



UGR Universidad
del Gran Rosario

TESINA

**presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título: El Functional Movement Screen (FMS), factores de riesgo y
lesiones en deportistas**

Autor:

Annan, Alejo. Nro. De Libreta 5957

Director/a: Leandro Pisani

Sede y fecha de presentación:

ÍNDICE

I- INTRODUCCIÓN	1
II- OBJETIVOS	3
II. 1- Objetivo general:	3
II.2-Objetivos específicos:	3
III- FUNDAMENTACIÓN	4
IV- MARCO TEÓRICO	5
IV. 1. Lesiones deportivas	5
IV. 1. 2. Clasificación y epidemiología de las lesiones deportivas	6
<i>IV. 1. 2. 1. Localización anatómica</i>	6
<i>IV. 1. 2. 2. Mecanismo de lesión e inicio de los síntomas</i>	7
<i>IV. 1. 2. 3. Tipo de lesión</i>	9
<i>IV. 1. 2. 4. Gravedad o severidad</i>	10
<i>IV. 1. 2. 5. Edad</i>	11
<i>IV. 1. 2. 6. Sexo</i>	11
IV. 1. 3. Factores de riesgo	12
IV. 2. Functional Movement Screen (FMS)	16
IV. 2. 1. Introducción	16
IV. 2. 2. Generalidades	17
IV. 2. 3. Patrones de movimiento	19
<i>IV. 2. 3. 1. Sentadilla profunda o de arranque (DEEP SQUAT)</i>	19
<i>IV. 2. 3. 2. Paso del obstáculo (HURDLE STEP)</i>	20
<i>IV. 2. 3. 3. Estocada en línea (IN LINE LUNGE)</i>	21
<i>IV. 2. 3. 4. Movilidad de hombros (SHOULDER MOBILITY)</i>	22
<i>IV. 2. 3. 5. Elevación activa de la pierna recta (ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE)</i>	23
<i>IV. 2. 3. 6. Estabilidad de tronco y flexión de brazos (TRUNK STABILITY PUSH-UP)</i>	25

<i>IV. 2. 3. 7. Estabilidad en rotación (ROTARY STABILITY)</i>	26
V- MÉTODOS	28
V. 1. Palabras clave	28
V. 1. 2. Combinación de palabras clave	29
VI- RESULTADOS	29
VI. 1. Diagrama de flujo para la selección de artículos	30
VI. 2. Análisis de la bibliografía	31
VI. 2. 1. Tabla comparativa	39
VII- DISCUSIÓN	46
VIII- CONCLUSIÓN	50
IX- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
X- ANEXOS	57

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

En la mayor parte de las disciplinas, el proceso de entrenamiento y acondicionamiento está destinado a mejorar la fuerza, la velocidad, la resistencia y la potencia de los practicantes, entre otras cualidades. Sin embargo, dos aspectos que permitirán el desarrollo de las anteriores son la capacidad de movimiento y la calidad del mismo. Cuando estos son realizados con patrones compensatorios, suele deberse principalmente a un desequilibrio entre la movilidad y la estabilidad en la cadena cinética para ejecutar un movimiento, aspectos identificados como factores de riesgo de lesión. Un aspecto importante para disminuir el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento es identificar los déficits de simetría, movilidad y estabilidad. Dentro de los métodos de evaluación funcional que se utilizan para dicho fin se encuentra el Functional Movement Screen o FMS.

OBJETIVO

Analizar mediante una revisión bibliográfica la capacidad del FMS para detectar factores de riesgo y su asociación con la aparición de lesiones en los deportistas.

MÉTODOS

Se ha realizado una revisión bibliográfica buscando en la evidencia artículos a texto completo disponibles en todos los idiomas que hayan sido publicados entre el año 2005 hasta la actualidad. Se consultaron las bases de datos de PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT.

RESULTADOS

Se encontraron un total de 654 artículos, de los que se seleccionaron 14 que cumplían con los criterios de inclusión para su posterior análisis.

CONCLUSIÓN

El FMS es un método útil y viable para la identificación de factores de riesgo, considerando únicamente factores biomecánicos, es decir, la detección de movimientos disfuncionales dentro de patrones de movimiento funcionales. Sin embargo, su

asociación con el desarrollo de lesiones en deportistas es deficiente, tal como se observa en los resultados de los estudios analizados.

I- INTRODUCCIÓN

Toda actividad deportiva y más precisamente aquella que realizan los deportistas de alto rendimiento, exige por parte de sus atletas el desarrollo de ciertas cualidades físicas condicionales y coordinativas. Éstas se dan a través de un proceso de entrenamiento sistematizado, ordenado y adaptado a la competencia, y traen aparejado por ende ciertos beneficios con mejoras del estado de salud debido a las adaptaciones que se generan en el organismo, junto con un menor riesgo de contraer enfermedades y de sufrir hospitalización. Sin embargo, los deportistas no están exentos de sufrir consecuencias, ya que pueden sufrir trastornos musculoesqueléticos y, en algunos casos, ciertas limitaciones incapacitantes en el transcurso y al final de sus carreras. En otras palabras, están expuestos a lesiones deportivas, entendiéndose las mismas como cualquier proceso que altera o destruye la integridad de un tejido o parte orgánica durante la práctica del deporte o entrenamiento. Ésta modifica durante un tiempo la capacidad para mantener los niveles de rendimiento previos a la lesión, requiriendo a su vez la atención por parte de un profesional de la medicina del deporte o de un integrante del cuerpo médico si se tratara de un equipo.

En el año 2017, en un estudio prospectivo sobre la incidencia de lesiones durante los Juegos Olímpicos de Río de Janeiro del año 2016, en el que participaron 11.274 atletas, se reportaron un total de 1101 lesiones, equivalente a 9,8 lesiones por cada 100 atletas, durante un período de tan solo 17 días (1). Para restablecer su condición física, los deportistas deben someterse a un proceso de rehabilitación y realizar un programa de acondicionamiento para recuperar su performance y poder volver a la competencia.

En la mayor parte de las disciplinas, el proceso de entrenamiento y acondicionamiento está destinado a mejorar la fuerza, la velocidad, la resistencia y la potencia de los practicantes, entre otras cualidades. Sin embargo, dos aspectos considerados importantes y que permitirán el desarrollo de las anteriores son la capacidad de movimiento y la calidad del mismo(2). La eficiencia de cómo se mueva un deportista y la eficacia de cómo realice sus movimientos le permitirá potenciar su rendimiento. Cuando estos son realizados con patrones considerados compensatorios, suele deberse principalmente a un desequilibrio entre la movilidad y la estabilidad en la cadena cinética para ejecutar un movimiento. Dicho patrón, se refuerza a lo largo del proceso de entrenamiento y es utilizado de manera inconsciente cada vez que se lo ejecuta. Esto provoca un desgaste del aparato locomotor generando fatiga, disminución del rendimiento y aumento de la probabilidad de sufrir

lesiones. Los historiales previos de estas últimas, así como la falta de movilidad y estabilidad, han sido identificados como factores de riesgo de lesiones (3).

Por lo tanto, un aspecto importante para disminuir el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento es identificar los déficits de simetría, movilidad y estabilidad debido a la influencia que tienen dichos aspectos en los programas motores alterados en la cadena cinética de movimiento. La complejidad de la cadena dificulta la evaluación de las debilidades a través de métodos estáticos convencionales (3). Es por esto que se vuelve necesario emplear pruebas de detección funcional que incorporen toda la cadena de movimiento para describir las limitaciones en todo el sistema. Dentro de estas se encuentra el Functional Movement Screen o FMS.

El FMS, desarrollado por Gray Cook y Lee Burton, es un sistema de detección empleado para evaluar patrones de movimiento funcionales de un individuo, basados en la consciencia propioceptiva y cinestésica, cuyo fin es determinar el eslabón débil de dicho patrón (4). Al ser un método de detección, está destinado a sujetos asintomáticos; este se compone de siete patrones de movimiento que requieren un equilibrio de movilidad y estabilidad. Las pruebas colocan al individuo en posiciones extremas donde las debilidades y los desequilibrios se vuelven notorios si no se utiliza la estabilidad y la movilidad adecuadas(3)(5)(4). Cada una requiere la función apropiada del sistema de enlace cinético del cuerpo, es decir que debe haber un correcto acople entre los diferentes segmentos, que son interdependientes entre sí. Esto es lo que el autor Mackey(2) denomina “acople segmentario”, siendo esto una acción o serie de movimientos encadenados.

Es decir que el FMS no es utilizado como medio diagnóstico, sino para demostrar limitaciones o asimetrías con respecto a los patrones funcionales de movimiento, para luego aplicar un enfoque de entrenamiento funcional y mejorar la calidad del movimiento(3). Por ende varios autores consideran importante evaluar los movimientos fundamentales antes de comenzar una disciplina (2)(4)(3)(6).

Es por esto que se plantea, ¿Qué capacidad tiene el Functional Movement Screen para detectar factores de riesgo y cuál es su asociación con la aparición de lesiones en los deportistas?

II- OBJETIVOS

II. 1- Objetivo general:

Analizar mediante una revisión bibliográfica la capacidad del FMS para detectar factores de riesgo y su asociación con la aparición de lesiones en los deportistas.

II.2-Objetivos específicos:

- Analizar el concepto de lesión deportiva empleado por los autores en los artículos recuperados en la bibliografía.
- Analizar los puntajes arrojados por el método de evaluación y su correlación con el desarrollo de lesiones.
- Analizar la injerencia clínica del FMS aplicado a cualquier disciplina deportiva previo o durante el proceso de entrenamiento.

III- FUNDAMENTACIÓN

Analizar la capacidad del FMS para detectar factores de riesgo y su asociación con la aparición de lesiones en los deportistas va a ayudar a enfatizar la utilización de este tipo de métodos funcionales de evaluación en el ámbito deportivo, o proponer otro tipo de sistemas que tengan un enfoque similar. Ya que, tanto para los profesionales de la medicina deportiva como para los cuerpos médicos que integran los equipos de competición, es de suma importancia reducir el riesgo de lesiones en los atletas y mitigar el impacto de las tasas generales de las mismas en el rendimiento de un equipo.

IV- MARCO TEÓRICO

IV. 1. Lesiones deportivas

No existe en la literatura actual un concepto de lesión deportiva que sea aceptado universalmente. La variabilidad de los mismos gira en torno a diferentes aspectos, entre los que se puede mencionar la presencia de daño estructural, la sintomatología, la necesidad de atención médica, la pérdida de tiempo de competencia o entrenamiento, entre otros.

Para Bahr(7), se define como el daño tisular que se produce como resultado de la participación en deportes o cualquier forma de actividad física. Osorio Ciro y cols.(8), definen a la lesión deportiva como aquella que ocurre cuando los atletas están expuestos a la práctica del deporte, que produce alteración o daño de un tejido, afectando el funcionamiento de la estructura. Para Fuller y cols.(9), consiste en cualquier dolencia física que sufra un jugador como resultado de un entrenamiento o partido, independientemente de la necesidad de atención médica o la pérdida de tiempo en la actividad deportiva. Engebretsen y cols.(10) difieren del anterior, ya que la definen como cualquier molestia musculoesquelética o conmoción cerebral incurrida durante la competencia o el entrenamiento, que requiere atención médica, independientemente de la pérdida de tiempo en la competencia y el entrenamiento. Desde un concepto similar, para Maffulli y cols.(11) implica un problema musculoesquelético que conlleva a la reducción o interrupción de la actividad deportiva durante cualquier período de tiempo, posiblemente con la necesidad de atención por parte de un profesional. Timpka y cols.(12) agregan que se trata de una queja física o daño observable en el tejido corporal, producido por la transferencia de energía experimentada por un atleta durante la participación en el entrenamiento o la competición, independientemente de la necesidad de atención médica o sus consecuencias respecto a la pérdida de tiempo en la disciplina.

Las diferencias existentes sobre este concepto dificultan el análisis y la realización de estudios epidemiológicos sobre dicho tema(13). En relación a las definiciones aportadas por los autores anteriormente nombrados, podría definirse a la lesión deportiva como

cualquier proceso que altera o destruye la integridad de un tejido o parte orgánica durante la práctica del deporte o entrenamiento, que modifica durante un tiempo la capacidad para mantener los niveles de rendimiento previos a la lesión, y que requiere a su vez la atención médica por parte de un profesional.

IV. 1. 2. Clasificación y epidemiología de las lesiones deportivas

Al igual que ocurre con las definiciones, no existe unanimidad para clasificar las lesiones y por ese motivo hay una gran cantidad de clasificaciones en base a distintos aspectos. Sin embargo, es importante poder establecer un criterio uniforme a la hora de dividir dichos eventos, sobre todo para la realización de estudios epidemiológicos como se mencionó en el apartado anterior (14)(15).

Las lesiones deportivas pueden clasificarse en función de su localización anatómica, el mecanismo de lesión, el tipo y tejido que resultó afectado, la gravedad o severidad, la edad y el sexo del deportista, etcétera (13)(16).

IV. 1. 2. 1. Localización anatómica

Resulta la clasificación más simple y sencilla debido a que simplemente se especifica en qué segmento o parte del cuerpo fue reportado el evento, y generalmente no suele haber discrepancias entre los diversos autores.

La clasificación más empleada realiza una división en cabeza y cuello, miembros superiores, columna o tronco y miembros inferiores. Algunos autores como Fuller(9), Timpka(12) y Plium(17) realizan una sub clasificación dependiendo en qué segmento se reporta la lesión.

<u>Grupos principales</u>	<u>Sub categorías</u>
Cabeza y cuello	Cabeza/cara Columna cervical
MMSS	Hombro/brazo Codo Antebrazo Muñeca Mano/dedos
Tronco	Esternón/costillas Espalda alta Abdomen Columna lumbar/pelvis
MMII	Cadera/ ingle Muslo Rodilla Pierna/tendón Aquiles Tobillo
Otro	Pie/dedos Indefinido

Figura 1. Clasificación y sub clasificación de la localización anatómica de las lesiones(17).

En relación a la incidencia de lesiones reportadas en la literatura según la localización anatómica, esta es variable ya que va a estar influenciada por la disciplina o deporte en el que se hayan basado los estudios.

En un estudio realizado por Brooks y cols. (15) en el año 2006, en el que participaron 564 jugadores de rugby, el 12.3% de las lesiones ocurrieron en la región de la cabeza y cuello, 14.14% se dieron en los miembros superiores, 12.4% en el tronco, mientras que el 61% de las mismas afectó a los miembros inferiores.

En un artículo de revisión llevado a cabo por Sánchez (18) en 2008 acerca de las lesiones que se dan en el básquet, afirma que son más comunes aquellas que afectan a los miembros inferiores, siendo el orden por afectación el siguiente: tobillo, rodilla, columna, mano, muñeca, hombro, pie, codo y por último la cadera.

En un estudio de cohorte prospectivo llevado a cabo por Ekstrand y cols.(19), realizaron un seguimiento de 7 temporadas consecutivas (2001 – 2008) a 23 equipos de fútbol de Europa que formaban parte de la UEFA. Se registraron un total de 4483 lesiones, de las cuales 100 sucedieron en la región de la cabeza y el cuello, 158 correspondían a los miembros superiores, 315 al tronco y columna, y 3902 se desarrollaron en los miembros inferiores, siendo el muslo el segmento que mayor prevalencia tuvo con un total de 1064 lesiones.

Soligard y cols.(20) estudiaron la incidencia de lesiones durante los Juegos Olímpicos de Invierno del año 2018 llevados a cabo en Pyeong Chan, en China. De las 376 lesiones reportadas, 53 correspondieron a la rodilla, 34 al tobillo, 29 a manos y dedos, y 27 a la columna lumbar o espalda baja.

IV. 1. 2. 2. Mecanismo de lesión e inicio de los síntomas

Hace referencia a la forma en la que se produce la lesión y al momento de presentación de los síntomas.

Bahr(7) aporta una clasificación escueta, dividiéndolas en agudas o por uso excesivo. Se refiere a las primeras como aquellas que ocurren de manera repentina y tienen una

causa o un comienzo claramente definidos, y a las segundas como las que se desarrollan en forma gradual. Plium y cols. (17) aportan una clasificación similar; se refieren a una condición de inicio agudo a aquella que se da como resultado de un evento identificable o cuando hay aparición repentina de dolor o discapacidad. Y una condición de inicio gradual a la que se manifiesta durante un período de tiempo, o cuando hay un aumento gradual en la intensidad del dolor o la discapacidad que genera, sin presencia de un evento identificable como responsable de la condición.

Fuller y cols.(9) y Ekstrand y cols.(19) las dividen en traumáticas a las lesiones de inicio repentino, resultantes de un evento específico e identificable, mientras que las lesiones por uso excesivo son aquellas de comienzo insidioso, causadas por micro traumatismos repetidos sin un evento identificable.

La clasificación más amplia es la aportada por Timpka y cols.(12). Se refieren a las lesiones de inicio agudo como aquellas resultantes de un episodio identificable y específico que resulta en un inicio rápido de los síntomas. Estas a su vez las subdivide en lesiones traumáticas, donde incluye las que son por contacto (con otro atleta, con objeto en movimiento u objeto inmóvil) y no contacto, y lesiones por uso excesivo.

Por otro lado, las lesiones de inicio gradual, se refieren a aquellas que se manifiestan durante un período de tiempo, o cuando hay un aumento gradual en la intensidad de los síntomas, sin un evento identificable.

Modo de aparición	Causas
1-Incidente repentino	1. Lesión traumática
2-Incidente gradual	1.1 Lesión por contacto
	1.1.2 Contacto con otro atleta
	1.1.3 Contacto objeto móvil
	1.1.4 Contacto objeto inmóvil
	1.2 Lesión sin contacto
	2. Lesión por sobreuso

Figura 2. Clasificación aportada por Timpka y cols.(12) sobre los mecanismos de lesión y el inicio de los síntomas.

Al igual que con la localización anatómica, la incidencia de las lesiones y los mecanismos implicados va a depender de cada deporte.

Noya Salces y cols.(21) estudiaron la incidencia de lesiones en 427 jugadores de fútbol de la Primera División de la Liga de España durante una temporada de un año. Se

reportaron un total de 1293 lesiones, de las cuales el 65.7% (n=850) fueron por uso excesivo, mientras que el 34.3% restante (n=443) fueron traumáticas.

Engelbrechtsen y cols.(10) analizaron las lesiones que ocurrieron durante los Juegos Olímpicos de Verano en Londres en el año 2012. Los cuatro mecanismos de lesiones más reportados fueron el 25% (n=346) por uso excesivo, el 20% (n=275) sin contacto, el 14% (n=197) traumática por contacto con otro atleta, y el 12% (n=164) por contacto con un objeto estático. Por uso excesivo fue el mecanismo más frecuente en salto en piletta, atletismo, levantamiento de pesas, natación y esgrima. El trauma sin contacto fue frecuente en el tenis, vóley de playa, esprint en canoa, esgrima, bádminton y atletismo. Mientras que las lesiones en el básquet, fútbol, handball y judo fueron producto del contacto con otro atleta.

IV. 1. 2. 3. Tipo de lesión

Las lesiones deportivas se clasifican según Bahr(7) en lesiones de partes blandas (cartilagosas, musculares, tendinosas y ligamentarias) y lesiones esqueléticas (fracturas).

Autores como Fuller y cols.(9) y Plium y cols.(17) categorizan a las lesiones respecto a las estructuras que se encuentran lesionadas: hueso, articulación y ligamentos, músculo y tendón, piel, y sistema nervioso central y periférico. Dentro de cada tejido sub clasifican de acuerdo al tipo de lesión que se presenta: fracturas a nivel óseo; luxaciones, lesión ligamentaria, meniscal o cartilaginosa a nivel articular; desgarro, contractura o calambre muscular; ruptura, proceso degenerativo o inflamación de la bursa a nivel tendinoso; hematoma, contusión, abrasión o laceración en la piel; y conmoción, lesión estructural del cerebro, neural o de los ojos respecto al sistema nervioso. Agregan además lesiones a nivel visceral o de piezas dentales.

Grupos principales	Sub categorías
Hueso	Fractura Otra lesión en hueso
Articulación-ligamento	Luxación/subluxación/ inestabilidad Lesión ligamentaria Lesión menisco/cartilago Sinovitis
Músculo y tendón	Desgarro/contractura/ calambre Ruptura/tendinopatía/bursitis
Piel	Hematoma/ contusión Abrasión/ laceración
SNC	Conmoción
SNP	Lesión estructural Lesión neural Lesión de los ojos
Otras	Lesión visceral Lesión pieza dental

Figura 3. Clasificación según tipo de lesión del estudio de Plium y cols.(17).

Retomando el estudio de Noya Salces y cols.(21) en el que se informaron 1293 lesiones, la mayor parte de las mismas afectaron al tejido muscular y tendinoso, seguidas de las articulaciones y ligamentos, con 696 y 315, respectivamente. El resto correspondieron 184 a contusiones, 33 fueron fracturas por estrés óseo, 22 lesiones en la piel y solo 9 afectaron al sistema nervioso central o periférico.

En el estudio realizado por Soligard y cols.(1) donde estudiaron las lesiones ocurridas en los Juegos Olímpicos de Verano en Río de Janeiro en el año 2016, los tipos de lesión más reportados fueron los esguinces o rupturas ligamentarias (n=187), las contusiones y hematomas (n=178), los desgarros musculares (n=168), laceraciones o abrasiones de la piel (n=152) y las tendinopatías o procesos degenerativos a nivel tendinoso (n=112).

IV. 1. 2. 4. Gravedad o severidad

Generalmente, la gravedad de una lesión se determina según el grado de daño estructural que sufrió determinado tejido ante el evento lesivo, que puede ser visualizado a través de estudios de imagen, acompañado de los signos y síntomas clínicos que presenta la persona (16)(7).

En los estudios disponibles en la literatura científica acerca de la epidemiología de las lesiones deportivas, la severidad de la lesión se define en base a los días que se ausenta el deportista en la práctica o la competición.

Autores como Fuller y cols.(9), Noya Salces y cols.(21), Walden y cols.(22) y Hagglund y cols.(23), definen a la gravedad de la lesión según el número de días desde la fecha ocurrida la misma hasta la fecha en que el jugador vuelve a participar plenamente en el entrenamiento o está disponible para la competencia. Las clasifican en cuatro categorías: ligera (<3 días), leve o menor (4-7 días), moderada (8-28 días) y mayor o severa (> 28 días).

Timpka y cols.(12) y Plium y cols.(17) aportan una clasificación similar a los autores anteriormente nombrados, con la diferencia que comienzan a contar la cantidad de días perdidos por el atleta a partir del día siguiente a ocurrida la lesión. A su vez, las clasifican

de la siguiente manera: menor (1-7 días), que se subdivide en ligera (1 día), mínima (2-3 días), leve (4-7 días); moderada (8-28 días); severa (>28 días-6 meses) o período largo (>6 meses).

IV. 1. 2. 5. Edad

Si bien se propone como un criterio para clasificar a las lesiones deportivas, es escasa la cantidad de estudios o autores que la utilizan como tal. Esto puede deberse a que se utilizan otros aspectos considerados de mayor importancia como los descriptos anteriormente.

Autores como Moreno y cols.(24) las dividen en diferentes rangos etarios de la siguiente manera:

Menores de 10 años
11-15 años
16-20 años
21-25 años
26-30 años
31-35 años
Mayores de 35 años

Figura 4. Clasificación de lesiones en rango etario según Moreno y cols.(24).

Además, destacan que las lesiones deportivas presentan una mayor incidencia en aquellas edades en las cuales es más frecuente la práctica del ejercicio físico y especialmente el deporte de competición, entre la segunda y tercera década de la vida.

En una revisión realizada por los mismos autores, en la que documentaron 3.202 lesiones en deportistas, la edad media de los atletas era de 19,5 años, siendo 17 el rango etario donde más lesiones se registraron(25).

IV. 1. 2. 6. Sexo

Las diferencias en cuanto al desarrollo o prevalencia de las lesiones en el sexo femenino y masculino radican en torno a aspectos anatómicos y biomecánicos, la

naturaleza de los deportes que practican y el mecanismo implicado en las lesiones, entre otras cuestiones.

En general, las mujeres tienen las extremidades más cortas en relación con el tamaño del tronco. La presencia de piernas de menor longitud y sobre todo de una pelvis más ancha, hace que el centro de gravedad esté más cerca del suelo. Al tener una pelvis más ensanchada, esto puede conducir a un aumento de la anteversión femoral, y un aumento del ángulo Q a nivel de las rodillas que puede predisponer a diferentes patologías. Otro aspecto de relevancia es la mayor laxitud que presenta el sexo femenino sobre el masculino, particularmente en rodillas, tobillos y codos(26). Además, la fuerza muscular es menor producto de un menor desarrollo de la masa muscular, aspecto que se ve marcado e influenciado en la pubertad por la mayor liberación de testosterona en los hombres(27). Algunos estudios(28)(29) han demostrado dicho aspecto, aportando que el sexo femenino presenta menos desarrollo de músculo en las extremidades superiores en comparación con el sexo masculino, así como también menos músculo en la parte superior del cuerpo en relación con el tren inferior(30).

IV. 1. 3. Factores de riesgo

Los factores de riesgo se dividen en dos categorías principales, internos o intrínsecos relacionados con el atleta, y ambientales externos o extrínsecos. Pueden clasificarse también como modificables y no modificables; los modificables hacen referencia a aquellos que, valga la redundancia, pueden potencialmente modificarse mediante el entrenamiento o ejercicio físico, como la fuerza, la flexibilidad, el equilibrio, entre otros; mientras que los no modificables están representados sobre todo por el género y la edad.

Meeuwisse(31) propone un modelo dinámico sobre cómo interactúan los factores de riesgo para producir una lesión. Considera a los factores intrínsecos como aquellos que son propios o internos del atleta, tales como factores biomecánicos, condición física, etapa de desarrollo, composición corporal, entre otros; son considerados predisponentes, y pueden ser necesarios, pero no suficientes para que se produzca una lesión. Por otro lado, los extrínsecos que provienen “desde afuera”, tales como el clima, las condiciones del escenario de juego, las reglas y el equipamiento; estos actúan sobre un atleta predispuesto, y facilitan al evento lesivo. Añade así que la presencia de los factores extrínsecos e intrínsecos hace que el deportista sea susceptible de lesionarse, pero la mera presencia de los mismos no garantiza que se desencadene el evento. Sino que la interacción entre los mismos condiciona o prepara al deportista para que la lesión

ocurra en un momento determinado, siendo el evento desencadenante el eslabón final de la cadena, que a su vez está relacionado con el inicio de la lesión.

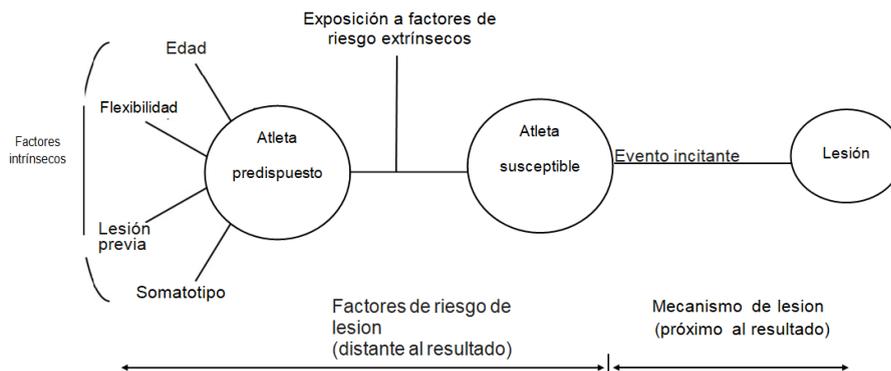
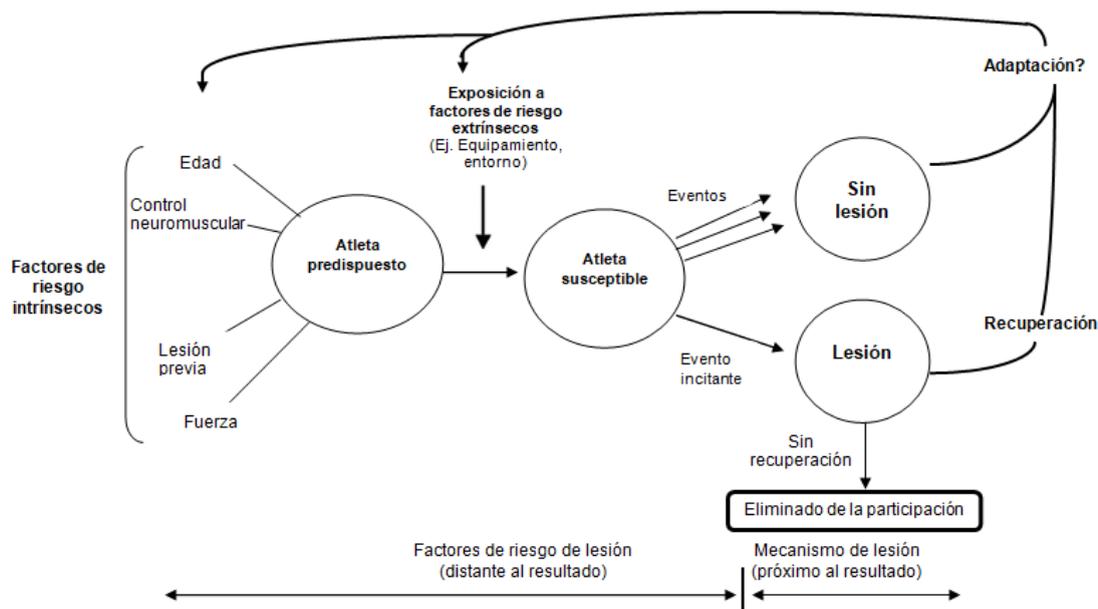


Figura 5. Modelo dinámico de interacción entre factores de riesgo y la lesión propuesto por Meeuwisse(31).

Bahr(32)(33) sostiene lo propuesto por el autor anterior, y desde un análisis similar enuncia que un aspecto importante para comprender la causa de una lesión radica en la identificación no solo de los factores de riesgo sino también del mecanismo de lesión, es decir, cómo se produce la misma. En relación a esto, agrega que las lesiones deportivas son el resultado de una interacción compleja entre múltiples factores de riesgos y eventos que se suceden en el atleta.

Retomando a Meeuwisse(34), el autor intenta ampliar el modelo propuesto inicialmente, para pasar a hablar de un modelo dinámico recursivo o recurrente. El mismo se basa en que en el entorno deportivo, los riesgos de un participante son dinámicos y pueden cambiar con frecuencia, y que la exposición a un posible evento incitante puede alterar los factores de riesgo intrínsecos de un atleta, y de esta manera cambiar su predisposición a la lesión. Además, el deportista puede estar expuesto a los mismos o diferentes factores de riesgo extrínsecos y tener una susceptibilidad diferente.

Explica que los factores de riesgo intrínsecos o propios del atleta pueden minimizarse a medida que el mismo participa y se adapta al entorno o a situaciones potencialmente perjudiciales, sin sufrir un daño. Por ejemplo, la exposición al contacto corporal puede producir lesiones o resultar en una adaptación. Si el sujeto se adapta, la exposición a



ese factor extrínseco podría reducir el riesgo intrínseco, y reducir el riesgo de lesión. En caso contrario, si el contacto repetido con el cuerpo produce micro traumatismos y disminuye la capacidad de adaptación, el atleta estaría más predisuesto a sufrir una lesión.

Aplica lo mismo para los cambios en los factores de riesgo extrínsecos, con el ejemplo de que la naturaleza de los eventos durante la participación podría llevar al atleta a adoptar un equipamiento más o menos protector, a reaccionar de una determinada manera ante el entorno, ya sea ante otros jugadores o a las condiciones del juego. Es por eso que lo propone como un modelo dinámico recursivo, ya que el deportista puede ingresar cíclicamente a un evento determinado con un conjunto de diferentes factores de riesgo, y dicha exposición al evento puede a su vez alterar esos factores haciendo que el sujeto recorra el mismo modelo varias veces, dependiendo si se adapta o no al entorno.

Figura 6. Nuevo modelo dinámico recursivo propuesto por Meeuwisse(34).

Osorio Ciro y cols.(8) enumeran diversos factores de riesgo extrínsecos como la carga del entrenamiento, los elementos o instrumentos de juego, las características del terreno o escenario, las condiciones ambientales, y dentro de los factores intrínsecos se encuentran la edad y el sexo, la composición corporal, la condición física, los factores hormonales y nutricionales, la técnica deportiva, entre otros.

Dentro de los factores de riesgo intrínsecos la literatura también incluye a aquellos que dependen del control neuromuscular(35). Este es definido como la activación muscular precisa que posibilita el desarrollo coordinado y eficaz de una acción. Son considerados

como los más influenciados por medio del entrenamiento, e incluyen a la fatiga neuromuscular, la alteración de la intensidad y el tiempo de activación muscular, alteración de la capacidad de co-activación muscular, desequilibrios musculares entre pierna dominante y no dominante, déficits en el control de estabilidad postural, y disminución en los mecanismos de anticipación.

Estos factores de riesgo neuromusculares se relacionan con la incidencia de lesión, sobre todo en los miembros inferiores, y tienen un denominador común, que es la alteración del patrón de movimiento. Esta se define como la secuencia de activación muscular que es utilizada para generar una acción específica. A continuación se detallan algunos de estos factores (35).

- Fatiga neuromuscular: esta es entendida como un proceso en el cual se produce una disminución progresiva de la capacidad de generar potencia(36), y provoca una alteración en el control neuromuscular del deportista. Varios estudios destacan que después de un ejercicio fatigante donde se incluyen recepciones de diferentes tipos de saltos, se producen cambios en el control neuromuscular(37)(38); estos cambios se asocian a diferentes factores de riesgo de lesión, tales como una menor flexión de rodilla y cadera, un aumento del valgo de rodilla, una mayor fuerza de reacción del suelo y la necesidad de un mayor tiempo de estabilización(38)(39).

- Alteración de la intensidad y el tiempo de activación muscular: este factor puede predisponer a una mayor incidencia de lesiones durante diferentes acciones deportivas. Uno de los más significativos es el que corresponde a la estabilidad y la activación muscular del tronco, conocida como el core. El déficit sensorio motor de esta región corporal se ha asociado con un mayor riesgo de lesión de las extremidades inferiores(40)(41).

- Alteración de la capacidad de co-activación muscular: la co-activación de la musculatura cuadricepsal e isquiosural puede proteger la articulación de la rodilla, no solo contra el exceso de desplazamiento anterior tibial, sino también contra el valgo dinámico de la extremidad inferior(42). Este efecto protector tiene lugar gracias al aumento de estabilidad articular que se produce en la activación simultánea de la musculatura agonista-antagonista alrededor de la rodilla, y los déficits de fuerza y de tiempo para conseguir una activación máxima de la musculatura isquiosural limitarán la posibilidad de co-activación muscular y, por tanto, el efecto de protección.

- Desequilibrios musculares entre pierna dominante y no dominante: diferencias en cuanto al nivel de fuerza, coordinación y control postural pueden ser determinantes en deportistas que han sufrido una lesión previa, sobre todo en los ligamentos de la rodilla o el tobillo(43)(44).

- Déficit en el control de estabilidad postural: el déficit en el control de la posición del centro de gravedad ha sido descrito como un importante factor de riesgo de lesión de la extremidad inferior. Este hecho se explica si consideramos que el aumento de fluctuación de dicho centro se asocia con una falta de capacidad de estabilización corporal, lo que se relaciona con una alteración en la estrategia de control neuromuscular. Teniendo en cuenta que la falta de estabilidad aumenta las fuerzas que se transmiten a las estructuras articulares y musculares, se ha visto una relación significativa entre la existencia de lesiones previas y la disminución de estabilidad postural (43)(45).

- Disminución de los mecanismos de anticipación: en estos se incluyen al feedback (vía refleja) y al feedforward (anticipación). El feedback se trata de un estímulo sensorial al que responde la musculatura de manera refleja. En acciones deportivas de máxima velocidad, tal mecanismo tiene una limitada eficacia en su intención de proteger al organismo de sufrir una lesión. Este puede verse afectado por la fatiga, llevando a un retraso en la activación muscular y por ende una disminución de la protección articular. Sin embargo, este mecanismo resulta adecuado para el mantenimiento de la postura y en acciones de menor velocidad.

El feedforward es la capacidad de anticipación de un sujeto sin que se produzca el registro sensorial que provoca una respuesta refleja, ya que se basa en la identificación de una situación que el sujeto relaciona con experiencias anteriores. De esta manera, la pre-activación muscular tiene la capacidad de proteger las estructuras del aparato locomotor de una carga lesiva(35).

IV. 2. Functional Movement Screen (FMS)

IV. 2. 1. Introducción

Gray Cook y Lee Burton, fundadores de la empresa Functional Movement Systems, han intentado mejorar la comunicación y desarrollar una herramienta que mejore la objetividad y la colaboración entre las profesiones de fisioterapia, la fuerza y el acondicionamiento, y el entrenamiento físico.

El Functional Movement Screen (FMS) fue desarrollado originalmente para recopilar datos objetivos para el análisis de los patrones de movimiento humano con respecto al desempeño funcional, la prevención y predicción de lesiones tanto de deportistas como de personas no deportistas. Con el término “screen”, utilizado en el lenguaje médico como “cribado”, se hace referencia a una estrategia aplicada sobre una población para detectar una patología en individuos sin signos o síntomas de la misma(46). Por lo tanto, este método nombrado como un sistema predictivo, fue diseñado para clasificar los patrones de movimiento básicos para la función normal de sujetos activos, que no presentan dolor o una lesión músculo esquelética conocida. Examinar esos patrones, permite identificar las limitaciones y asimetrías del movimiento, y así prescribir posteriormente ejercicios correctivos individualizados para entrenar patrones que son disfuncionales y restablecer el movimiento normal. Los autores consideran que la identificación de patrones es importante debido a que el cerebro se basa en ello, y no en la actividad muscular y articular aislada para realizar un movimiento(5).

IV. 2. 2. Generalidades

Como se mencionó anteriormente, el FMS es un sistema de detección empleado para evaluar patrones de movimiento funcionales de un individuo, basados en la consciencia propioceptiva y cinestésica, con el fin de identificar el eslabón débil de dicho patrón(4). En otras palabras, está diseñado para identificar patrones de movimiento compensatorios dentro de la cadena cinética de movimiento(3). Al ser un método de detección, está destinado a sujetos asintomáticos; este se compone de siete patrones de movimiento que requieren un equilibrio de movilidad y estabilidad.

Cada prueba representa un movimiento específico, que requiere la función apropiada del sistema de enlace cinético del cuerpo, considerado como un sistema de segmentos interdependientes, que trabajan en una secuencia proximal a distal. Además, colocan al individuo en posiciones extremas donde las debilidades y los desequilibrios se vuelven notorios si no se utiliza la estabilidad y la movilidad adecuadas(3)(5)(4).

El objetivo del FMS no es determinar la causa de la disfunción o el defecto existente en el patrón de movimiento. En cambio, es descubrir cuál de los patrones es el problemático exponiendo disfunción, dolor o ambos dentro de los engramas motores básicos. Muchas personas son capaces de realizar una amplia gama de movimientos, pero son incapaces de ejecutar eficientemente los movimientos del FMS(5).

Los siete patrones que se evalúan son: sentadilla profunda o de arranque (DEEP SQUAT), paso del obstáculo (HURDLE STEP), estocada en línea (IN LINE LUNGE), movilidad de hombros (SHOULDER MOBILITY), elevación activa de la pierna recta (ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE), estabilidad de tronco y flexión de brazos (TRUNK STABILITY PUSH-UP) y estabilidad en rotación (ROTARY STABILITY) (3)(6)(4).

El FMS utiliza un puntaje de cuatro posibilidades en cada una de las evaluaciones, con un rango de cero a tres, siendo tres la mejor puntuación. Al sujeto se le asigna un puntaje de cero si durante la prueba tiene dolor en cualquier parte del cuerpo. Si es incapaz de completar el patrón de movimiento o es incapaz de entrar en la posición para llevarlo a cabo se asigna un uno. Si el individuo completa el movimiento pero con alguna compensación se asigna un dos. Si el movimiento funcional se realiza correctamente sin compensaciones el puntaje que corresponde es un tres. Cada prueba se repite tres veces, y algunas de ellas evalúan los lados o hemi cuerpos derecho e izquierdo. En esos casos, la puntuación más baja de cada lado se transfiere para el score final, es decir que si una persona obtiene un tres en el lado derecho y un dos en el izquierdo, se le dará un dos como resultado final. El mejor puntaje total que puede obtenerse es de 21 puntos(2)(3)(4). En Anexos se adjunta una planilla en la que se realizan dichas anotaciones.

Además, tres de los siete patrones a evaluar tienen un examen de aclaramiento o compensación, que se clasifican como positivo o negativo, dependiendo si la persona evaluada presenta síntomas de dolor o no, respectivamente. En el caso de que dicha prueba sea positiva, se asigna un puntaje de cero, que va a afectar al resultado final total(3).

El evaluador puede anotar comentarios respecto a movimientos específicos o compensaciones que observó en las diferentes pruebas. En base al puntaje final obtenido, y una vez aislado el patrón de movimiento ineficiente, se utilizan medidas de prevención y tratamiento para mejorar los eslabones comprometidos(2).

Para llevar a cabo correctamente las pruebas, el evaluador debe estar familiarizado con las siguientes estructuras y prominencias óseas:

- Tuberosidad anterior de la tibia

- Espina ilíaca antero superior (EIAS)

- Maléolos medial y lateral
- El pliegue más distal de la muñeca
- Línea articular de la rodilla

El equipamiento necesario para realizar las pruebas es el Kit del FMS o elementos similares que consten de:

- Una barra cilíndrica de 1.5 metros
- Dos barras cilíndricas de 1 metro
- Una banda elástica
- Una biga rectangular de 1.5 metros de largo, 14 centímetros de ancho y 3 a 5 centímetros de alto (5).

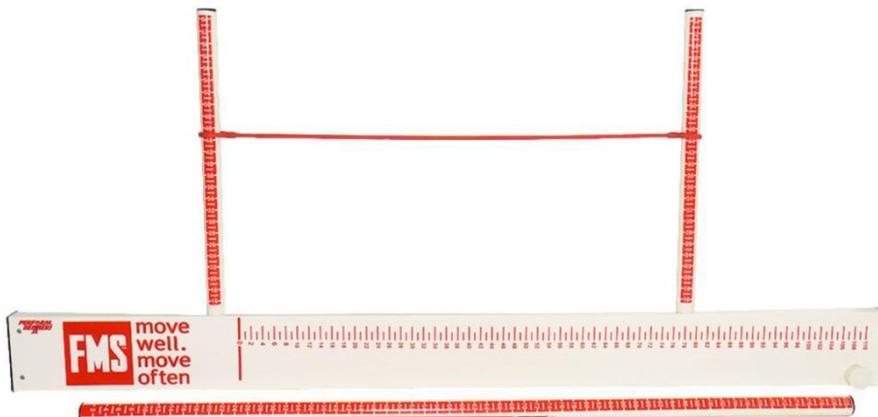


Figura 7. Kit del FMS empleado para las evaluaciones.

Las pruebas del FMS se realizan en el siguiente orden:

- 1- Sentadilla profunda o de arranque (DEEP SQUAT)
- 2- Paso del obstáculo (HURDLE STEP)
- 3- Estocada en línea (IN LINE LUNGE)
- 4- Movilidad de hombros (SHOULDER MOBILITY)
- 5- Elevación activa de la pierna recta (ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE)
- 6- Estabilidad de tronco y flexión de brazos (TRUNK STABILITY PUSH-UP)
- 7- Estabilidad en rotación (ROTARY STABILITY)

IV. 2. 3. Patrones de movimiento

IV. 2. 3. 1. Sentadilla profunda o de arranque (DEEP SQUAT)

Durante este patrón se valora la flexión dorsal de los tobillos, flexión de rodillas y caderas, la extensión de la columna torácica y la flexión y abducción (elevación) de los hombros.

III	II	I
<ul style="list-style-type: none"> •Parte superior del torso es paralela con la tibia o hacia la vertical • Fémur debajo de la horizontal •Rodillas estén alineadas sobre los pies •Palo alineados sobre los pies 	<ul style="list-style-type: none"> •Parte superior del torso es paralelo con la tibia o hacia la vertical •Fémur está debajo de la horizontal •Rodillas estén alineadas sobre los pies •Palo quede alineada en los pies 	<ul style="list-style-type: none"> •Tibia y parte superior del torso no son paralelas •Fémur no esta debajo de la horizontal •Las rodillas no están alineados sobre los pies • Se observa flexión lumbar
		
		

Figura 8. Patrón de sentadilla profunda o de arranque con los posibles puntajes(4).

IV. 2. 3. 2. Paso del obstáculo (HURDLE STEP)

Esta prueba desafía la mecánica apropiada durante la zancada en la carrera, exigiendo coordinación y estabilidad entre las caderas y el torso durante el paso,

además de estabilidad postural del miembro inferior que permanece en cadena cinética cerrada. En cuanto al miembro inferior que se eleva por encima de la valla, se desafía la flexión dorsal del tobillo, la flexión de rodilla y de la cadera en cadena cinética abierta.

III	II	I	
<ul style="list-style-type: none"> • Caderas, rodillas y tobillos permanecen alineados en el plano sagital • Mínima o nada de movimiento se señala en la columna lumbar • palo y obstáculo paralelos 	<ul style="list-style-type: none"> • La alineación se pierde entre las caderas, las rodillas y los tobillos • Se observó movimiento en la columna lumbar • palo y obstáculo no son paralelos 	<ul style="list-style-type: none"> • El contacto entre el pie y obstáculo • Se observa pérdida de equilibrio 	dedos en perosidad detrás del e la valla xtremidad presa a la
			
			de tijera, uada. Se ilidad del partiendo e coloque

el talón del miembro inferior que va por detrás en el extremo final de la tabla, y desde la punta de los dedos se realiza una marca sobre la superficie a una distancia equivalente a la longitud de la tibia. El palo se coloca detrás de la espalda, alineado con la cabeza, la columna torácica y el sacro. La mano que sujeta el palo a la altura de la columna cervical es la contraria al pie que se encuentra adelante, y la restante se sitúa en la columna lumbar. El individuo baja la rodilla del miembro inferior que se encuentra por detrás del pie delantero hasta contactar con la tabla y regresa a la posición inicial. La estocada se realiza 3 veces de bilateralmente.

III	II	I	
<ul style="list-style-type: none"> • El palo permanecen en contacto con columna • No se observa ningún movimiento del torso • El palo permanecer vertical en plano sagital • La rodilla toca detrás del talón del pie delantero 	<ul style="list-style-type: none"> • El palo no se queda en contacto con la columna • Se observa movimiento en el torso • El palo y los pies no se quedan en plano sagital • Rodilla no toca por detrás talón del pie delantero 	<ul style="list-style-type: none"> • Se observa pérdida de equilibrio 	mbina la cción y columna
			

Primero el evaluador mide la longitud de la mano del individuo, desde el pliegue distal de la muñeca hasta la punta del dedo mayor. El sujeto debe permanecer de pie; incluye el dedo pulgar dentro de los demás dedos para formar un puño con ambas manos. Se le pide que lleve un hombro a una máxima aducción, extensión y rotación interna, y el otro a una máxima abducción, flexión y rotación externa. Ambas manos deben permanecer sobre la espalda de manera uniforme formando el puño. El evaluador mide la distancia entre las prominencias óseas más cercanas. La prueba se realiza 3 veces de forma bilateral.

III	II	I
• Puños están dentro de la longitud en una mano	• Puños están dentro de una mano y $\frac{1}{2}$	• Puños están a una distancia mayor de una mano y $\frac{1}{2}$



Se reproduce, se registra una puntuación de cero a la prueba de movilidad de hombro. El individuo coloca una mano sobre el hombro opuesto, y luego intenta apuntar el codo hacia arriba. Se realiza de forma bilateral.



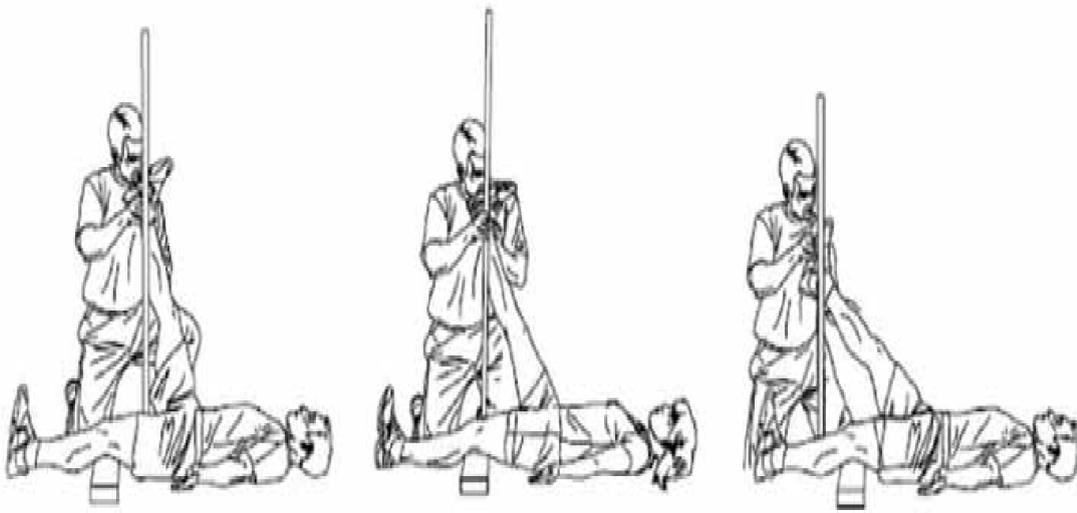
Figura 12. Examen de aclaramiento para la movilidad de hombros(2).

IV. 2. 3. 5. Elevación activa de la pierna recta (ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE)

Este patrón prueba la capacidad de disociación de la extremidad inferior mientras el tronco se mantiene estable. Evalúa la flexibilidad activa de los músculos isquiotibiales, glúteos, de la banda iliotibial, y del complejo gastro-sóleo, a la vez que se mantiene la

estabilidad lumbo-pélvica y la extensión activa de la extremidad inferior que permanece en el suelo.

III	II	I
• Tobillo / palo está en la mitad del muslo	•Tobillo / Palo está en la mitad de la rotula línea de la articulación	•Tobillo no pasa la posición II

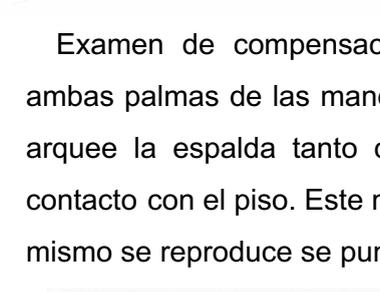
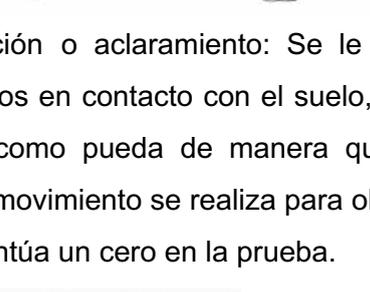
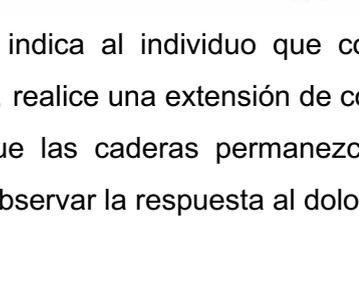


pres en
rodillas
espina
anecer
n se le
rodilla
los del
le final
olo no
al. Se

Figura 13. Patrón de elevación activa de la pierna recta con los posibles puntajes(2).

IV. 2. 3. 6. Estabilidad de tronco y flexión de brazos (TRUNK STABILITY PUSH-UP)

Esta prueba evalúa la capacidad para estabilizar la columna y el tronco en un plano antero-posterior durante un movimiento simétrico de flexión de las extremidades superiores en cadena cerrada.

III	II	I
<ul style="list-style-type: none"> • Los hombres realizan una repetición con pulgares alineados con la parte superior la frente • Las mujeres realizan una repetición con los pulgares a la altura de la barbilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Los hombres realizan una repetición con pulgares alineados con la barbilla • Las mujeres realizan una repetición con los pulgares alineados con la clavícula 	<ul style="list-style-type: none"> • Los hombres son incapaces de realizar 1 repetición con los pulgares alineados con la barbilla • Las mujeres son incapaces de realizar 1 repetición con los pulgares alineados con la clavícula
		
		

Examen de compensación o aclaramiento: Se le indica al individuo que coloque ambas palmas de las manos en contacto con el suelo, realice una extensión de codos y arquee la espalda tanto como pueda de manera que las caderas permanezcan en contacto con el piso. Este movimiento se realiza para observar la respuesta al dolor. Si el mismo se reproduce se puntúa un cero en la prueba.



Figura 15. Examen de aclaramiento para el patrón de estabilidad de tronco y flexión de brazos(6).

IV. 2. 3. 7. Estabilidad en rotación (ROTARY STABILITY)

III	II	I
<ul style="list-style-type: none"> • Lleva a cabo una correcta repetición unilateral, manteniendo la columna vertebral paralelo sobre la tabla. • La rodilla y codo se tocan en línea sobre la tabla 	<ul style="list-style-type: none"> • Lleva a cabo una repetición correcta diagonal, manteniendo la columna vertebral paralela a la tabla • La rodilla y codo se tocan en línea sobre la tabla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad para realizar las repeticiones en diagonales

manos y rodillas pasando por el eje del cuerpo. Las rodillas se sitúan en 90 grados de

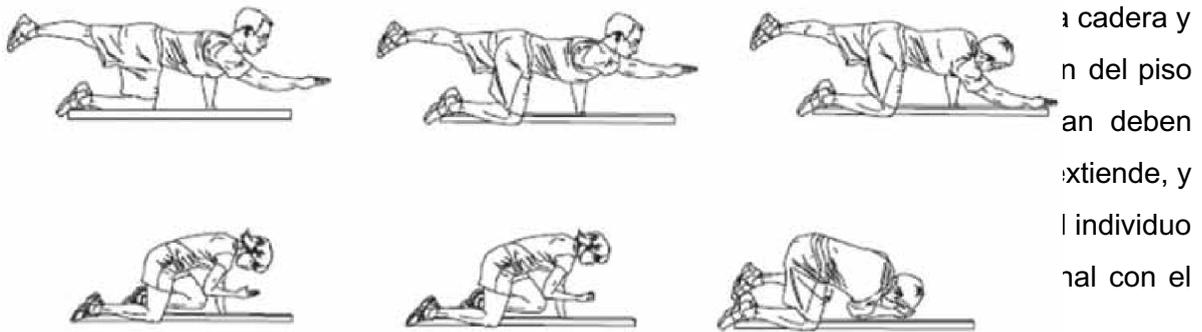


Figura 16. Patrón de estabilidad en rotación con los posibles puntajes(2).

Examen de compensación o aclaramiento: Se le indica al individuo que realice una flexión de la columna desde una posición cuadrúpeda, llevando las nalgas a los talones y el pecho los muslos. Las manos deben permanecer por delante del cuerpo, en la medida que sea posible. Este movimiento se lleva a cabo para observar una respuesta al dolor. Si el dolor se reproduce, se da una puntuación de cero a la prueba.



Figura 17. Examen de aclaramiento para el patrón de estabilidad en rotación(2).

Las tres primeras pruebas del FMS, la sentadilla profunda, el paso del obstáculo y la estocada en línea demuestran la estabilidad central o del core en las tres posiciones esenciales de pie que los seres humanos experimentan cada día. Los cuatro patrones restantes representan funciones más primitivas. La elevación activa de la pierna recta y la movilidad de los hombros evalúan más la movilidad, mientras que la estabilidad de tronco y flexión de brazos, y la estabilidad en rotación tienen un sesgo hacia la estabilidad y el control motor(5).

Este método de evaluación complementa a otros sistemas de valoración del movimiento, y proporciona una perspectiva básica contra la información específica sobre el rendimiento y la actividad. La mayoría de las pruebas están asociadas con ejercicios del mismo nombre. Sin embargo, dicha similitud no indica competencia o bajo rendimiento en el ejercicio, sino sugiere que existe un problema dentro del patrón, y si el

ejercicio involucra alguna parte del mismo, potencialmente podría comprometer el rendimiento de esa acción(5).

V- MÉTODOS

Se ha realizado una revisión bibliográfica buscando en la evidencia artículos a texto completo disponibles en todos los idiomas que hayan sido publicados entre el año 2005 hasta la actualidad. Se consultaron las bases de datos de PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT.

V. 1. Palabras clave

Términos DeCS	Términos MeSH	Términos libres
		Functional Movement Screen
Factores de riesgo	Risk factors	
		Risk of injury
Traumatismo en atletas	Athletic injuries	
		Injury
		Sport injury
		Injury prediction

Atletas	Athletes	
Incidencia	Incidence	
		Score
		Clinical relevance

Figura 18. Tabla con las palabras clave utilizadas para la búsqueda de artículos.

V. 1. 2. Combinación de palabras clave

“Functional Movement Screen” AND “Risk factors” AND “Athletes”.

“Functional Movement Screen” AND “Risk of Injury” AND “Athletes”.

“Functional Movement Screen” AND “Injury prediction”.

“Functional Movement Screen” AND “Risk factors” AND “Injury”.

“Functional Movement Screen” AND “Athletes” AND “Injury”.

“Functional Movement Screen” AND “Risk of injury”.

“Functional Movement Screen” AND (“Risk of injury” OR “Injury prediction”).

“Functional Movement Screen” AND “Sport injury”.

“Functional Movement Screen” AND “Score” AND “Injury prediction”.

“Functional Movement Screen” AND “Injury”.

“Functional Movement Screen” AND “Score” AND “Clinical relevance”.

“Functional Movement Screen” AND “Risk of injury” AND “Clinical relevance”.

Se incluyeron artículos de cohorte prospectivo donde se utilizó el Functional Movement Screen como única prueba de evaluación en deportistas profesionales o amateurs de diferentes disciplinas, de entre 10 y 50 años de edad.

Se excluyeron revisiones sistemáticas con o sin meta análisis, artículos de cohorte retrospectivos y prospectivos donde se utilizó el Functional Movement Screen en combinación con otro método, test o prueba de evaluación.

VI- RESULTADOS

Con la búsqueda mencionada anteriormente se encontraron un total de 654 artículos, de los que se seleccionaron 14 para su posterior análisis.

VI. 1. Diagrama de flujo para la selección de artículos

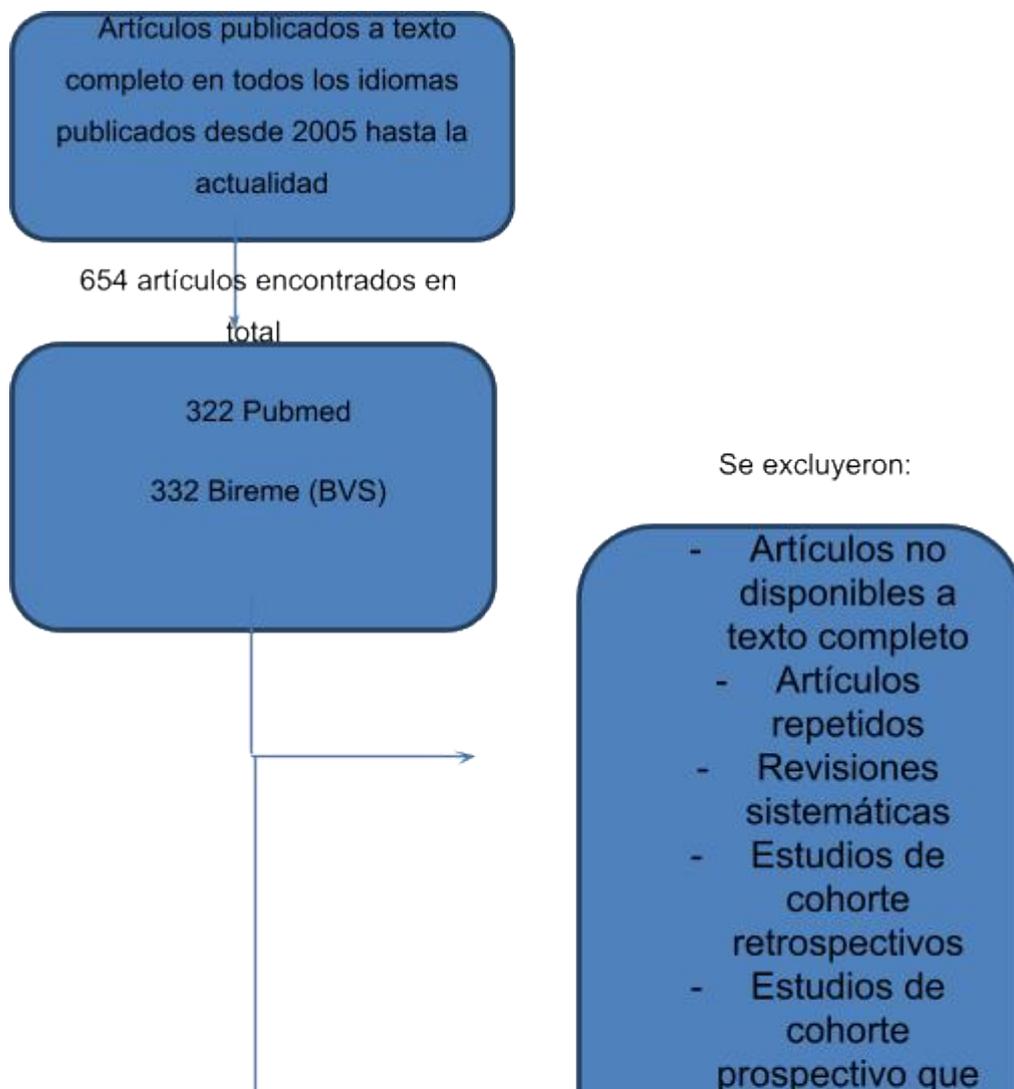


Figura 19. Diagrama de flujo.

VI. 2. Análisis de la bibliografía

Los 14 artículos seleccionados corresponden a estudios de cohorte prospectivo realizados en deportistas de diferentes disciplinas:

-6 de los artículos se realizaron en atletas de nivel universitario(47)(48)(49)(50)(51)(52).

-2 estudios se basaron en atletas de escuela secundaria (53)(54).

-3 artículos incluyeron jugadores de fútbol juveniles (55)(56)(57).

-1 de los estudios se realizó en jugadores de fútbol veteranos (58).

-1 sólo estudio incluyó corredores masculinos (59).

-Solo 1 artículo se llevó a cabo en jugadores de fútbol americano (60).

Se puede observar en el análisis que existe gran variabilidad en cuanto a las disciplinas o deportes en los que se realizó el cribado de los patrones de movimiento, los criterios de inclusión y exclusión de los participantes, el concepto de lesión deportiva

empleado por los autores, el período de seguimiento de las mismas, los resultados obtenidos por los sujetos evaluados en relación a los puntajes del FMS y las conclusiones que derivan de ello.

Si bien se incluyeron artículos donde la edad de los sujetos se limitó a un rango entre los 10 y los 50 años, la edad media de los participantes de casi el total de los estudios fue de los 11 a 25 años. A excepción del trabajo realizado por Hammes y cols. (58), en el que los integrantes del estudio eran jugadores de fútbol veteranos, con una edad media de 44 años.

Respecto a las disciplinas que realizaban los deportistas, hay un predominio marcado del fútbol, presente en 12 de los trabajos (47)(48)(49)(50)(51)(52)(53)(54)(55)(56)(57)(58), lo sigue el vóley, en 7 de los estudios(47)(48)(50)(51)(52)(53)(54), el básquet, en 4 artículos (47)(48)(50)(52), y las siguientes que compartieron 3 artículos cada una, que fueron natación (49)(50)(54), fútbol americano (50)(53)(60), atletismo (50)(52)(59) y tenis (50)(52)(54). Los deportes como el ciclismo (50), béisbol (52), softbol (52), golf (50), remo (51), lacrosse (53) y cross country (54) solo estuvieron presentes en un único artículo, respectivamente.

En relación a los criterios de inclusión y exclusión de los atletas, todos los trabajos mencionaron la presencia de una lesión musculoesquelética actual, sufrida en días o meses previos a la realización de las pruebas del FMS, como un parámetro excluyente. Por su parte, los estudios de Chorba y cols.(47), Garrison y cols.(49) y Mokha y cols.(51) consideraron como criterio de eliminación, en conjunto con la lesión, a las intervenciones quirúrgicas o cirugías ortopédicas que limitaban la participación en los respectivos deportes. Además, Shojaedin y cols.(48) y Miyamori y cols.(57) sumaron a los anteriores una lesión en la cabeza y la utilización de una ayuda para la movilidad, como una rodillera. El trabajo de Kiesel y cols.(60) no aclara criterios.

En cuanto al concepto de lesión deportiva, algo en lo que coincidieron todos los estudios, a excepción del de Shojaedin y cols.(48) que no la definieron, es que consideraban a la lesión como aquella que se dio como resultado de la participación en el deporte o la disciplina, ya sea durante la práctica o la competencia. Un aspecto que se incluyó dentro de la definición es la necesidad de atención médica, o por parte de un entrenador atlético, fisioterapeuta o profesional de la salud, que fue mencionado por Chorba y cols.(47), Garrison y cols.(49), Warren y cols.(50), Mokha y cols.(51), Pfeifer y cols.(53) y Bardenett y cols.(54).

El tiempo perdido o la modificación del entrenamiento también es otro apartado que se enunció. Para Garrison y cols.(49) y Mokha y cols.(51) consistió en una modificación del entrenamiento por al menos 24 horas. En los estudios de Pfeifer y cols.(53), Bardenett y cols.(54), Newton y cols.(56), Hammes y cols.(58) y Kiesel y cols.(60) la lesión generaba pérdida de tiempo de práctica o competencia. Por su parte, Dorrel y cols.(52) mencionan que resultaba en un estado alterado de práctica o competencia, de por lo menos tres semanas en el caso de las lesiones graves. Similar al anterior, para Hotta y cols.(59) estas limitaban la participación durante al menos 4 semanas. Solamente en los estudios de Garrison y cols.(49) y Mokha y cols.(51) se consideró dentro del concepto la necesidad de entablillado o vendaje de protección para la participación. Los trabajos de Warren y cols.(50), Rusling y cols.(55) y Newton y cols.(56) consideraban solo a las lesiones cuyo mecanismo era sin contacto.

La evaluación de los 7 patrones de movimiento del FMS fue realizada en la mayor parte de los trabajos por personas con experiencia en el método, ya sean el investigador principal, fisioterapeutas, entrenadores de fuerza y acondicionamiento y científicos deportivos, así como personas que fueron capacitadas por los anteriores.

Con respecto al período de seguimiento de los deportistas para registrar las lesiones, se puede observar que este no se extiende más allá del año en todos los trabajos, presentándose de igual forma gran disparidad. En los estudios de Chorba y cols.(47), Mokha y cols.(51), Dorrel y cols.(52), Newton y cols.(56) y Miyamori y cols.(57) se realizó un control de un año. En el caso de los trabajos de Hotta y cols.(59), Rusling y cols.(55) y Hammes y cols.(58) el registro de las lesiones se hizo durante 6 meses, 8 meses y medio, y 9 meses, respectivamente. En los artículos de Shojaedin y cols.(48), Garrison y cols.(49), Warren y cols.(50) y Pfeifer y cols.(53) fue de una temporada de competencia, no especificándose el tiempo exacto que duraba la misma en cada disciplina; similar a los anteriores, Bardenett y cols.(54) lo llevaron a cabo durante una temporada de otoño. Por último, en el estudio de Kiesel y cols.(60) la vigilancia fue por una pretemporada, previo a la competencia.

A continuación, se observa de forma resumida los aspectos más relevantes de cada artículo. Para más detalle ver sección VI. 2. 1. Tabla comparativa.

En el año 2010 Chorba y cols.(47) en un estudio de cohorte prospectivo incluyeron 38 atletas femeninas, con una edad media de $19.2 \pm 1,20$ años, que participaban en fútbol,

vóley y básquet universitario de la División II de la NCAA (National Collegiate Athletic Association) durante la temporada 2007-2008.

Los sujetos fueron evaluados dentro de las dos semanas posteriores al comienzo de sus respectivas temporadas. Las pruebas fueron realizadas por dos investigadores con experiencia en el uso de FMS en la práctica diaria y calificadas por el investigador principal, y mediante grabación de video por un investigador independiente. Se informaron las lesiones sufridas por cada sujeto durante las prácticas y competiciones durante la temporada.

Los autores del estudio concluyeron que un puntaje ≤ 14 en el FMS resultó en un aumento de 4 veces el riesgo de lesión, sobre todo en las extremidades inferiores.

Shojaedin y cols.(48) en 2014 llevaron a cabo un estudio de cohorte prospectivo que incluyó una muestra de 100 atletas universitarios, 50 hombres y 50 mujeres, con una edad media de 22.5 ± 3 , que realizaban disciplinas como fútbol, vóley y básquet. Los sujetos fueron incluidos si practicaban el deporte hacía mínimo 5 años tanto a nivel competitivo o recreativo.

Los datos acerca de la evaluación con las pruebas del FMS fueron recolectados por dos miembros del equipo de investigación que eran fisioterapeutas, y se realizó el seguimiento a los sujetos durante una temporada competitiva.

Los resultados de este estudio indican que un atleta tiene aproximadamente 4.7 veces más posibilidades de sufrir una lesión en las extremidades inferiores durante una temporada regular al obtener menos de 17 en el puntaje compuesto del FMS. Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los puntajes de FMS de pretemporada de los grupos lesionados y no lesionados.

Garrison y cols.(49) en el año 2015 realizaron un estudio de cohorte prospectivo, en el que formaron parte 160 atletas universitarios (80 hombres, 80 mujeres) que competían en la división 1 de la NCAA en natación, rugby y fútbol. Se incluyó a los sujetos si tenían entre 17 y 22 años y tenían autorización médica para participar plenamente en actividades deportivas.

Los participantes realizaron las 7 pruebas del FMS, y posteriormente los entrenadores de cada disciplina llevaron a cabo un seguimiento de una temporada de todos los atletas. Las lesiones fueron monitoreadas por el personal de entrenamiento, registros médicos y un Sistema de Seguimiento de Lesiones y Enfermedades. De los 160

deportistas examinados, 52 sufrieron algún tipo de lesión. La puntuación compuesta media de FMS para el grupo lesionado fue de 13,6 mientras que para el grupo no lesionado fue de 15,5, concluyendo que un puntaje <14 en el FMS se asocia con un mayor riesgo de lesiones.

Warren y cols.(50) en el año 2015 realizaron un estudio de cohorte prospectivo donde participaron 167 estudiantes, de 18 a 24 años, de un programa de atletismo universitario. El criterio de inclusión fue la autorización para participar en su respectivo deporte según lo determinado por el examen de pre participación. Dentro de las disciplinas que se incluyeron se encontraban: básquet, ciclismo, fútbol americano, golf, atletismo, tenis, vóley, fútbol y natación.

Todos los estudiantes realizaron las pruebas del FMS, y se les realizó un seguimiento de una temporada competitiva en la que cada entrenador registró las lesiones de los participantes con un registro de salud electrónico que incluía la ubicación anatómica de la lesión, el tipo y el mecanismo en lesión por contacto y no contacto.

Los autores del estudio concluyeron que la puntuación compuesta del FMS no fue diferente entre los heridos ($14,3 \pm 2,5$) y los ilesos ($14,1 \pm 2,4$), y que no hubo asociación entre el puntaje y la lesión sin contacto. Además, no hubo asociaciones significativas entre la presencia de asimetría en cualquier patrón de movimiento del FMS y la lesión sin contacto.

Mokha y cols.(51) en 2016 realizaron un estudio de cohorte prospectivo donde formaron parte 84 atletas universitarios (20 hombres y 64 mujeres) de entre 18 y 22 años que realizaban remo, vóley y fútbol. Los patrones de movimiento del FMS fueron evaluados por siete miembros del equipo interdisciplinario de medicina deportiva, integrados por entrenadores de atletismo y fisioterapeutas, con al menos 1 año de experiencia en el método. Luego del testeo, se realizó un seguimiento de las lesiones durante una temporada de un año (2012-2013) que fue llevado a cabo por los entrenadores de atletismo.

Los resultados del estudio arrojaron que 38 participantes sufrieron en total 94 lesiones, 29 de contacto y 65 sin contacto. Los atletas con puntuaciones compuestas <14 no tenían más probabilidades de sufrir una lesión que aquellos con puntuaciones más altas. Sin embargo, aquellos con una asimetría o una puntuación de 1 en cualquiera de las 7 pruebas individuales tenían 2,73 veces mayor riesgo de sufrir una lesión.

Dorrel y cols.(52) en el año 2018 llevaron a cabo un estudio de cohorte prospectivo donde participaron 257 atletas universitarios (176 hombres, 81 mujeres) de entre 18 y 24 años. Las disciplinas que realizaban eran fútbol, vóley, béisbol, sóftbol, básquet, tenis y atletismo. Como criterios de inclusión los atletas tenían que estar inscritos en la institución del investigador principal, completar la temporada 2013-2014 como miembro del equipo y estar ilesos.

Los participantes realizaron los siete patrones del FMS, cuya evaluación fue llevada a cabo por 13 miembros del equipo evaluador, previamente capacitados por el investigador principal, un entrenador certificado en atletismo e instructor de biomecánica, y el entrenador de fuerza y acondicionamiento, ambos certificados en FMS con una experiencia de 4 años. Los puntajes se registraron en formularios estandarizados y fueron recopilados por el entrenador de fuerza y acondicionamiento. Los datos de las lesiones fueron recopilados por el personal de entrenamiento atlético de la universidad.

Los autores no encontraron una asociación estadísticamente significativa entre la puntuación <15 en el FMS y el desarrollo de los 3 tipos de lesiones analizados (musculoesquelética, general o grave).

Pfeifer y cols.(53) en el año 2014 llevaron a cabo un estudio de cohorte prospectivo donde reclutaron un total de 136 participantes (63 hombres, 73 mujeres) de entre 11 y 18 años de escuelas secundarias y organizaciones deportivas. Entre las disciplinas que realizaban se encontraban fútbol americano, fútbol, vóley y lacrosse.

Las evaluaciones del FMS fueron llevadas a cabo por personas capacitadas antes de la temporada competitiva. Un entrenador atlético certificado realizó un seguimiento de las lesiones de los participantes mediante un software. Se documentaron lesiones por contacto y sin contacto al final de las temporadas de cada atleta.

Los resultados demostraron que una puntuación compuesta de FMS ≤ 14 o ≤ 15 se asoció con un mayor riesgo de sufrir lesiones.

En el año 2015 Bardenett y cols.(54) llevaron a cabo un estudio de cohorte prospectivo del que formaron parte 167 estudiantes de secundaria (90 mujeres, 77 hombres) que realizaban cross country, fútbol americano, fútbol, natación, tenis y vóley. Se incluyeron personas de 13 a 18 años de edad con buen desempeño académico.

Las evaluaciones del FMS fueron llevadas a cabo por cuatro examinadores que contaban con la certificación en dicho método. Los puntajes se registraron el primer día

de la temporada de competencia, y luego el entrenador atlético realizó el seguimiento de los atletas para obtener información sobre sus lesiones durante la temporada de competencia de otoño.

Los resultados del estudio demostraron que los sujetos que resultaron lesionados obtuvieron una puntuación media de 13, mientras que en los participantes que no sufrieron lesiones la misma fue de 13.1, lo que indicó que no hubo una asociación significativa entre el puntaje del FMS y el desarrollo de lesiones.

En el año 2015 Rusling y cols.(55) realizaron un estudio de cohorte prospectivo en el que participaron 135 futbolistas de academias profesionales, con una edad media de 13.6 ± 3 , durante una temporada de 8 meses y medio. Los jugadores tenían que estar registrados en el club antes del inicio del estudio y estar completamente en forma física. Los sujetos fueron evaluados mediante las pruebas del FMS al comienzo de la temporada por el entrenador principal de fuerza y acondicionamiento.

Los resultados del estudio mostraron que 54 jugadores experimentaron una lesión sin contacto durante la temporada. Hubo interacciones estadísticamente significativas en 2 de las 7 tareas del FMS y la incidencia de lesiones sin contacto para aquellos que puntuaron por debajo de 2 en cada una. Sin embargo, un puntaje completo de menos de 14 no representó una asociación estadísticamente significativa con el riesgo de sufrir una lesión, teniendo el FMS una utilidad limitada para dicho fin.

En el año 2017 Newton y cols.(56) realizaron un estudio de cohorte prospectivo donde participaron 84 jugadores masculinos inscriptos en una academia juvenil de un club de fútbol de la Premier League inglesa. La edad media de los mismos era $13,0 \pm 1,3$ años. Los criterios de inclusión requerían que los jugadores estuvieran registrados en el club durante la totalidad de la temporada de observación (2013/14), libres de lesiones al inicio del período de pretemporada y que formen parte de los grupos de 12, 13, 14,15 y 16 años.

Las pruebas del FMS fueron realizadas por fisioterapeutas o entrenadores acreditados por la Asociación de Acondicionamiento y Fuerza del Reino Unido. Todas las lesiones sufridas durante los partidos y las sesiones de entrenamiento fueron registradas por fisioterapeutas de cada club.

Se compararon las puntuaciones compuestas del FMS entre jugadores lesionados y no lesionados utilizando tres definiciones de lesiones: todas aquellas sin contacto, uso

excesivo y grave. No hubo diferencias en la puntuación compuesta del FMS observada entre los grupos de jugadores lesionados y no lesionados independientemente de la definición de lesión utilizada. Tampoco se observaron relaciones estadísticamente significativas entre la lesión, la presencia de asimetrías y los grupos de diferentes edades.

En un estudio de cohorte prospectivo realizado por Miyamori y cols.(57) en el año 2020, participaron 75 futbolistas universitarios de élite (47 hombres, 28 mujeres) que competían en la división 1 de una universidad de Japón.

Las pruebas del FMS fueron realizadas al comienzo del estudio por dos fisioterapeutas con experiencia en el método que habían trabajado para equipos de fútbol juvenil por más de diez años. Se realizó el seguimiento de los sujetos durante un año de temporada. Un fisioterapeuta se encargó de registrar las lesiones ocurridas, que fueron diagnosticadas por un médico mediante entrevistas, exámenes físicos y/o imágenes diagnósticas. Se incluyeron lesiones traumáticas y por uso excesivo.

Los autores concluyeron que no se encontró una asociación significativa entre los puntajes del FMS entre <14 y <18 con el desarrollo de las lesiones, concluyendo que dicho método tiene valores predictivos bajos para predecir si un individuo tiene un alto riesgo de lesión.

En 2016 Hammes y cols.(58) en un estudio de cohorte prospectivo reclutaron dieciocho equipos de fútbol veteranos, con una muestra total de 238 jugadores, con una edad media de 44 años, y realizaron un seguimiento durante 9 meses. Fueron incluidos equipos que competían regularmente en la liga o partidos amistosos contra otros clubes y realizaban sesiones de entrenamientos semanales; la edad mínima era 32 años sin límite superior. Seis científicos deportivos experimentados condujeron el FMS durante las sesiones de entrenamiento en las primeras cuatro semanas del período de estudio.

Se registraron un total de 114 lesiones, de las cuales 67 fueron por mecanismo de contacto y 47 sin contacto. Los resultados de este estudio concluyen que jugadores con puntuación en el FMS de <10 puntos tuvieron una incidencia de lesiones 1.9 veces mayor, sin embargo, el FMS solo podría identificar a jugadores con una capacidad de movimiento muy pobre, y parece carecer del poder discriminativo para identificar entre sujetos lesionados y no lesionados con puntuaciones más altas.

Hotta y cols.(59) en el año 2015 realizaron un estudio de cohorte prospectivo donde estudiaron un total de 84 corredores masculinos de competición, con una edad media de $20,0 \pm 1,1$ años; para su inclusión, los sujetos debían ser corredores masculinos competitivos pertenecientes a equipos universitarios de atletismo, que estuvieran libres de lesiones en el momento de la prueba del FMS en pretemporada, que compitan en carreras de media o larga distancia, y con experiencia de carrera de más de un año.

Después de la prueba de los patrones de movimiento, se distribuyeron encuestas de seguimiento a todos los sujetos para investigar la incidencia de lesiones al correr durante una temporada de seis meses. Los individuos fueron divididos en dos grupos, con y sin lesiones según la encuesta de seguimiento. Entre los 84 sujetos, 15 sufrieron lesiones al correr durante la temporada. Aunque hubo una tendencia de una puntuación más baja para el grupo de lesiones, esta diferencia no fue significativa. Los autores del estudio concluyen que una puntuación ≤ 14 no influyó significativamente en la incidencia de lesiones por correr.

En el siguiente estudio de cohorte prospectivo realizado por Kiesel y cols.(60) en 2014 participaron 238 jugadores profesionales de fútbol americano correspondientes a 2 equipos distintos, en los que se evaluaron los patrones de movimiento del FMS al inicio de la pretemporada. Los datos fueron recolectados por el personal de fuerza y acondicionamiento de cada equipo.

La puntuación compuesta del FMS y la presencia de asimetrías durante la realización de cada prueba fueron documentadas para el análisis. Las lesiones fueron registradas por el personal de medicina deportiva según la ubicación de las mismas, clasificadas como una lesión muscular o articular. Al final de la pretemporada, los jugadores fueron divididos entre quienes sufrieron una lesión o permanecieron ilesos.

Hubo un total de 60 lesiones; la puntuación media de los jugadores lesionados fue de $16,1 \pm 1,8$, mientras que la de los que resultaron ilesos fue de $17,4 \pm 1,8$.

Los hallazgos de este estudio sugieren que los atletas con patrones de movimiento fundamentales disfuncionales, medidos por puntajes más bajos (<14) y la presencia de al menos una asimetría en el FMS, tienen más probabilidades de sufrir una lesión con pérdida de tiempo.

VI. 2. 1. Tabla comparativa

Autor - Año	Diseño de estudio	Sujetos analizados	Análisis estadístico	Resultados / Conclusión
Chorba y cols. 2010	Cohorte prospectivo	38 atletas femeninas, edad media de $19.2 \pm 1,20$ años, que participaban en fútbol, vóley y básquet universitario de la División II de la NCAA; seguimiento durante una temporada de un año (2007-2008)	<p>-Puntuación de corte de 14 en el FMS para determinar la asociación entre los puntajes del FMS y el desarrollo de lesiones.</p> <p>-Tabla de contingencia 2×2, diferenciando los que estaban por encima y por debajo del puntaje de corte, y los que sufrieron una lesión de los que no.</p>	Puntuación media de individuos lesionados $13,9 \pm 2,12$; puntuación media de los que no sufrieron una lesión $14,7 \pm 1,29$. De los sujetos que tenían una puntuación compuesta ≤ 14 ($n= 16$), el 68,75% ($n=11$) sufrieron una lesión. Un puntaje por debajo de ese valor en el FMS resultó en un aumento de 4 veces el riesgo de lesión, sobre todo en las extremidades inferiores.
Shojaedin y cols. 2014	Cohorte prospectivo	100 atletas universitarios, 50 hombres y 50 mujeres, edad media de 22.5 ± 3 , que realizaban disciplinas como fútbol, vóley y básquet; seguimiento de una temporada	<p>-Prueba t-independiente para determinar diferencia significativa en los puntajes de FMS entre atletas lesionados y no lesionados.</p> <p>-Análisis de varianza unidireccional para determinar diferencia significativa entre los deportes, las partes del cuerpo lesionadas y los mecanismos de lesiones.</p> <p>-Puntuación de corte del FMS de 17 puntos mediante curva ROC.</p> <p>-Tabla de contingencia de 2×2 para clasificar los deportistas que sufrieron una lesión y los que no, y los que estaban por encima o por debajo del punto de corte.</p>	Se obtuvo un OR de 4.70, concluyendo que un atleta tiene aproximadamente 4.7 veces más posibilidades de sufrir una lesión en las extremidades inferiores al obtener menos de 17 en el puntaje del FMS. Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los puntajes de FMS de los grupos lesionados y no lesionados. El análisis unidireccional reveló una diferencia significativa entre el grupo de lesión de tobillo, el grupo de lesión de rodilla y el grupo sin lesiones. Se demostró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos con lesiones por

			-Razones de probabilidad con odds ratios (OR), sensibilidad y especificidad.	contacto, sin contacto y los no lesionados, pero no entre los dos mecanismos de lesión.
Garrison y cols. 2015	Cohorte prospectivo	160 atletas universitarios (80 hombres, 80 mujeres) que competían en la división 1 de la NCAA en natación, rugby y fútbol; seguimiento durante una temporada	-Se evaluó las diferencias entre los puntajes compuestos del FMS de los participantes lesionados y los no lesionados. -A través de un modelo de regresión logística se generaron odds ratios (OR) para comparar el poder predictivo de lesión de las puntuaciones compuestas de FMS, incluso con las lesiones previas.	52 participantes sufrieron algún tipo de lesión. La puntuación media de FMS para el grupo lesionado fue de 13,6 para el grupo no lesionado fue de 15,5. La comparación de estas medias con una prueba t-independiente dio como resultado un valor de $p \leq 0,05$, lo que indicó una diferencia estadísticamente significativa, concluyendo que un puntaje <14 en el FMS se asocia con un mayor riesgo de lesiones. Este arrojó un OR de 5.61, es decir que un atleta que obtuvo dicho valor tuvo cinco veces más probabilidades de lesionarse.
Warren y cols. 2015	Cohorte prospectivo	195 estudiantes, de 18 a 24 años, de un programa de atletismo universitario que realizaban básquet, fútbol americano, golf, atletismo, tenis, vóley, fútbol, cross country y natación; seguimiento de una temporada	-Se analizó con modelos de regresión logística el desarrollo o no de lesiones en conjunto con los puntajes compuestos del FMS, considerándolo como menor o mayor a 14. -Se observó la presencia o no de asimetría durante la realización de cada patrón de movimiento.	La puntuación compuesta del FMS no fue diferente entre los heridos ($14,3 \pm 2,5$) y los ilesos ($14,1 \pm 2,4$). No hubo asociación entre el puntaje y la lesión sin contacto. Además, no hubo asociaciones significativas entre la presencia de asimetría en cualquier patrón de movimiento del FMS y la lesión sin contacto.
Mokha y cols. 2016	Cohorte prospectivo	84 atletas universitarios (20 hombres y 64 mujeres) de	-Se utilizó el estadístico chi-cuadrado (X^2) para examinar la asociación entre el riesgo de	38 participantes sufrieron en total 94 lesiones, 29 de contacto y 65 sin contacto. Los atletas con

		entre 18 y 22 años que realizaban remo, vóley y fútbol; seguimiento durante un año	lesión y la puntuación completa del FMS, a la que se estableció un puntaje de corte de <14. -También entre el riesgo de lesión y una asimetría o puntuación de 1 en una prueba individual, con los participantes lesionados o ilesos.	puntuaciones compuestas <14 no tenían más probabilidades de sufrir una lesión que aquellos con puntuaciones más altas. La puntuación media del FMS para los lesionados fue más baja que la de los ilesos ($15,75 \pm 1,79$ versus $15,99 \pm 1,71$; $p > 0,05$), pero no mostró una asociación estadísticamente significativa. Sin embargo, aquellos con una asimetría o una puntuación de 1 en cualquiera de las 7 pruebas individuales tenían 2,73 veces mayor riesgo de sufrir una lesión.
Dorrel y cols. 2018	Cohorte prospectivo	257 atletas universitarios (176 hombres, 81 mujeres) de entre 18 y 24 años, que realizaban fútbol, vóley, béisbol, sóftbol, básquet, tenis y atletismo; seguimiento durante un año	-Se estableció una puntuación de corte de 15 mediante una curva ROC para analizar 3 tipos de lesión: lesión musculo esquelética (MI), lesión general (OI) y lesión grave (SI).	No hubo una asociación estadísticamente significativa entre la puntuación <15 en el FMS y el desarrollo de los 3 tipos de lesiones.
Pfeifer y cols. 2014	Cohorte prospectivo	136 participantes (63 hombres, 73 mujeres) de entre 11 y 18 años de escuelas secundarias y organizaciones deportivas, que realizaban fútbol americano, fútbol, vóley y	-La probabilidad de sufrir una lesión se modeló en función de la puntuación compuesta FMS mediante regresión logística. -Se utilizaron análisis de regresión logística adicionales para evaluar si había un cierto valor compuesto de FMS que se asoció con una mayor probabilidad de lesiones.	Una puntuación compuesta de FMS ≤ 14 o ≤ 15 se asoció con un mayor riesgo de sufrir lesiones, representado con un oddsratio de 2.99 y un valor de $p= 0.01$.

		lacrosse; seguimiento de una temporada		
Bardenett y cols. 2015	Cohorte prospectivo	167 estudiantes de secundaria (90 mujeres, 77 hombres) que realizaban cross country, fútbol americano, fútbol, natación, tenis y vóley; seguimiento una temporada (de otoño)	-Se realizaron pruebas de rango con signo de Wilcoxon para determinar la asociación entre los puntajes compuestos del FMS y el desarrollo de lesiones (cualquier lesión versus ninguna lesión). -Se utilizó una curva ROC para determinar una puntuación de corte que maximizaba la sensibilidad y la especificidad de las puntuaciones totales del FMS como predictor de lesiones.	Los sujetos que resultaron lesionados obtuvieron una puntuación media de 13, mientras que en los participantes que no sufrieron lesiones la misma fue de 13.1, lo que indicó que no hubo una asociación significativa entre el puntaje del FMS y el desarrollo de lesiones. Además, no se estableció un punto de corte en la curva ROC que se considere predictivo de lesiones.
Rusling y cols. 2015	Cohorte prospectivo	135 futbolistas de academias profesionales, edad media de 13.6 ± 3 ; seguimiento de 8 meses y medio	-Se utilizó un modelo de regresión logística para investigar la relación entre la puntuación completa del FMS, de cada prueba individual, y el desarrollo de lesiones sin contacto.	Cincuenta y cuatro jugadores experimentaron una lesión sin contacto. Hubo interacciones estadísticamente significativas en 2 de las 7 tareas del FMS y la incidencia de lesiones sin contacto para aquellos que puntuaron por debajo de 2 en cada una (sentadilla profunda y la estabilidad de tronco con flexión de brazos). Sin embargo, un puntaje completo de menos de 14 no representa una asociación estadísticamente significativa con el riesgo de sufrir una lesión.
Newton y cols. 2017	Cohorte prospectivo	84 jugadores masculinos inscriptos en una academia	-Se compararon las puntuaciones compuestas del FMS entre jugadores lesionados y no	No hubo diferencias en la puntuación compuesta del FMS entre los jugadores lesionados y aquellos

		<p>juvenil de un club de fútbol de la Premier League inglesa; edad media de 13,0 ± 1,3 años; seguimiento durante un año</p>	<p>lesionados, sobre todas las lesiones sin contacto, por uso excesivo o grave.</p> <p>-Análisis de regresión logística para examinar la relación entre la lesión, la puntuación compuesta del FMS, puntuación de cada sub prueba individual, número de asimetrías presentes durante cada patrón y grupo de edad.</p> <p>-Curvas ROC para evaluar el valor predictivo de la puntuación compuesta para cada definición de lesión.</p>	<p>no lesionados independientemente de la definición de lesión utilizada.</p> <p>No se encontró relación con los puntajes del FMS y las lesiones sin contacto, por uso excesivo o grave. Tampoco se observaron relaciones estadísticamente significativas entre la lesión, la presencia de asimetrías y los grupos de diferentes edades. La curva ROC reveló que el FMS tenía una capacidad de predicción deficiente para cualquier tipo de lesión.</p>
Miyamori y cols. 2020	Cohorte prospectivo	<p>75 futbolistas universitarios de élite (47 hombres, 28 mujeres) que competían en la división 1 de la universidad de Kanto en Japón; seguimiento de un año</p>	<p>-Se analizó la cantidad de lesiones, incluyendo las de causa traumática y por uso excesivo, y la asociación entre el desarrollo de las mismas y la puntuación compuesta del FMS, utilizando valores de corte de <14, <15, <16, <17 y <18.</p>	<p>Se observaron 82 lesiones, el 34% fueron por uso excesivo y el 67% por un traumatismo. Ninguno de los valores de corte establecidos tuvo asociación significativa con el desarrollo de las lesiones, concluyendo que el FMS tiene valores predictivos bajos para predecir si un individuo tiene un alto riesgo de lesión.</p>
Hammes y cols. 2016	Cohorte prospectivo	<p>18 equipos de fútbol veteranos, con un total de 238 jugadores; edad media 44 años; seguimiento de 9 meses</p>	<p>-Se calcularon las tasas de incidencia de lesiones para los jugadores con valores bajos (<10 puntos) y valores altos (> 14 puntos), y se compararon con el grupo intermedio (entre 10 y 14 puntos).</p> <p>-Para examinar la relación entre los factores de riesgo potenciales y las lesiones, se realizó</p>	<p>Jugadores con puntuación en el FMS de <10 puntos tuvieron una incidencia de lesiones 1.9 veces mayor, considerando todas las lesiones, en comparación con el grupo de referencia. Sin embargo, el FMS solo podría identificar a jugadores con una capacidad de movimiento muy pobre, y parece carecer del poder discriminativo para</p>

			un análisis de regresión de Cox con el tiempo total de exposición hasta la primera lesión durante el estudio.	identificar entre sujetos lesionados y no lesionados con puntuaciones más altas. Además, ninguna de las variables tuvo significancia estadística en el análisis de regresión.
Hotta y cols. 2015	Cohorte prospectivo	84 corredores masculinos de competición; edad media 20,0 ± 1,1 años; seguimiento durante 6 meses	- Se utilizó una curva ROC para comparar la puntuación del FMS con la lesión por correr para determinar el punto de corte que maximizó la sensibilidad y la especificidad. -Tabla de contingencia de 2 × 2 diferenciando aquellos con y sin lesión, y aquellos por encima y por debajo del límite en el FMS.	15 sujetos sufrieron lesiones al correr. Las puntuaciones medias compuestas fueron 13,3 ± 2,7 y 14,4 ± 2,2 para sujetos con y sin ninguna lesión, respectivamente, sin diferencia significativa. Una puntuación ≤14 no influyó significativamente en la incidencia de lesiones por correr.
Kiesel y cols. 2014	Cohorte prospectivo	238 jugadores profesionales de fútbol americano de dos equipos; seguimiento durante una pretemporada	-Análisis de varianza unidireccional para calcular los puntajes del FMS en jugadores lesionados y no lesionados, y el estadístico chi-cuadrado en sujetos que exhibieron asimetrías durante las pruebas individuales. -Analizaron la asociación entre las lesiones con pérdida de tiempo y las puntuaciones de FMS mediante el rendimiento general (puntuación > o <14) y presencia de asimetría (una o más diferencias entre derecha / izquierda en cualquiera de los 5 patrones de movimiento puntuados unilateralmente).	Puntuación media de los jugadores lesionados fue de 16,1± 1,8, y de 17,4 ± 1,8 para los que no sufrieron lesiones. Hubo una diferencia significativa en el número de jugadores con al menos una asimetría en el FMS en comparación con aquellos sin asimetría (44% vs 55%). Jugadores que puntuaron ≤ 14 en el FMS tenían un riesgo relativo de lesión de 1,87 (IC95% 1.20 – 2.96). Aquellos con al menos una asimetría en los tenían un riesgo relativo de 1,80 (IC95% 1.11 – 2.74). La puntuación <14 y exhibir una asimetría de movimiento fue altamente específico para la lesión, con un riesgo relativo de 0.87 (IC95% 0.84 – 0.90).

VII- DISCUSIÓN

Relacionando los conceptos enunciados en el marco teórico y los datos recopilados en la búsqueda bibliográfica, se considera que el FMS es un método válido para evaluar movimientos funcionales en poblaciones activas o deportistas, que no presentan signos ni síntomas de patologías musculoesqueléticas. Si bien esto último puede resultar redundante, debe destacarse, ya que el cribado del movimiento fue destinado a emplearse en sujetos asintomáticos, libres de dolor y sin lesiones aparentes. Sin embargo, no se apoya que dicho método sea descrito por sus autores con utilidad para la prevención y predicción de lesiones.

Continuando con los conceptos enunciados en el presente trabajo, los artículos recopilados de la búsqueda bibliográfica también son dispares a la hora de definir a la lesión, tal como ocurre en la literatura mencionada al inicio del marco teórico. Se cree que uno de los puntos más importantes a valorar dentro de la definición es el mecanismo implicado, especialmente en aquellas que se producen sin contacto con otro atleta u objeto, o bien en las lesiones categorizadas por sobreuso o uso excesivo. Ante estas es donde se podría estudiar con mayor atención si existen movimientos disfuncionales dentro de la cadena cinética que puedan ser identificados como factores de riesgo en el desarrollo de dichas lesiones.

En relación a los artículos recuperados, se necesita mayor uniformidad en cuanto a la inclusión y exclusión de los participantes, al concepto de lesión deportiva empleado y al período de vigilancia posterior a las evaluaciones del FMS. Estas diferencias pueden variar los resultados del análisis, sobre todo en lo que respecta a la cantidad de lesiones que se reportan, es decir, a la frecuencia con la que se observan las mismas, que depende no solo del tiempo de práctica o competencia al que se exponen los atletas, sino también de la naturaleza de la disciplina que estos realizan.

Además, la heterogeneidad de la población de estudio de los trabajos, acerca de la variedad de disciplinas incluidas en los mismos, contribuye también a la disparidad en los datos y las conclusiones, como se menciona anteriormente.

Un punto que tienen en común todos los estudios se refiere a las personas que llevaban a cabo las evaluaciones de los 7 patrones involucrados en el FMS, que como fue enunciado en el análisis de la bibliografía, eran sujetos experimentados en el método (fisioterapeutas, entrenadores o los propios investigadores), o bien personas capacitadas por los anteriores. Con esto se puede resaltar la confiabilidad intra e inter evaluador que

presenta el FMS, tal como lo afirman otros trabajos disponibles en la literatura científica (61)(62), y que el seguimiento y control de dichas evaluaciones puede ser realizado por personas capacitadas independientemente del nivel de experiencia que tengan en ello.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por los autores, en todos los trabajos se buscaba determinar la asociación o relación entre los puntajes completos del FMS, considerando un valor de corte que rondaba entre los 14 y los 18 puntos, y el desarrollo de lesiones en los sujetos evaluados. Solamente en cinco de los catorce estudios se determinó una asociación estadísticamente significativa. El resto de los autores no encontraron asociación entre los resultados y el desarrollo de lesiones (50)(51)(52)(54)(55)(56)(57)(58)(59).

Chorba y cols.(47) concluyeron que un puntaje compuesto menor o igual a 14 en el FMS se relacionaba con un aumento de 4 veces el riesgo de sufrir una lesión. A pesar de obtener resultados positivos en cuanto a la asociación de dicho valor de corte en el FMS con el aumento de riesgo lesional, el tamaño de muestra utilizado por los autores de 38 atletas femeninas se considera limitado para poder sacar conclusiones, sobre todo a la hora de considerar el número total de lesiones ocurridas (n=11), en las deportistas que obtuvieron menos de 14 puntos en el desempeño global de las pruebas. Se cree que el porcentaje que representa ese número (n=11), de casi el 69% sobre el total de las atletas, sería menor si se extrapolan dichos valores a una población de estudio más abultada, lo que haría disminuir el valor de riesgo de lesión, y la asociación entre las mismas y los puntajes del FMS.

Para Shojaedin y cols.(48) hubo una diferencia significativa entre los puntajes de los atletas lesionados y los ilesos, destacando que un valor menor a 17 puntos aumentaba 4.7 veces la probabilidad de lesión. Sin embargo, dicha conclusión resulta contradictoria si se analiza la cantidad de participantes que puntuaron por debajo de dicho valor y que presentaron lesiones (n=22), en relación a los sujetos que puntuaron por encima de 17 y también resultaron lesionados (n=24).

Para Garrison y cols.(49) también hubo diferencia significativa entre la puntuación de los que sufrieron el evento y los que no, y que si esta era menor a 14 arrojaba 5 veces más probabilidades. Dicho aspecto podría ser apoyado además al observar la puntuación compuesta media del FMS obtenida por los participantes lesionados (13,6) versus la de los no lesionados (15,5). A pesar de ello, no se detalla en el estudio qué cantidad de atletas puntuaron por encima o por debajo de dicho valor, así como tampoco

cuántos de ellos resultaron lesionados y cuántos no, lo que genera controversias en el análisis de los resultados tal como sucede en el estudio de Shojaedin y cols. (48).

En el trabajo de Pfeifer y cols.(53) un valor total \leq a 14 o 15 se asoció con 2.99 veces mayor riesgo de lesión. Más allá de esto, en dicho trabajo se incluyeron tanto las lesiones sin contacto como aquellas por contacto. Si se observan la cantidad de los estudiantes de secundaria que obtuvieron menos de 14 o 15 puntos en el FMS y resultaron lesionados, el 74% de los mismos corresponden a jugadores de fútbol americano (n=32), por lo que la conclusión, en lo que respecta a la cantidad de lesiones o el riesgo de las mismas, puede verse influenciada por la naturaleza de la disciplina en relación a la frecuencia de colisiones y contactos directos que se producen entre los practicantes. Tal como se explicó en el marco teórico, estos eventos que son considerados factores extrínsecos podrían producir micro traumatismos, disminuir la capacidad de adaptación del cuerpo ante dichos estímulos, y por ende aumentar el riesgo de sufrir una lesión.

Por último, para Kiesel y cols.(60) jugadores que obtuvieron menos de 14 puntos tenían un riesgo relativo de lesión 1.87. No obstante, surgen controversias al analizar dicho resultado, similar al estudio realizado por Shojaedin y cols. (48), ya que 16 jugadores que puntuaron por debajo de 14 en el FMS sufrieron una lesión, pero de los que presentaron un desempeño mayor en las evaluaciones, reflejado por un resultado mayor a 14, 44 de ellos también resultaron lesionados. Con estos datos, es cuestionable nuevamente la asociación establecida por los autores entre los puntajes del FMS, las lesiones y/o el riesgo de padecer las mismas. Además, otra de las limitaciones de este estudio es el corto período de tiempo en el que se realizó el seguimiento de las lesiones de los participantes, ya que fue solamente en el transcurso de la pretemporada.

Asimismo, sólo en cinco de los artículos se analizó la asociación entre la presencia de asimetrías en cada patrón individual del FMS y las lesiones. En el caso de Warren y cols.(50) y Newton y cols.(56) no encontraron asociación significativa entre ambos puntos. Contrariamente, los otros tres autores si lo hicieron. Para Mokha y cols.(51) una asimetría o puntuación de 1 en cualquier patrón de movimiento se asoció 2.7 veces con mayor riesgo de lesión. Rusling y cols.(55) marcaron una interacción significativa entre 2 de las 7 pruebas, con puntaje menor a dos, y la incidencia de lesión. Nuevamente para Kiesel y cols.(60) una asimetría en alguna prueba se asociaba con un riesgo relativo de lesión de 1.80, y combinado con un puntaje completo <14 , el mismo era de 0.87.

Se necesitan mayor cantidad de estudios que analicen la relación entre las asimetrías individuales, además de considerar la sumatoria de las 7 pruebas en conjunto, para determinar la influencia de las mismas en el desarrollo de lesiones. Las asimetrías o las puntuaciones bajas en las pruebas de movimiento individual en el FMS pueden estar presentes incluso en atletas que tienen una puntuación compuesta >14 . Además, se considera que los movimientos asimétricos se relacionan con un déficit en el control motor, y que por lo tanto estos podrían tener un impacto negativo cuando son implicados en movimientos específicos del deporte, que se desarrollan a una mayor intensidad en comparación al momento de la evaluación.

Sin embargo, se pueden observar discrepancias entre los autores tanto en el valor de corte determinado para el FMS, así como el número o cantidad de veces que se relacionaba dicho valor o la presencia de asimetrías, con el desarrollo de lesiones o el riesgo de sufrir las mismas.

Por último, no se encontró en la evidencia trabajos que analicen la injerencia clínica del FMS aplicado a cualquier disciplina deportiva previo o durante el proceso de entrenamiento, siendo un objetivo de futuras investigaciones. No obstante, se interpreta que dicho método de evaluación podría utilizarse para determinar, a través de la competencia del movimiento, si un deportista cumple con ciertos requisitos de movilidad y estabilidad para volver al deporte luego de una lesión, así como para implementar programas de ejercicios correctivos dirigidos a la prevención o disminución de riesgos de las mismas.

VIII- CONCLUSIÓN

Luego del análisis del presente trabajo a través de la revisión de la bibliografía, se considera que el FMS es un método útil y viable para la identificación de factores de riesgo, considerando únicamente factores biomecánicos, es decir, la detección de movimientos disfuncionales dentro de patrones de movimiento funcionales. Sin embargo, su asociación con el desarrollo de lesiones en deportistas es deficiente, tal como se observa en los resultados de los estudios analizados.

Por lo tanto, los puntajes finales arrojados por el FMS no se relacionan con el desarrollo de las lesiones en los deportistas. Se estima que es incorrecto asociar o relacionar un puntaje determinado obtenido en la evaluación del FMS o movimientos asimétricos con el desarrollo de una lesión, ya que puede haber deportistas que obtengan la misma puntuación o presenten asimetrías, y que no sufran el evento. Es probable que la mera presencia de deficiencias biomecánicas, o sea, la disfunción del movimiento no sea el único factor que predispone a una lesión, sino que el riesgo de sufrir la misma sería considerado multifactorial.

Son necesarios nuevos estudios que analicen la injerencia clínica del FMS aplicado a cualquier disciplina deportiva previo o durante el proceso de entrenamiento.

IX- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sportsinjury and illnessincidence in the Rio de Janeiro 2016 OlympicSummerGames: A prospectivestudy of 11274 athletesfrom 207 countries. Br J SportsMed. 2017;51(17):1265–71.
2. Martín Mackey. Entrenando Movimientos. 1er edición. Buenos Aires, Argentina: Pre Match Comunicaciones; Mayo 2013.
3. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING: THE USE OF FUNDAMENTAL MOVEMENTS AS AN ASSESSMENT OF FUNCTION - PART 1. Int J SportsPhysTher. 2014;9(3):396–409.
4. Martín Mackey. Preparación Física. Evaluaciones periodización y distribución de cargas [Internet]. Buenos Aires, Argentina: Carina Schmied; Abril 2016 [consultado 28 de Mayo 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/35203650/EVALUACIONES_PERIODIZACION_Y_DISTRIBUCION_DE_CARGAS_M_2_EL_ARTE_DE_ENTRENAR_PREPARACION_FISICA_UNIVERSIDAD_ARGENTINA_DE_RUGBY
5. Cook G. Movement: functionalmovementsystems: screening, assessment, and correctivestrategies. Aptos, CA: On Target Publications; 2010. 406 p.
6. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING: THE USE OF FUNDAMENTAL MOVEMENTS AS AN ASSESSMENT OF FUNCTION-PART 2. Int J SportsPhysTher. 2014;9(4):549–63.
7. Bahr R, Maehlum S, Bolic T. Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Madrid: Médica Panamericana; 2015.
8. Ciro JAO, Rodríguez MPC, V EA, Giraldo SP, Ching ICG. Lesiones deportivas. Iatreia. 2007;20(2): pág. 167-177.
9. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensusstatementoninjurydefinitions and data collectionprocedures in studies of football (soccer) injuries. Br J SportsMed. 2006;40(3):193–201.
10. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, et al. Sports injuries and illnessesduringthe London SummerOlympicGames 2012. Br J SportsMed. 2013;47(7):407–14.

11. Maffulli N, Baxter-Jones A, Grieve A. Long term sport involvement and sport injury rate in elite young athletes. *Arch Dis Child*. 2005;90(5):525–7.
12. Timpka T, Alonso J-M, Jacobsson J, Junge A, Branco P, Clarsen B, et al. Injury and illness definitions and data collection procedures for use in epidemiological studies in Athletics (track and field): Consensus statement. *Br J Sports Med*. 2014;48(7):483–90.
13. Suplemento lesiones deportivas.pdf [Internet]. [citado el 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://smdrm.es/wp-content/uploads/2019/01/suplemento-1-lesiones-deportivas.pdf>
14. Hagglund M, Walden M, Bahr R, Ekstrand J. Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. 2005;7.
15. Brooks JHM, Fuller CW. The Influence of Methodological Issues on the Results and Conclusions from Epidemiological Studies of Sports Injuries: Illustrative Examples. *Sports Med*. 2006;36(6):459–72.
16. Valle X. Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. 2017;13.
17. Pluim BM, Fuller CW, Batt ME, Chase L, Hainline B, Miller S, et al. Consensus Statement on Epidemiological Studies of Medical Conditions in Tennis, April 2009. *Clin J Sport Med*. 2009;19(6):6.
18. Jover S. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS LESIONES DEPORTIVAS EN BALONCESTO. 2008;12.
19. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med*. 2009;45(7):553–8.
20. Soligard T, Palmer D, Steffen K, Lopes AD, Grant M-E, Kim D, et al. Sports injury and illness incidence in the PyeongChang 2018 Olympic Winter Games: a prospective study of 2914 athletes from 92 countries. 2019;9.
21. Noya Salces J, Gómez-Carmona PM, Gracia-Marco L, Moliner-Urdiales D, Sillero-Quintana M. Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *J Sports Sci*. 2014;32(13):1263–70.

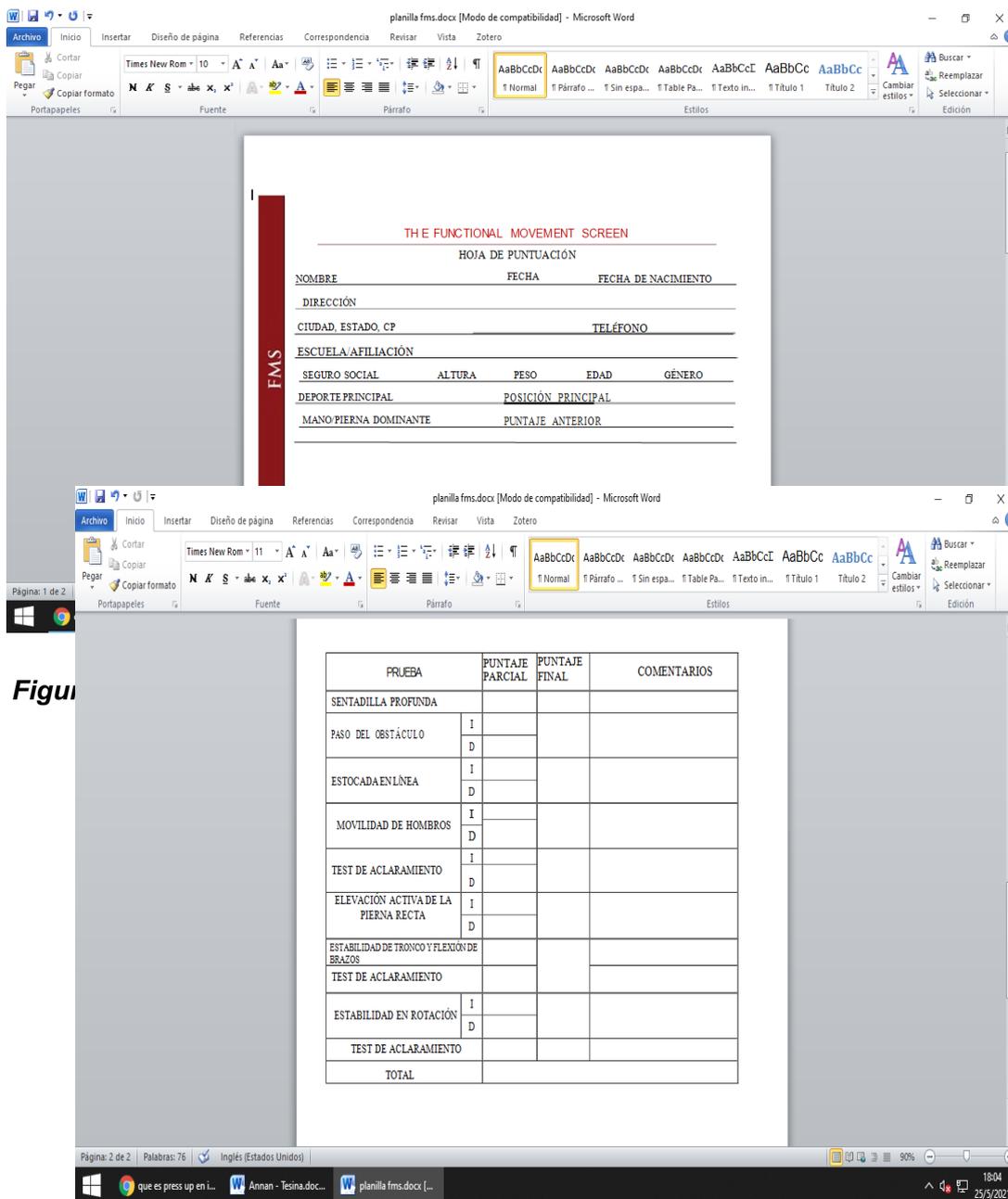
22. Walden M, Hagglund M, Ekstrand J. Injuries in Swedish elite football-a prospectivestudyoninjurydefinitions, riskforinjury and injurypatternduring 2001. *Scand J MedSciSports*. 2005;15(2):118–25.
23. Hagglund M, Walden M, Ekstrand J. Previousinjury as a risk factor forinjury in elite football: a prospectivestudyovertwoconsecutivesseasons. 2006;7.
24. Moreno Pascual C, Rodríguez Pérez V, Seco Calvo J. Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*. 2008;30(1):40–8.
25. Pascual CM. Estudio epidemiológico de las lesiones deportivas del aparato locomotor en la provincia de Salamanca, 1991-1994 [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universidad de Salamanca; 2002 [citado el 26 de abril de 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=157707>
26. Ivković A, Franić M, Bojanić I, Pećina M. Overuse Injuries in FemaleAthletes. *CroatMed J*. 2007;48(6):767–78.
27. Neptune RR, McGowan CP, Fiandt JM. TheInfluence of MusclePhysiology and AdvancedTechnologyonSports Performance. *AnnuRevBiomedEng*. 2009;11(1):81–107.
28. Abe T, Kearns CF, Fukunaga T. Sex differences in wholebodyskeletalmusclemassmeasuredbymagneticresonanceimaging and itsdistribution in youngJapaneseadults. 2003;6.
29. Gallagher D, Visser M, De Meersman RE, Sepúlveda D, Baumgartner RN, Pierson RN, et al. Appendicularskeletalmusclemass: effects of age, gender, and ethnicity. *J ApplPhysiol*. 1997;83(1):229–39.
30. Boles CA, Ferguson C. TheFemaleAthlete. *RadiolClin North Am*. 2010;48(6):1249–66.
31. Meeuwisse WH. AssessingCausation in Sport Injury: A Multifactorial Model. *Clin J Sport Med*. 1994;4(3):166–70.
32. Bahr R. Riskfactorsforsports injuries -- a methodologicalapproach. *Br J SportsMed*. 2003;37(5):384–92.
33. Bahr R. Understandinginjurymechanisms: a keycomponent of preventing injuries in sport. *Br J SportsMed*. 2005;39(6):324–9.

34. Meeuwisse WH, Tyreman H, Hagel B, Emery C. A Dynamic Model of Etiology in Sport Injury: The Recursive Nature of Risk and Causation. *Clin J Sport Med.* 2007;17(3):215–9.
35. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts Med Esport.* 2013;48(179):109–20.
36. Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function: Muscle fatigue. *J Physiol.* 2008;586(1):11–23.
37. Borotikar BS, Newcomer R, Koppes R, McLean SG. Combined effects of fatigue and decision making on female lower limb landing postures: Central and peripheral contributions to ACL injury risk. *Clin Biomech.* 2008;23(1):81–92.
38. Mclean SG, Felin RE, Suedekum N, Calabrese G, Passerallo A, Joy S. Impact of Fatigue on Gender-Based High-Risk Landing Strategies. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(3):502–14.
39. Ortiz A, Olson S, Trudelle-Jackson E, Rosario M, Venegas HL. Landing Mechanics During Side Hopping and Crossover Hopping Maneuvers in Noninjured Women and Women With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *PM & R.* 2010;3(1):13–20.
40. Myer GD, Chu DA, Brent JL, Hewett TE. Trunk and Hip Control Neuromuscular Training for the Prevention of Knee Joint Injury. *Clin Sports Med.* 2008;27(3):425–48.
41. Borghuis J, Hof AL, Lemmink KAPM. The Importance of Sensory-Motor Control in Providing Core Stability: Implications for Measurement and Training. *Sports Med.* 2008;38(11):893–916.
42. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med.* abril de 2005;33(4):492–501.
43. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical Measures during Landing and Postural Stability Predict Second Anterior Cruciate Ligament Injury after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):1968–78.

44. Ross SE, Guskiewicz KM. Examination of Static and Dynamic Postural Stability in Individuals With Functionally Stable and Unstable Ankles: *Clin J Sport Med*. 2004;14(6):332–8.
45. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2002;37(4):501–6.
46. Guillermo Peña García-Orea. Functional Movement Screen (FMS) a la palestra: ¿Qué nos dice la ciencia? - Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2014 [citado el 3 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://g-se.com/funcional-movement-screen-fmstm-a-la-palestra-bp-n57cfb26d932d2>
47. Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate Athletes. *North Am J Sports Phys Ther NAJSPT*. 2010;5(2):47–54.
48. Shojaedin SS, Letafatkar A, Hadadnezhad M, Dehkoda MR. Relationship between functional movement screening score and history of injury and identifying the predictive value of the FMS for injury. *Int J Inj Contr Saf Promot*. 2014;21(4):355–60.
49. Garrison M, Westrick R, Johnson MR, Benenson J. ASSOCIATION BETWEEN THE FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN AND INJURY DEVELOPMENT IN COLLEGE ATHLETES. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(1):21–8.
50. Warren M, Smith CA, Chimera NJ. Association of the Functional Movement Screen With Injuries in Division I Athletes. *J Sport Rehabil*. 2015;24(2):163–70.
51. Mokha M, Sprague PA, Gatens DR. Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes From Asymmetries and Individual-Test Versus Composite Functional Movement Screen Scores. *J Athl Train*. 2016;51(4):276–82.
52. Dorrel B, Long T, Shaffer S, Myer GD. The Functional Movement Screen as a Predictor of Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes. *J Athl Train*. 2018;53(1):29–34.

53. Pfeifer CE, Sacko RS, Ortaglia A, Monsma EV, Beattie PF, Goins J, et al. FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN™ in YOUTH SPORT PARTICIPANTS: EVALUATING the PROFICIENCY BARRIER for INJURY. *Int J SportsPhysTher.* 2019;14(3):436–44.
54. Bardenett SM, Micca JJ, DeNoyelles JT, Miller SD, Jenk DT, Brooks GS. FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN NORMATIVE VALUES AND VALIDITY IN HIGH SCHOOL ATHLETES: CAN THE FMS™ BE USED AS A PREDICTOR OF INJURY? *Int J SportsPhysTher.* 2015;10(3):303–8.
55. Rusling C, Edwards K, Bhattacharya A, Reed A, Irwin S, Boles A, et al. THE FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING TOOL DOES NOT PREDICT INJURY IN FOOTBALL. *ProgOrthopSci.* 2015;1(2):41.
56. Newton F, McCall A, Ryan D, Blackburne C, aus der Fünten K, Meyer T, et al. Functional Movement Screen (FMS™) score does not predict injury in English Premier League youth academy football players. *SciMedFootb.* 2017;1(2):102–6.
57. Miyamori T, Nagao M, Shimasaki Y, Okazaki T, Akiyoshi N, Nishio H, et al. Reliability assessment of the functional movement screen for predicting injury risk in Japanese college soccer players. *J PhysTherSci.* 2020;32(12):850–5.
58. Hammes D, aus der Fünten K, Bizzini M, Meyer T. Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen™. *J SportsSci.* 2016;34(14):1371–9.
59. Hotta T, Nishiguchi S, Fukutani N, Tashiro Y, Adachi D, Morino S, et al. Functional Movement Screen for Predicting Running Injuries in 18- to 24-Year-Old Competitive Male Runners. *J Strength Cond Res.* 2015;29(10):2808–15.
60. Kiesel KB, Butler RJ, Plisky PJ. Prediction of Injury by Limited and Asymmetrical Fundamental Movement Patterns in American Football Players. *J Sport Rehabil.* 2014;23(2):88–94.
61. Craig A.S., Nicole J.C., Nicholas J.W, Meghan W. Interrater and intrarater reliability of the Functional Movement Screen. *J Strength and Conditioning Research.* 2013; 27(4): 982-987.

62. Philip A.G, Jill B, Brian G.P, Kate R.P, Kathryn A.W. Intrarater reliability of the Functional Movement Screen. J of Strenght and Conditioning Research. 2013; 27(4):978-981.



Figura