por 20 metros. Equilibrio moviéndose en círculos sobre bosu. Realizar por 30 segundos 3 veces.
Balance dinámico 3	Se llevó a cabo como parte de los ejercicios de balón medicinal. Con un compañero a aproximadamente 4 metros lanzar y atrapar el balón medicinal, mientras se mantiene el equilibrio sobre una pierna. Realizado durante 3 min.
Balance dinámico 4	Se llevó a cabo como parte de un circuito de ejercicios de boxeo de 12 estaciones. Equilibrarse en el Bosu mientras se da puñetazos, en una sola pierna. Realizado durante 30 segundos, 3 veces.

Anexo 5. Programa de ejercicios de equilibrio y agilidad para el grupo intervención (continuación). Extraído y traducido de Goodall et al (2013).

Ejercicio de equilibrio	Indicaciones/repeticiones
Alcance con el pie al lado (plano frontal)	Mueva un pie hacia el lado cuanto el equilibrio le permitiría, repita con la otra pierna.
Pierna columpio (plano sagital)	Gire la pierna hacia adelante y atrás con los brazos en movimiento de ida y vuelta. Repita con la otra pierna.
Vuelta de cigüeña (plano transversal)	Soporte en una pierna y girar el cuerpo hacia la izquierda y la derecha en la medida de lo posible. Repetir con la otra pierna.
Molino (plano frontal)	Equilibrio en posición de cigüeña, brazos horizontales, mover los brazos hacia arriba y hacia abajo alternativamente. Repetir con la otra pierna.
Alcance los pies hacia adelante (plano sagital)	Mueva un pie hacia adelante en cuanto a equilibrio le permita. Repetir con la otra pierna.
Barredor de minas (plano transversal)	Pie se extiende libremente, gire la pierna hacia la izquierda y la derecha, pie justo por encima del suelo, a través de 90 °. Repetir con la otra pierna.
Árbol alto (plano frontal)	Brazos por encima de la cabeza, se inclina alternadamente hacia la derecha e izquierda.
Rodillas arriba (plano sagital)	La pierna libre se lleva al pecho y los brazos la abrazan, repetir con la otra pierna.
Helicóptero (plano transversal)	Ambos brazos se mantienen la altura del hombro, paralelo al suelo, gire el cuerpo hacia la izquierda y derecha a través de toda la gama de movimiento.
Pierna columpio lateral (plano frontal)	Cada pierna se hace oscilar lateralmente alternativamente hacia atrás y adelante a través de en frente del cuerpo.
Tocar pie (plano sagital)	Tocar los dedos de los pies con las manos. Repetir con la otra pierna.
Lanzamiento del martillo (plano transversal)	Inclínate hacia delante e izquierda del cuerpo, pretendiendo que hay una pelota grande para ser recogida y tirarla luego por sobre el hombro opuesto. Repita a derecha.
Rodillas altas (plano frontal)	Desde una posición en cuclillas, subir hasta la posición de equilibrio cigüeña con la posición acabada quedando una rodilla con el muslo paralelo al suelo y el brazo opuesto extendido por encima de la cabeza. Repetir con la otra pierna.
Avión (plano sagital)	Desde la posición de equilibrio cigüeña, con los brazos hacia fuera horizontales, se inclina hacia adelante, por lo que la parte superior del cuerpo y la pierna libre queda horizontal. Repetir con la otra pierna.
Barrido trasero (plano transversal)	Inclinarse hacia adelante y mover la pierna libre hacia derecha e izquierda barriendo, apenas por encima del suelo a través de 60 °. Repetir con la otra pierna.
Salto lateral (plano frontal)	En posición de equilibrio de cigüeña, inclinarse hacia un lado manteniendo el equilibrio sobre la misma pierna. Repetir con la otra pierna.
Equilibrio hacia adelante (plano sagital)	En posición de equilibrio de cigüeña, inclinarse hacia adelante manteniendo el equilibrio sobre la misma pierna. Repetir con la otra pierna.
Saltar y rotar (plano transversal)	En posición de equilibrio de cigüeña, saltar y girar 90 ° a la izquierda y a la derecha sobre la misma pierna. Repetir con la otra pierna.