CAPÍTULO 3

Evaluación Funcional en el Ámbito Deportivo

Functional Assessment in the Sports Environment

Pedro Antonio Calero Saa
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte
https://orcid.org/0000-0002-9978-7944
pcalero22@gmail.com

Resumen

El documento "Evaluación Funcional en el Ámbito Deportivo" tiene como objetivo principal establecer un marco para la evaluación de patrones de movimiento en deportistas, con el fin de prevenir lesiones y mejorar el rendimiento. Se enfatiza la importancia de una evaluación objetiva y estandarizada, que considere las expectativas y necesidades individuales de cada deportista.

Para llevar a cabo la evaluación, se utilizan diversos métodos, incluyendo pruebas específicas como el "Y Balance Test" y la "Sentadilla con brazos por encima de la cabeza". Los materiales necesarios incluyen una vara, una banda elástica, y un espacio adecuado para realizar los movimientos. Durante las pruebas, se observa la alineación del cuerpo, la estabilidad en la pierna de apoyo y la movilidad de la pierna que se mueve, registrando cualquier dolor o dificultad que el deportista pueda experimentar.

Los resultados de estas evaluaciones permiten identificar deficiencias en el control postural y la movilidad, así como patrones de movimiento que pueden predisponer a lesiones. Se otorgan puntuaciones basadas en el cumplimiento de criterios específicos, lo que ayuda a los profesionales a diseñar programas de rehabilitación y entrenamiento personalizados.

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Calero Saa PA. Evaluación funcional en el ámbito deportivo. En: Calero Saa PA, editor. *Elementos básicos de la rehabilitación deportiva: una mirada multidisciplinaria. Tomo II: evaluación y diagnóstico en el deportista*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2026. p. 201-297. https://doi.org/10.35985/9786287914162.3

En conclusión, el capítulo se orienta hacia la presentación de diversas pruebas que facilitan la evaluación funcional en deportistas, subrayando su relevancia para optimizar el rendimiento y minimizar el riesgo de lesiones. Estas pruebas no solo proporcionan una base sólida para la intervención, sino que también permiten a los profesionales adaptar sus enfoques a las necesidades individuales de cada deportista, asegurando así una rehabilitación y un entrenamiento más efectivos.

Palabras clave: Volver al Deporte, Especialidad de Fisioterapia, Rendimiento Físico Funcional.

Abstract

The main objective of the document "Functional Assessment in the Sports Environment" is to establish a framework for the evaluation of movement patterns in athletes, in order to prevent injuries and improve performance. The importance of an objective and standardized evaluation is emphasized, which considers the individual expectations and needs of each athlete.

To carry out the evaluation, various methods are used, including specific tests such as the "Y Balance Test" and the "Squat with arms above the head." The necessary materials include a rod, an elastic band, and an adequate space to perform the movements. During the tests, the alignment of the body, the stability in the supporting leg and the mobility of the moving leg are observed, recording any pain or difficulty that the athlete may experience.

The results of these evaluations allow the identification of deficiencies in postural control and mobility, as well as movement patterns that may predispose to injuries. Scores are given based on compliance with specific criteria, which helps professionals design personalized rehabilitation and training programs.

In conclusion, the chapter focuses on presenting various tests that facilitate functional assessment in athletes, highlighting their relevance for optimizing performance and minimizing injury risk. These tests not only provide a solid basis for intervention but also allow practitioners to tailor their approaches to the individual needs of each athlete, thus ensuring more effective rehabilitation and training.

Keywords: *Return to Sport, Physical Therapy Specialty, Physical Functional Performance.*

Introducción

"Es mejor viajar con la esperanza de llegar.
El afán por descubrir alimenta la creatividad en los campos, no solo en la ciencia.
Si llegamos a la meta, el espíritu humano se marchitaría y moriría."

—Carl Sagan

La Evaluación Funcional en el ámbito deportivo es trascendental para el entendimiento del desempeño de los deportistas y cómo podríamos contribuir en la mejora de su salud y de su rendimiento. No obstante, con relación a la evaluación funcional, existen diferentes enfoques, lo que no deja claro que exista un consenso entre los profesionales relacionados con el campo de la rehabilitación deportiva, de cómo sustentar este tipo de evaluación.

Como profesionales de la rehabilitación, comprender que un deportista tiene sus propias expectativas y con ellas, sus propias necesidades. Es fundamental, debido a que nos direcciona a darle importancia a sus pensamientos y sentimientos sobre su cuerpo y rendimiento.

En el campo de la rehabilitación deportiva, las diferentes disciplinas profesionales obedecen a su propia experiencia y conocimiento, olvidando que existen procedimiento estándar claros y que ninguno sigue, generando que cada profesional actúe de manera distinta, afectando la objetividad de la evaluación. Por tal motivo, el profesional y los profesionales de la rehabilitación, adicional de conformar un grupo multidisciplinario, deben orientar un enfoque que tiene como base principios sólidos, acompañado de evidencia científica para las evaluaciones sean efectivas y confiables.

Sumado a lo anterior, la comunicación bidireccional es clave, la cual, solo se logrará cuando se edifique una relación de confianza, respetando limites, y permitiendo que los deportistas comprendan su cuerpo y que se necesita para mejorar. Una comunicación directa y bidireccional, nos hará entender que los deportistas no necesitan ni buscan respuestas ni soluciones rápidas y nosotros no incluirnos en las modas seudocientíficas, lo que debemos ofrecer a los deportistas es un enfoque natural, practico y con base científica amplia. Como profesionales inmersos en campo de la rehabilitación deportiva, nuestra obligación es consolidar los hábitos de la investigación y el cuestionamiento de ideas erróneas, ser críticos y propositivos, a observar y no solo mirar, a entender

y no solo escuchar, a ofrecer un enfoque integral que visualice y entienda todas las dimensiones de la salud del deportista, el rendimiento deportivo y la disminución del riesgo de lesiones deportivas.

Aspectos Esenciales para Analizar el Movimiento

El movimiento es parte integral de nuestra responsabilidad profesional con los deportistas a nuestro cargo (1). Según Sahrman, el movimiento es nuestra identidad dentro de un entorno de atención actual (2). A partir de esto, existe un enfoque que se concentra en la evaluación del movimiento. Es por ello por lo que se han incorporado evaluaciones del movimiento confiables y válidos, que permitan no solo cuantificar el movimiento, sino también, mejorar los patrones de movimiento fundamentales (3) en los deportistas.

Es necesario comprender como los deportistas perciben el movimiento. No solo el hecho de que al realizar ejercicio el movimiento es perfecto o el movimiento es mejor. Esto implica que no necesariamente sean conscientes del movimiento y es por eso por lo que nosotros debemos soportar y ejecutar esa educación y, aún más si no se orienta desde un punto de referencia de movimiento. La práctica regular de ejercicio y/o el deporte propone una mejoría para la realización de los movimientos, no obstante, no existe un ejercicio que represente el engrama completo de movimiento. Contar con una línea de base del movimiento permitirá orienta la ejecución del movimiento (4).

El Movimiento Corporal Humano es complejo y a su vez se convierte en nuestra identidad. Es una característica que nos permite interactuar con el contexto, y evoluciona con base se estimula de necesidades y exigencias. Al ser complejo, es necesario fragmentarlo desde lo más simple y así poder comprenderlo aunque es imposible hacerlo por completo. Fragmentarlo desde lo más simple implica apropiar inicialmente los patrones de movimiento fundamentales y que estos evolucionan hacia los específicos y especializados y, que a su vez estos patrones especializados integran programas motores complejos y afinados que respaldan su complejidad. La valoración de variables aisladas o evaluación clínica (rango de movimiento, flexibilidad, fuerza, etc.) es solo un eslabón de la cadena de evaluación que no logran obtener una dimensión de movimiento completa ni la complejidad de la función (5). Las evaluaciones clínicas determinan y miden un nivel de deficiencia pero no determina un punto clave en la evaluación de la capacidad funcional general (6).

Los hallazgos obtenidos de las pruebas clínicas como los relacionados con el rango de movimiento, la fuerza muscular, la movilidad articular, la función motora o la sensibilidad, son hallazgos que se limitan a la deficiencia o la

identificación del tejido que produce el dolor, que en combinación con otros hallazgos o solo, generan en el paciente una limitación funcional y, como consecuencia, una afectación del funcionamiento físico (6).

Cuando se incorpora evaluaciones del movimiento, se integra un rol que no se limita solo a medir, sino a mejorar los patrones de movimiento. Entre los patrones fundamentales de movimiento se encuentra la sentadilla que es fundamental para acciones de rutina como el sentarse o levantarse y; la estocada (tijera) que se relaciona con acciones en cadena cerrada, que se utiliza en las actividades de la vida diaria (1).

La evaluación de los movimientos fundamentales constituye, en esencia, el punto de partida más efectivo para los procesos de intervención orientados a la prevención y la rehabilitación. Al analizar estos movimientos, el profesional puede formular hipótesis sobre el origen de la disfunción, lo que le permite adoptar un enfoque integral en la búsqueda de la causa subyacente, en lugar de limitarse a identificar e intervenir únicamente en deficiencias aisladas (5).

Cuando se refiere al contexto deportivo, es recomendable que primero se evalué la capacidad del deportista para realizar movimientos fundamentales, proporcionando una base solidad para comprender su funcionalidad y sus posibles limitaciones. Esto anterior permite identificar patrones de movimiento disfuncionales, marcando un punto de referencia en la intervenciones preventivas o rehabilitadores.

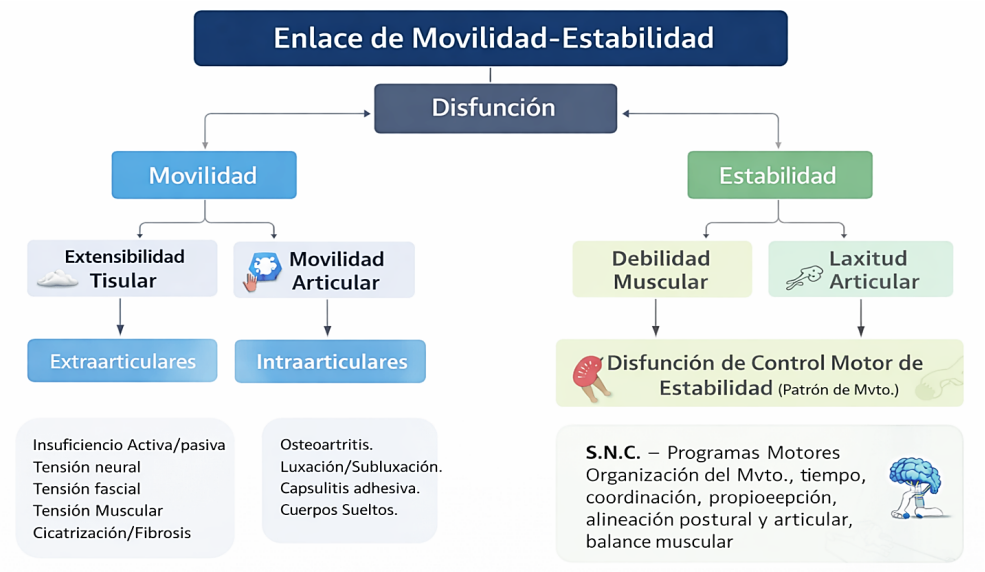
De acuerdo a lo anterior, algunos especialistas recomiendan considerar las siguientes afirmaciones en el contexto evaluativo de un deportista (5):

- Lo que parece ser debilidad muscular en un deportista puede ser en realidad una inhibición muscular, lo que sugiere, que existe en el musculo una falta de activación adecuada.
- La debilidad observada en un musculo agonista o principal puede ser causada por alteraciones en los músculos estabilizadores que lo rodean.
- Cuando un musculo agonista no funciona adecuadamente, puede ser debido a que el musculo antagonista es en realidad el que no funciona adecuadamente.
- Las tensiones musculares que experimentan algunos deportistas pueden ser en realidad la presencia de espasmo muscular protectivo, desencadenando una disminución en la coordinación durante el movimiento.

- El uso de técnicas incorrectas por parte de un deportista, en realidad puede indicar que es la única manera en que puede realizar ejercicio que no están adaptados a sus necesidades. Esto sugiere que el deportista realizara compensaciones, forzando a otra estructuras a trabajar más, conllevando sobrecarga, alteración biomecánica y a un desarrollo de patrones de movimiento ineficaces.
- La falta de condición física general de un deportista puede relacionarse con el aumento de demanda energética necesaria al utilizar compensaciones, presentando un déficit coordinativo

El Movimiento Disfuncional se refiere a la ejecución de movimientos que no son normales o adecuados durante la realización de acciones específicas, lo que indica que el deportista está utilizando patrones de compensación. Estas compensaciones pueden surgir debido a diversas razones, como debilidades musculares, limitaciones en la movilidad articular, problemas de estabilidad o disfunciones en el control motor. (7). Las principales fallas se relacionan con disfunción de la movilidad y la estabilidad. Estos conceptos difieren en gran medida de acuerdo con el enfoque profesional, no obstante, para el contexto deportivo, Hoogenboom, Voight y Cook (5), los contextualizan en la siguiente Figura:

Figura 1. *Enlace de Movilidad-Estabilidad*



Fuente: Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [ChatGpt].

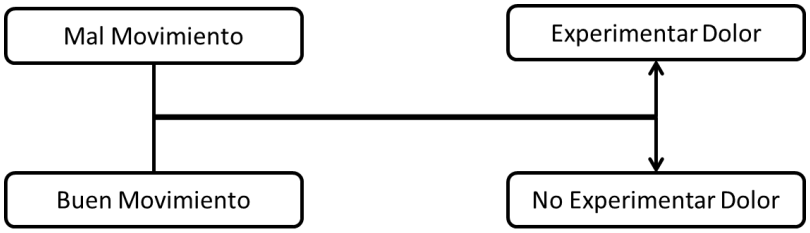
Estos mismos autores proponen un enfoque sistemático y lógico para la evaluación de deportistas, lo que implica un proceso óptimo para la determinar el riesgo, la capacidad o incapacidad de cada evaluado. A continuación, se exponen los objetivos y beneficios de un proceso de Evaluación Funcional del Movimiento:

- **Identificar Patrones de Movimiento que Producen Dolor:** Este tipo de evaluación permite identificar patrones de movimiento que generan dolor dentro de los rangos de movimientos esperados. De esta manera se podrá entender las limitaciones funcionales del deportista, lo que permitirá sugerir intervenciones adecuadas.
- **Identificar Patrones No Dolorosos pero Limitados:** Algunos deportistas presentaran patrones de movimiento que no causan dolor, pero que son limitados. Estos patrones indican un mayor riesgo de lesión durante el entrenamiento o competencia, indicando necesariamente una evaluación preventiva.
- **Identificar Ejercicios a Evitar:** La evaluación funcional permite identificar ejercicios específicos que se deben evitar hasta lograr una adecuada recuperación del movimiento. De esta manera se garantiza una progresión en su recuperación.
- **Vincular Movimientos a Ejercicios Correctivos:** La identificación de movimientos permite establecer una conexión lógica entre los patrones de movimiento identificados y la ruta de ejercicio correctivo más eficaz y eficiente.
- **Crear Descripciones de Patrones de Movimientos Estándar.** Los patrones de movimientos estandarizados permiten crear un marco de referencia comparativa para la evaluación de movimiento más amplios, mejorando así las técnicas.

Existe el concepto de Mapas de Movimiento, el cual hace referencia a la forma en que cada individuo realiza sus movimientos y como sus patrones de movimiento se han progresado a lo largo de su vida, lo que es un reflejo de su historia personal, sus experiencias motrices y física, sus hábitos y su contexto. Esto trae consigo la idea de que no existe una receta mágica para el movimiento, resaltando la importancia darle importancia al principio de individualidad, personalizando los enfoques de intervención tanto preventivos como de rehabilitación, según las necesidades y características del individuo (4).

El riesgo de lesiones en deportistas se relaciona con la calidad del movimiento, incluso en aquellos deportistas sin historial de lesiones. Los movimientos disfuncionales afectan de manera negativa todas las actividades, desde las más simples hasta las más complejas. Esto es importante debido a que un deportista podría a la observación inicial parecer funcional y estar respaldado con un rendimiento dentro de los normal. Sin embargo, los patrones de movimiento disfuncionales conllevan a problemas como dolor o lesiones a largo plazo. En este contexto se debe reconocer que un buen rendimiento no significa que existe un movimiento adecuado. Es decir, un deportista puede hacer movimientos ineficientes y no sentir dolor. Por otro lado, otro deportista puede realizar movimientos eficientes y experimentar dolor, lo que traduce una compleja relación entre la calidad del movimiento y la salud física (5).

Figura 2. *Relación entre Calidad del Movimiento y Dolor en Deportistas*

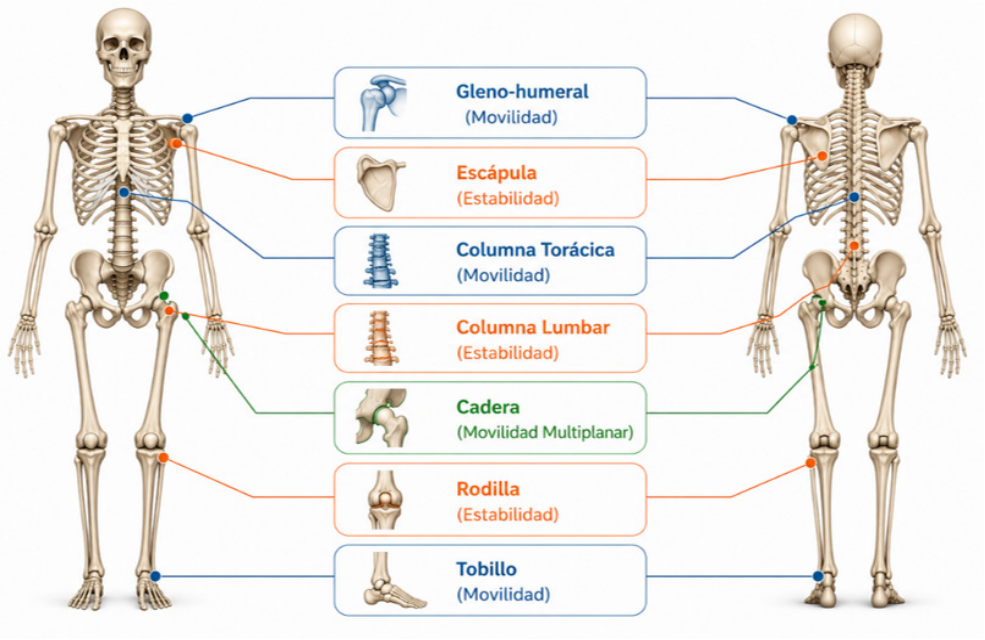


Concepto Joint-By-Joint

A partir de los fundamentos de Boyle (8) y Cook (9), el concepto Joint-By-Joint se basa en que el cuerpo humano se compone de una serie de articulaciones, las cuales, cuentan con funciones específicas y expuestas a disfunciones predecibles. De acuerdo con Boyle, este concepto da lugar para distar entre problemas de estabilidad y movilidad, lo que es fundamental para el entrenamiento efectivo. De acuerdo con Cook, se ha simplificado la identificación de estas necesidades articulares, lo que ha llevado a comprender de mejor medida, como se relacionan las articulaciones en un entrenamiento.

- ***Evaluación de Movilidad y Estabilidad:*** La evaluación funcional considera si se interviene la movilidad o estabilidad en un segmento especifico del cuerpo. A continuación, se ilustra un resumen de las necesidades primarias de movilidad y estabilidad de las principales articulaciones del cuerpo.

Figura 3. *Necesidades específicas articulares*



Para efectos prácticos, la imagen representa un conjunto de estructuras que complementan la función articular, es decir, la articular sola no es funcional, requiere tanto de estabilizadores estáticos (ligamentos, capsulas, meniscos, etc.) como de estabilizadores dinámicos (musculaos).

La anterior Figura, ilustra como las articulaciones alternan entre movilidad y estabilidad en el cuerpo. Para dar un ejemplo, un tobillo requiere de movilidad para realizar una flexión y extensión en actividades de salto o carrera, mientras que la rodilla requiere de estabilidad para soportar el peso del cuerpo y disminuir el riesgo de lesiones durante los movimientos de carga.

El cuerpo humano está formado por articulaciones que interactúan entre sí, y cada una de ellas desempeña un papel crucial en el movimiento. Cuando una articulación presenta disfunciones, esto puede afectar negativamente a las articulaciones adyacentes. En otras palabras, si una articulación tiene dificultades para moverse adecuadamente, su funcionamiento puede comprometer la eficacia de las articulaciones cercanas.

Algunos ejemplos prácticos:

1. ***Tobillo***: Un deportista con limitaciones en la dorsiflexión del tobillo, experimentara dificultades en la mecánica de la rodilla y la cadera, lo que aumentaría el riesgo de sufrir lesiones. La identificación de esta deficiencia motiva a intervenir la estructura en cuanto a la mejora de la movilidad, por medio de estrategias terapéuticas específicas como la flexibilidad.

2. ***Rodilla***: Una rodilla estable es crucial, especialmente para disciplinas deportivas que implican cambios rápidos de dirección. Mediante una intervención terapéutica que incluya fortalecimiento del cuádriceps y los isquiotibiales, se puede aumentar la estabilidad en la rodilla.

3. ***Cadera***: La cadena cinética depende de la movilidad de la articulación de la cadera. Las intervenciones como la sentadilla profunda y las estocadas o tijeras pueden aumentar la movilidad de la cadera, lo que a su vez, beneficiara la estabilidad de la rodilla y la columna lumbar.

4. ***Columna Lumbar:*** El dolor de espalda es prevenible si se cuenta con una adecuada estabilidad lumbar. El fortalecimiento a partir del Core, en simultaneo con ejercicios de movilidad de cadera, resultan efectivos para mejorar la estabilidad de la estabilidad lumbar.

5. ***Escapula y Gleno-Humeral***: El movimiento del hombro depende de una gran estabilidad que brinda la escapula. El fortalecimiento de los estabilizadores dinámicos de la escapula y el manguito rotador, ayudaran a disminuir el riesgo de lesiones en el hombro.

Una vez que se han comprendido los conceptos y las necesidades articulares específicas, surge la pregunta: ¿cuáles son las estrategias necesarias para evaluar el movimiento deportivo funcional?

Este capítulo se centra en la evaluación funcional, diferenciándola de la evaluación clínica, que se enfoca en las deficiencias, y la evaluación funcional, que se centra en los patrones de movimiento disfuncionales. La evaluación funcional se presenta como una estrategia esencial en los procesos de intervención para la rehabilitación deportiva y la prevención de lesiones.

Tabla 1. *Diferencias entre evaluación Clínica y evaluación Funcional*

Criterio	Evaluación Clínica	Evaluación Funcional
Objetivo	Diagnosticar lesiones específicas.	Evaluar la capacidad de realizar movimientos funcionales o AVD.
Enfoque	Se centra en la identificación de patologías, disfunciones y limitaciones específicas.	Se centra en la calidad del movimiento, la eficiencia y la capacidad de realizar actividades funcionales.
Métodos	Incluye pruebas diagnósticas (Rayos-X, RMN) pruebas o maniobras físicas (estabilidad) y análisis de síntomas.	Utiliza pruebas de evaluación del movimiento, análisis de patrones de movimiento, y observación de la ejecución de tareas.
Resultados	Proporciona un diagnóstico de lesiones o condiciones médicas.	Identifica limitaciones en el movimiento funcional, patrones de compensación.
Aplicación	Médicos deportivos, Ortopedistas y Fisioterapeutas deportivos.	Fisioterapeutas Deportivos.
Perspectiva	Mas centrada en la patología, el tratamiento y la rehabilitación.	Mas centrada en la funcionalidad, el rendimiento atlético y la mejora en la calidad de vida.
Evaluación de resultados	Criterios clínicos y mediciones objetivas de la condición médica.	Observación de la ejecución de movimientos y la capacidad para realizar tareas específicas relacionadas con el deporte o la vida diaria.
Intervención	Medicamentos, Cirugía y Rehabilitación Física.	Programas de Ejercicio, Entrenamiento del Movimiento, y estrategias de prevención de lesiones.
Duración y Frecuencia	Episódica de acuerdo con la manifestación o aparición de síntomas o lesiones.	Es continuo y se adapta a lo largo del tiempo según el progreso del deportista.
Momentos	Al inicio de la atención médica, tras la aparición de síntomas o lesiones.	Antes de la participación deportiva, durante la rehabilitación y al final de la recuperación.
Precauciones	Estados agudos de lesión que empeore con la evaluación.	Entorno controlado y seguro, adaptar las evaluaciones a las capacidades del deportista.

Para llevar a cabo esta evaluación, herramientas como el Functional Movement Screen (FMS) y la Selective Functional Movement Assessment (SFMA) son fundamentales. Estas herramientas permiten evaluar la funcionalidad del movimiento y prevenir lesiones al identificar alteraciones en la movilidad y estabilidad articular, lo cual es crucial para aplicar el concepto Joint-by-Joint de manera efectiva.

Concepto de Interindependencia Regional (IR)

Se refiere a que las deficiencias aparentemente no relacionadas en una región anatómica pueden contribuir a/o estar asociadas con la queja principal del paciente (10). Como relacionan algunas investigaciones, una intervención de la columna torácica, podría tener repercusiones en las deficiencias de la columna cervical (11), y alterar los síntomas del hombro (12). Las alteraciones o perdida de fuerza de la cadera y la mecánica anormal de la cadera se correlacionan positivamente con el dolor de rodilla (13,14). El concepto IR, ofrece a los profesionales de salud, la posibilidad de identificar deficiencias en áreas distantes que podrían estar influyendo o provocando la consulta principal del deportista, el cual, se convierte en un eslabón esencial en las evaluaciones que se realicen como es el caso de The Selective Functional Movement Assessment (SFMA) (15), el cual veremos más adelante.

El Concepto IR hace referencia a las observaciones clínicas sobre las conexiones que existen entre las áreas del cuerpo en los trastornos musculoesqueléticos. Aunque existe literatura que sustenta este concepto, los profesionales siguen debatiendo su pertinencia en términos investigativos y en la práctica. No obstante, el concepto IR si establece una necesidad de profundizar en los exámenes y análisis profundos (16). Para dar un ejemplo, Conduah et al. establece que el concepto IR en un abordaje del dolor interescapular, pretende evaluar no solo la parte afectada, sino también regiones cercanas como la columna cervical, la columna torácica, la región escapulotorácica, así como la parte baja de la espalda y la pelvis (17).

Desde un enfoque científico, el concepto IR busca identificar los factores biomecánicos, neuromusculares y posturales que contribuyen al dolor (18), lo que permite desarrollar intervenciones basadas en el principio de individualidad que aborden las causas del dolor o una deficiencia.

El concepto IR, se originó de informes clínicos y observaciones que establecían que la intervención de una región corporal, como el hallux, podría generar signos y síntomas en zonas distantes como el hombro. Esta noción se inició por medio de Inman & Saunders hacia 1944, donde afirmaron que el dolor podía sentirse distante al origen de este (19). Tiempo después, Slocum en 1959, observo que un lanzador de beisbol con lesión en un dedo perdía efectividad en el hombro (98). De observaciones como la de Slocum, se motivaron investigaciones clínicas experimentales que han respaldado la relación de Interindependencia regional del cuerpo. Algunos antecedentes como los de Cleland et al., Fernández-de-las Penas et al., y González-Iglesias et al. han

demostrado intervenciones en la columna torácica, con repercusión en la columna cervical (20,11,21), mientras que Currier et al. y Souza & Powers evidenciaron que una intervención en la cadera podría disminuir los síntomas en la rodilla (22,23).

Otros investigadores como Murray. Leslie & Wrigth (24) y Gunn & Milbrandt (25) en 1976, recalcaron conexiones corporales o regionales que supuestamente no guardan relación y su impacto en síntomas musculoesqueléticos. Estas investigaciones identificaron vínculos entre el síndrome del túnel del carpo y el estrechamiento del disco cervical, adicionalmente, demostraron la efectividad de las intervenciones en la columna cervical para el tratamiento del codo de tenista. También se evidencio un vínculo entre el rango de movimiento pasivo de cadera y el dolor en la articulación sacroilíaca.

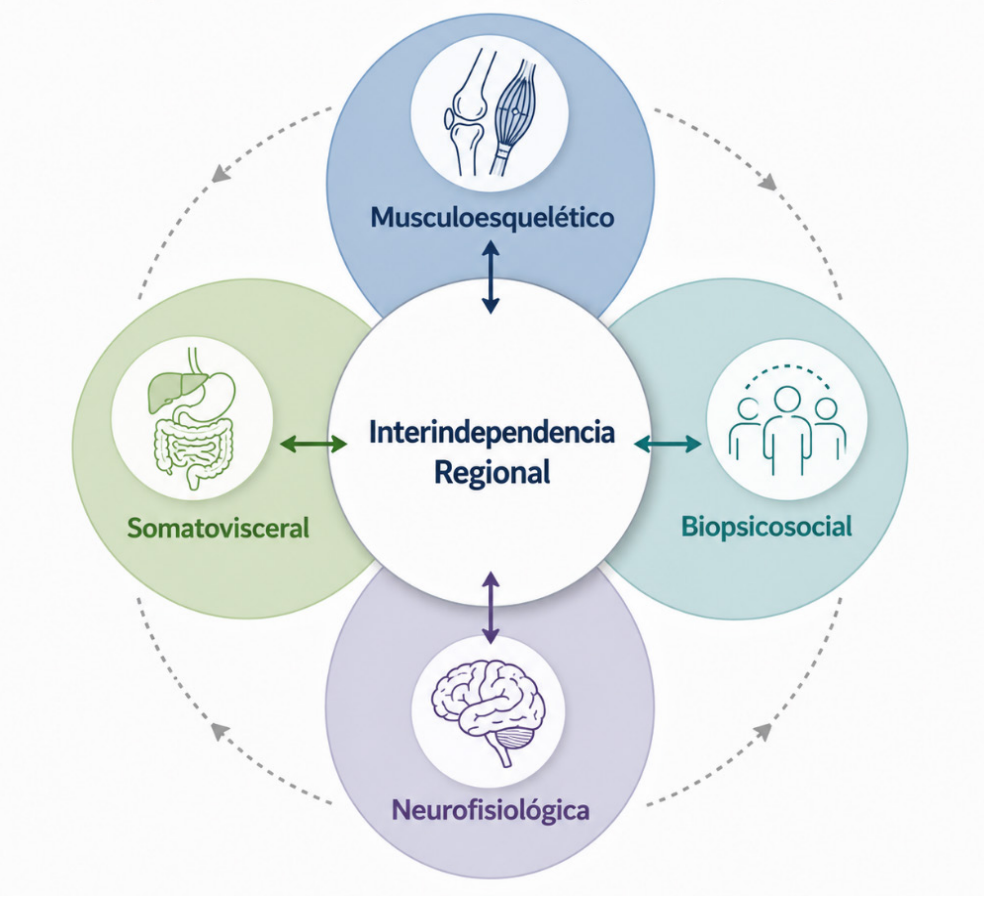
Algunas investigaciones más recientes, han generado respaldo al concepto IR, demostrando la efectividad de las intervenciones mediante la terapia manual en diversas condiciones, como la estenosis espinal, la osteoartritis de odilla y el síndrome patelofemoral (26,27,28).

Varios estudios han demostrado de manera consistente que los pacientes que han recibido terapia manual, tanto en áreas cercanas como distantes al lugar del síntoma, han experimentado mejoras significativas. Sin embargo, la mayor parte de las investigaciones en fisioterapia bajo el concepto IR, han volcado su interés en intervenir deficiencias en la columna torácica, especialmente en individuos con dolor de cuello y de hombros (29).

Este concepto tomo fuerza a partir de una revisión de literatura que dio a conocer una conexión musculoesquelética entre las diferentes zonas del cuerpo (99). El concepto fue formalmente propuesto por Wainner et al. en 2007, año a partir del cual tomo reconocimiento en la literatura científica, como un enfoque clínico para el tratamiento de trastornos musculoesqueléticos (10).

Inicialmente se discutió y se cuestionó que el concepto IR hacía referencia exclusivamente a factores musculoesqueléticos, lo que sugirió que podría tener implicación en respuestas neurológicas. Sin embargo, Bialosky et al. recalcaron que, aunque el enfoque principal había sido manifestaciones físicas como el dolor o el rango de movimiento, los mecanismos subyacentes son más complejos y pueden involucrar varios procesos fisiológicos (30). Esto indica que cualquier deficiencia o trastorno físico, no necesariamente genera una respuesta musculoesquelética, sino también neurofisiológica, somatosensorial y biopsicosocial, los cuales, buscan restaurar la homeostasis corporal (31).

Figura 4. *Modelo de Interdependencia Regional: Integración de Sistemas Musculoesqueléticos y Fisiológicos*



Fuente: Tomado y Modificado de Sueki(16) Imagen mejorada digitalmente utilizando [NotebookLM].

Las respuestas alostáticas son componentes de un proceso fisiológico integrado que busca restablecer el equilibrio homeostático y por ende, promover la recuperación (16). Por tal motivo, el concepto IR, representa cómo otros sistemas influyen en los cambios musculoesqueléticos analizados.

Figura 5. *Proceso Alostático: Regulación e Integración de Respuestas Fisiológicas y Psicológicas*



Fuente: Tomado y Modificado de Sueki(16) Imagen mejorada digitalmente utilizando [NotebookLM].

Inicialmente el concepto IR fue definida como una idea en donde las disfunciones que no se relacionan con las regiones anatómicas distantes, podrían contribuir a la queja o consulta principal de un paciente o deportista. No obstante, era una definición limitada, debido a que se consideraba el sistema musculoesquelético como la causa principal de las disfunciones, absteniéndose de tener en cuenta los otros sistemas corporales, independientemente de su proximidad. La nueva

definición establece que las disfunciones se pueden originar desde diferentes sistemas y esto requiere validación a través de la investigación en donde se demuestre como las deficiencias de una región o sistema corporal, puede afectar los síntomas y la función musculoesquelética en una región distante (30).

Estudios como el de Lena et al., resaltan que el concepto IR ha demostrado ofrecer una solución viable para que los fisioterapeutas adapten de manera efectiva las estrategias de tratamiento, considerando los desafíos que ofrece cada paciente (29).

Functional Movement Screen (FMS)

Es un sistema de detección funcional predictivo pero no es diagnóstico. El FMS es una herramienta de evaluación creada por Cook (32) en 2006, para el uso de profesionales que intervienen pacientes/clientes, donde le movimiento es parte clave de las intervenciones. Se propuso como herramienta para medir y analizar los déficits de movimiento (33). La FMS suple el vacío existente entre la evaluación previa a la participación y las pruebas de rendimiento específicas, al evaluar a pacientes con una capacidad dinámica y funcional general (5). La FMS se conforma de siete pruebas o patrones fundamentales de movimiento que requieren de movilidad y estabilidad. Estos patrones fundamentales de movimiento están diseñados para proporcionar el rendimiento objetivo de los movimientos básicos locomotores, manipulativos y estabilizadores. Cada patrón de movimiento revela las debilidades y desequilibrios con la ausencia de estabilidad y movilidad adecuada (33).

Muchos deportistas que logran alcanzar un alto rendimiento en diversas acciones física a menudo presentan dificultades para realizar movimientos básicos. Esto se presenta cuando en su búsqueda de un adecuado rendimiento, los deportistas tienden a adoptar patrones de movimientos compensatorios. Al realizar las acciones físicas, estos deportistas priorizan movimientos ineficientes en lugar de los más efectivos, lo que les permite mantener su nivel de desempeño. No obstante, si estas compensaciones persisten, se deben reforzar los patrones de movimiento inadecuados, lo que puede representar una biomecánica deficiente. Este tipo de situaciones aumenta el riesgo de lesiones deportivas, ya sean producto de microtraumatismos o macrotraumatismos, conforme el tejido se somete a un estrés agregado debido a la falta de alineación y funcionalidad en los movimientos.

La FMS identifica áreas de limitación y asimetría del patrón de movimiento. Además, puede identificar deficiencias de flexibilidad, equilibrio, estabilidad

del núcleo y asimetría bilaterales, todo lo cual requiere estabilidad y movilidad adecuada (34). Esta identificación también puede arrojar información sobre las influencias culturales y específicas de la actividad en los patrones de movimiento funcional. La evaluación del movimiento puede identificar alteraciones cualitativas en los patrones de movimiento, permitiendo así, identificar limitaciones y asimetría en la funcionalidad del deportista, como por ejemplo, la incapacidad de realizar una sentadilla profunda debido a una falta de movilidad en las articulaciones coxofemorales o femorotibiales, lo que da como producto, una postura incorrecta y un desequilibrio durante el movimiento; por otro lado, las pruebas de rendimiento de basan en la identificación de deficiencias cuantitativas, proporcionando información sobre las condiciones atléticas, como por ejemplo el tiempo que un deportista tarda en recorrer por medio de un sprint una distancia de 40 metros, donde un rendimiento inferior a un punto de referencia establecido o tiempo estándar, indicaría una deficiencia en la velocidad o la potencia (35).

- ***Patrones de Movimiento Disfuncionales:*** Son las deficiencias básicas en la movilidad y estabilidad que causan limitaciones y asimetrías en uno o más patrones de movimiento.
- ***Deficiencias en el Rendimiento Atlético:*** los patrones fundamentales de movimiento están libres de deficiencias, pero se observan deficiencias en los parámetros de condición física atlética y las habilidades de movimiento relacionadas con un deporte especifico.

La FMS se constituye de siete patrones de movimiento fundamentales, los cuales, se diseñaron para que el deportista realice tareas de rendimiento objetivas que se relacionan con los movimientos básicos de locomoción, manipulación y estabilización. Los patrones se realizan bajo una variedad de posiciones y movimientos que desafían las deficiencias en la debilidad, el desequilibrio o el control motor deficiente (5).

En cuanto a la FMS, varios estudios han reportado alta confiabilidad, como es el caso de Teyhen et al., (36) donde demostraron una confiabilidad interevaluador e intraevaluador de moderada a buena, con niveles aceptables de error de medición, mientras que la concordancia entre evaluadores de las puntuaciones del componente de la FMS fue buena a excelente para la flexión de brazos, cuadrupedia, movilidad de hombros, elevación de la pierna recta, sentadilla, vallas y estocada; y Leeder et al (37) demostraron una fiabilidad entre evaluadores alta, con un coeficiente intraclase de 0,906. De

acuerdo con la confiabilidad interevaluador e intraevaluador de aceptable a excepcional, la FMS se convierte en un instrumento de evaluación confiable (38) y se ha utilizado para predecir el riesgo de lesiones (39).

A continuación, se relacionan los siete patrones de movimiento de la FMS:

1. Sentadilla Profunda
2. Paso del Obstáculo
3. Estocada en Línea
4. Prueba de Movilidad de Hombro
5. Levantamiento Activo de Piernas Rectas
6. Flexión de la Estabilidad del Tronco
7. Prueba de Estabilidad Rotatoria

Además de estos siete patrones de movimiento, se cuenta con tres pruebas de limpieza, donde cada una se asocia con uno de los patrones de movimiento y serán descritas más adelante.

Para calificar la FMS, se utiliza una escala ordinal, con cuatro categorías que van de 0 a 3, donde 3 es el puntaje más alto o lo mejor que se logra en una sola prueba, y 21 puntos es lo más alto en la sumatoria total. Las pruebas de eliminación o limpieza se orientan en identificar si un movimiento provoca dolor. Es decir, si al realizar la prueba el deportista manifiesta dolor, aquí se considera una prueba de limpieza positiva y se le será asignado la puntuación de cero (0), indicando que el patrón de movimiento no es seguro y debe evitarse. En términos prácticos, si un deportista manifiesta o experimenta dolor en alguna zona al realizar cualquier patrón de movimiento, esto indicara que el deportista requiere una evaluación adicional y un proceso de intervención antes de continuar.

Tabla 2. *Sistema de Calificación de la* FMS

Resultado	Definición
0	En cualquier momento durante las pruebas, el deportista presenta dolor en cualquier parte del cuerpo. *Not*a: Las pruebas de eliminación o limpieza solo consideran el dolor, lo que indicaría una prueba de eliminación "positiva" y requiere un puntaje de 0 para la prueba con la que está asociado**.**
1	La persona no puede completar el patrón de movimiento o no puede asumir la posición para realizar el movimiento**.**
2	La persona puede completar el movimiento, pero debe compensar de alguna manera para completar la tarea**.**
3	La persona realiza el movimiento correctamente, sin compensación alguna**.**

Fuente: Tomado y Modificado de Hoogenboom (5)

Los patrones de movimiento se deben evaluar de manera bilateral, otorgando una calificación por cada hemicuerpo o de manera independiente.

El puntaje más bajo de los hemicuerpos se registra y se utiliza para el puntaje total del FMS, con la observación de cualquier desequilibrio o asimetría que suceda o se observe durante el desempeño de la prueba.

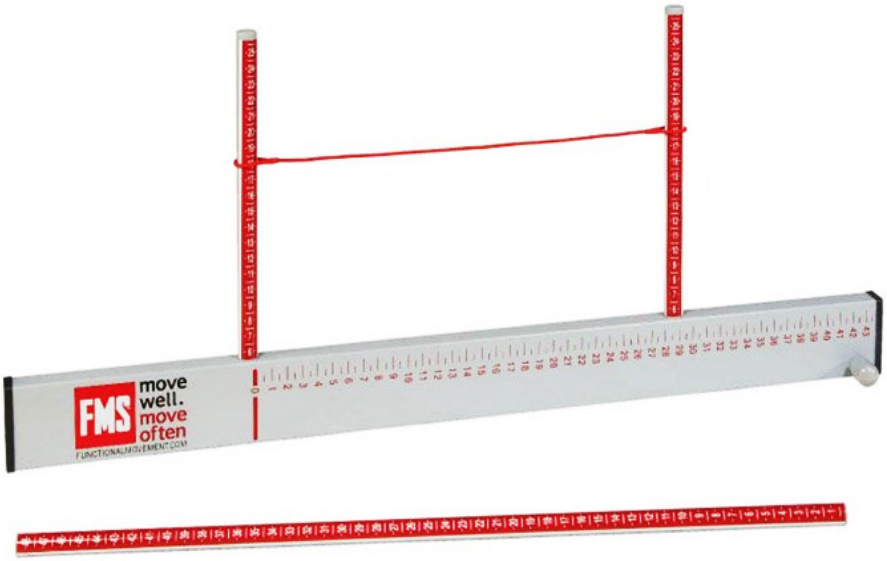
La FMS no se diseñó con el propósito de evaluar personas que presenten dolor al realizar los patrones básicos de movimiento o en aquellos deportistas con lesiones musculoesqueléticas diagnosticadas. Los movimientos que provocan dolor se abordan por medio de la Selective Functional Movement Assessment (SFMA). La FMS está orientada a personas sanas y activas, así como a aquellas personas que aunque están sanas, son inactivas y desean incrementar su nivel de actividad física (5).

Para la realización de la FMS, se cuenta con un kit especializado que consta de los siguientes elementos:

- **Caja de 2x6 pies:** (0,60 x 1.82 mts), su utilidad se basa en transportar el equipo y para agregar compensación para la prueba de sentadilla profunda. También es utilizada en las pruebas de estocada en línea y estabilidad rotatoria.
- **Vara o palo de 4 pies:** (1.21 mts), es útil para la sentadilla profunda, la estocada en línea, el paso de vallas, la medición de la movilidad del hombro y la elevación activa de la pierna recta.

- **Varas o palos de PVC de 2 pies:** (0.60 mts), se utiliza para el paso de vallas, junto con una **banda elástica** que sujeta las dos varas de PVC para la elevación activa de la pierna recta.

Imagen 1. Kit FMS



Sin embargo, la ausencia de estos elementos no representa una limitación para la ejecución de la FMS. El fisioterapeuta puede utilizar herramientas alternativas que simulen las funciones de los equipos originales.

Al momento de la aplicación de la FMS, es importante contar con adecuada distancia entre el evaluador y el deportista, esto ayuda al evaluador tener claro el lugar de la evaluación y evita confusiones al deportista, permitiéndole una mejor concentración. El evaluador deberá estar lo suficientemente alejado para tener una visión global del movimiento, permitiendo que los criterios de evaluación sean visibles, lo que implica también, escoger un lugar estable y con buena luz.

El deportista puede realizar la prueba tres veces, esto permite al evaluador durante cada intento, escoger un lugar adecuado de observación.

Patrón de Movimiento de Sentadilla Profunda

- **Propósito:** es un patrón fundamental de mucho movimientos funcionales, este patrón da evidencia de una adecuada coordinación de la movilidad de las extremidades y la estabilidad del núcleo, con las caderas y los hombros en posiciones simétricas. Aunque no es un patrón de movimiento utilizado en la vida cotidiana, las personas activas, aun requieren de los elementos fundamentales que componen ese patrón para ejecutar ejercicios generales y actividades deportivas.

  La movilidad de las extremidades, el control postural, la estabilidad de la pelvis y el núcleo, se ven reflejados objetivamente en este patrón de movimiento. Este movimiento es un desafío para la mecánica corporal y el control neuromuscular cuando se realiza de manera correcta, donde se involucra la movilidad y estabilidad funcional simétrica de las caderas, rodillas y tobillos.

  Cuando se realiza una sentadilla profunda con la barra sostenida por encima de la cabeza, es necesario contar con una movilidad y estabilidad simétrica en los hombros, la región escapular y la columna torácica, simultáneamente con una pelvis y un núcleo que mantengan estabilidad y control durante la ejecución del movimiento para poder completar el patrón de manera efectiva.

- **Ejecución:** El deportista opta una posición inicial con los empeines alineados de manera vertical con los hombros, asegurando de que los pies se encuentran en el plano sagital y los dedos no se desvíen hacia afuera. Al posicionar la vara sobre la cabeza, los codos forman un ángulo de 90°. Posteriormente, el deportista deberá empujar la vara verticalmente hacia el techo con los hombros en flexión y los codos extendidos, mientras desciende lentamente a lo más profundo posible, manteniendo los talones en el suelo, la cabeza y el pecho hacia adelante, y las rodillas alineadas con los pies sin desviaciones en valgo.

  El deportista podrá realizar tres intentos, pero si el primer movimiento cumple con los criterios para una puntuación de tres, no se hace necesario realizar los tres intentos. Si el deportista no logra los criterios, la prueba debe ahora con tal con la tabla del Kit, puesta debajo de los talones. Si de esta manera el deportista no logra obtener una puntuación de dos, se le asigna una puntuación de cero.

- **Tener en cuenta:** Realizar la observación de la prueba desde una punto frontal y un punto lateral; las posiciones de las estructuras del deportista deben mantenerse sin cambios; no busque interpretar la razón del movimiento; no enseñe el movimiento, limítese a repetir las instrucciones de ejecución cuando sea necesario; pregunte si el deportista experimento dolor; y en caso de tener dudas, asigne una puntuación de cero.
- **Implicaciones:** La limitación de la movilidad de las extremidades superiores puede deberse a una movilidad insuficiente en la articulación glenohumeral o la columna torácica; la limitación en la movilidad de las extremidades inferiores, que incluye una dorsiflexión inadecuada en la cadena cinética cerrada de los tobillos o una deficiente en las rodillas y caderas, dará como resultado una prueba de puntuación baja.

Imagen 2. *Patrón de Movimiento de Sentadilla Profunda*





Nota. Puntuación de tres (A), dos (B) y uno (C) en la sentadilla profunda. Vista frontal y lateral. *Imágenes tomadas de* Cook (40)

Patrón de Movimiento del Paso de Obstáculos

- **Propósito:** Es un patrón fundamental para la locomoción y la aceleración. Aunque no es un patrón que se ejecuta en actividades cotidianas, el paso de obstáculos revela compensaciones o asimetrías en la función del paso. Este patrón desafía la mecánica del paso y la zancada, al mismo tiempo, evalúa la estabilidad y el control en la postura en una sola pierna.

  La realización del patrón del paso de obstáculos requiere una adecuada coordinación y estabilidad de las caderas, las cuales se mueven de manera asimétrica: una cadera soporta el peso del cuerpo mientras la otra realiza desplazamiento de manera libre. La pelvis y en núcleo inician y mantiene la estabilidad y alineación a lo largo de todo el patrón de movimiento. Los brazos deben permanecer inmóviles mientras se sostiene la vara sobre los hombros, lo que proporciona al evaluador una visión adicional de la responsabilidad estática de la parte superior del cuerpo y el tronco durante el movimiento.

  Un movimiento de la parte superior del cuerpo en el paso básico del obstáculo es considerado como una compensación, algo que no sucede cuando se cuenta con adecuada movilidad, estabilidad, postura y equilibrio. El paso de obstáculos desafía la movilidad y estabilidad bilateral de las caderas, las rodillas y tobillos.

- **Ejecución:** Se debe iniciar midiendo la altura de la tuberosidad de la tibia del deportista. Para ajustar la altura de la valla u obstáculo a la altura correcta, el deportista se debe posicionar con el pie derecho contra la base del obstáculo, posteriormente, deslizar la banda elástica hasta la altura de la tuberosidad tibial, nivelándola en ambos lados.

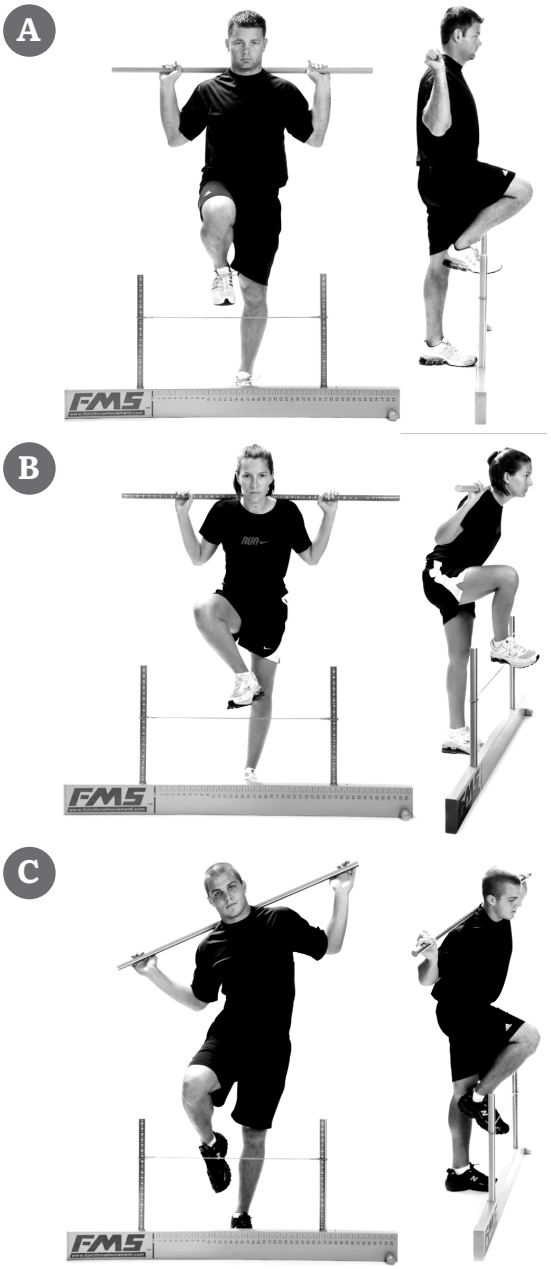
  El deportista debe estar de pie detrás de la base del obstáculo, con los pies alineados y tocando la base del obstáculo. El deportista tomara la vara y la colocara sobre los hombros. Se le pedirá al deportista que pase por encima del obstáculo hasta tocar el suelo con el talón mientras mantiene la columna erguida. Posteriormente, el deportista deberá regresar a la posición inicial. El movimiento deberá ser de manera lenta y controlada.

  Se otorgarán puntuaciones basadas en el cumplimiento de criterios, donde una puntuación de tres si cumple los criterios; la puntuación de dos si se incumple alguno de los criterios para la puntuación de tres; y la puntuación de uno si no se cumplen los criterios para la puntuación de dos.

- **Tener en Cuenta:** Asegurarse de que la banda elástica se encuentre alineada correctamente; indique al deportista que levante lo más alto que pueda al inicio de la prueba; este pendiente de la inestabilidad del tronco; observe el movimiento en una cara frontal y lateral; califique la pierna que pasa el obstáculo; debe asegurarse de que los dedos y la punta del pie de apoyo permanezcan en contacto con base del obstáculo durante y después de cada repetición; no interprete ni saque conclusiones al realizar el movimiento; no enseñe el movimiento, repita las instrucciones; pregunte si el deportista experimento dolor al movimiento; y al presentar dudas, califique con cero.

- **Implicaciones:** Los problemas se pueden deber a una inadecuada estabilidad en la pierna de apoyo o por una deficiente movilidad en la pierna que pasa el obstáculo. Se debe recordar que no se está evaluando solo una parte del cuerpo, sino un patrón de movimiento completo. La realización de este patrón requiere una movilidad asimétrica y estabilidad dinámica bilateral en las caderas.

Imagen 3. *Patrón de Movimiento del Paso de Obstáculos*



Nota. Puntuación de tres (A), dos (B) y uno (C) en el paso del obstáculo. Vista frontal y lateral. *Fuente: Imágenes tomadas de* Cook (40)

Patrón de Estocada

- **Propósito:** Es un componente de los movimientos de desaceleración y los cambios de dirección producidos en el ejercicio, la actividad y el deporte. Aunque este patrón exige más movimiento y control que lo que requieren muchas más actividades, proporciona una evaluación rápida de las funciones bilaterales en el patrón básico. Como objetivo, la estocada coloca el cuerpo en una posición para concentrarse en las tensiones simuladas durante la rotación, la desaceleración y los movimientos laterales. La base estrecha del Kit requiere una estabilidad inicial adecuada y un control dinámico continuo de la pelvis y el centro dentro de una posición asimétrica de la cadera que comparte la carga de manera equitativa.

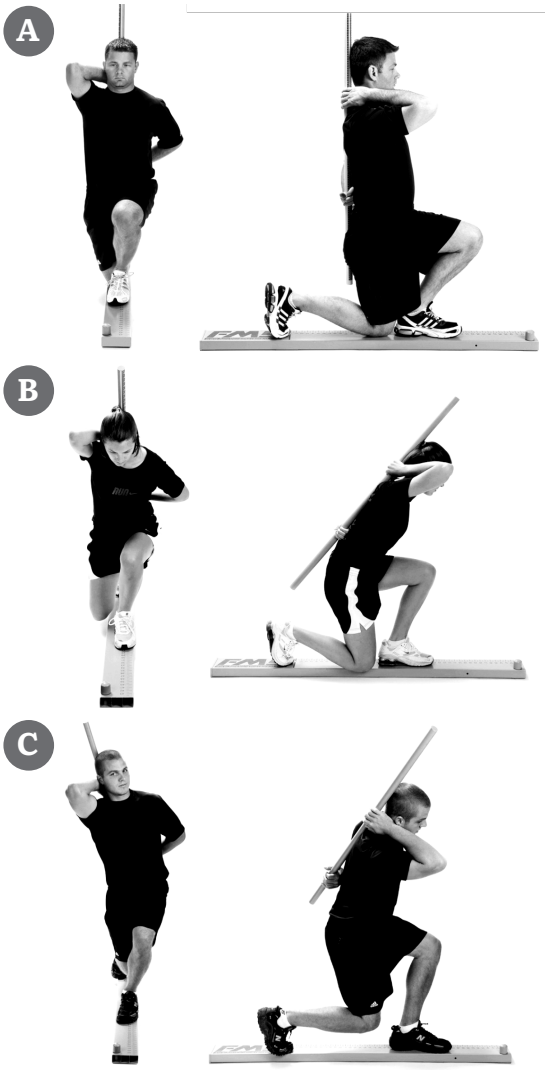
  El patrón de estocada coloca las piernas en una postura dividida, mientras que los brazos adoptan un patrón opuesto, lo que simula el contrapeso natural entre las extremidades superiores e inferiores y requiere estabilización de la columna. Esta prueba evalúa la movilidad y estabilidad de la cadera, rodilla y tobillos, además de la flexibilidad de músculos como el dorsal ancho y el recto femoral.

- **Ejecución:** Para tomar la medida de la longitud de la tibia del deportista, se realiza midiendo desde el suelo hasta la tuberosidad de la tibia. El deportista se posiciona colocando la punta del pie posterior en la línea de inicio y el talón del pie anterior en la marca correspondiente de la base del Kit. La vara se coloca tocando la cabeza, la columna torácica y el sacro, con una mano en la columna cervical y la otra en la lumbar, manteniéndola vertical durante la prueba. En este patrón, el deportista baja la rodilla posterior hasta tocar la tabla detrás del talón del pie anterior y regresar a la posición inicial. La puntuación se otorga de la siguiente manera: se otorga tres puntos si se cumplen todos los criterios: dos puntos sino logra cumplir algún criterio y un punto si no se cumplen los criterios para otorgar dos puntos.

- **Tener en Cuenta:** La pierna que esta adelante indica el lado que se está evaluando; esto representa el patrón de movimiento y no refleja la capacidad funcional de una parte o lado del cuerpo; se está analizando un patrón de movimiento y no solo partes del cuerpo; la vara deberá estar en contacto con la tabla base, mientras que el talón del pie trasero debe tocar la tabla al regresar a la posición inicial; observar cualquier perdida de equilibrio; evitar que el deportista se caiga; no interprete la razón de la puntuación mientras se lleva a cabo el movimiento; no enseñe el movimiento, solo explique verbalmente; indagar si hubo presencia de dolor durante la prueba y puntué 1 si tiene dudas.

- **Implicaciones:** la movilidad del tobillo, la rodilla y la cadera puede ser insuficiente tanto para la pierna anterior como para la posterior. La estabilidad dinámica puede no ser suficiente para completar el patrón de movimiento y, además, se puede hallar limitaciones en la región de la columna torácica, impidiendo que el deportista realice adecuadamente la prueba.

Imagen 4. *Patrón de Estocada*



Nota. Puntuación de tres (A), dos (B) y uno (C) en la estocada. Vista frontal y lateral.

Fuente: Imágenes tomadas de Cook (40)

Patrón de Movilidad de Hombro

- **Propósito:** La movilidad de hombro refleja el ritmo complementario natural de la región escapulotorácica, la columna torácica y la caja torácica durante los movimientos alternos de los hombros en las extremidades superiores. Aunque no se observa el patrón de alcance reciproco completo en las actividades básicas, se utiliza cada segmento dentro de su rango de control activo, lo que deja poco marguen para la compensación. Eliminar la compensación ofrece una visión clara de la capacidad de movimiento.

  La columna cervical y los músculos adyacentes se deben mantener relajados y en una posición neutral, mientras que la región torácica debe tener una extensión natural antes de realizar los patrones alternativos de las extremidades superiores. Este patrón evalúa el rango de movimiento bilateral del hombro, combinado con la extensión, la rotación interna y aducción en un lado, y flexión, rotación externa y abducción en el otro.

- **Ejecución:** Se mide la longitud de la mano del deportista desde el pliegue distal de la muñeca hasta la punta del dedo más largo. El deportista debe estar de pie con los pies juntos y hacer un puño con ambas manos, con los pulgares dentro. Posteriormente, el deportista deberá llevar un puño detrás del cuello y el otro detrás de la espalda, logrando una posición máxima de aducción, extensión y rotación interna en un hombro, y máxima abducción y rotación externa en el otro.

  Durante la ejecución de la prueba, las manos deben moverse de manera suave y permanecer en forma de puño. Se debe medir la distancia entre los puntos más cercanos de las manos para evaluar el alcance simétrico del deportista. Debe permitir que le deportista realice la prueba hasta tres veces en ambos lados. Si no se cumplen los criterios para una puntuación de tres, asigne una puntuación de dos. Si tampoco cumple los criterios para una puntuación de dos, otorgue la puntuación de uno.

- **Tener en Cuenta:** El hombro que se encuentre arriba indicara el lado evaluado, esto representa únicamente el patrón y no refleja la capacidad funcional de una parte o lado del cuerpo; si la medida de la mano coincide con la distancia entre los dos puntos, se asigna una calificación baja; si el deportista experimenta dolor durante la prueba de “limpieza”, se le otorga la calificación de cero; no interprete la causa de la calificación mientras se realiza la prueba; solo explique verbalmente la prueba; indague si hay presencia de dolor; y si presenta dudas, otorgue cero.

- **Implicaciones:** Los deportistas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza logran realizar una mayor rotación externa a expensas de la rotación interna. La estabilidad de la escapula se relaciona con la movilidad torácica, lo cual, es el enfoque principal. Un acortamiento de los músculos pectoral menor, el dorsal ancho y recto abdominal puede provocar posturas de hombros hacia adelante o redondeados, afectando de manera negativa la movilidad de la articulación glenohumeral y la escapula. Puede que haya una disfunción escapulotorácica, lo que genera una reducción de la movilidad glenohumeral debido a una movilidad o estabilidad escapulotorácica inadecuada. La prueba implica un movimiento asimétrico, ya que los brazos se mueven en direcciones opuestas, y requiere que ambos brazos se estiren al mismo tiempo, junto con un control postural y estabilidad del núcleo.

Imagen 5. *Patrón de Movilidad de Hombro*



Nota. Puntuación de tres (A), dos (B) y uno (C) en la movilidad de hombro.
Fuente: Imágenes tomadas de Cook (40)

Prueba de Limpieza

Al finalizar la prueba de movilidad de hombro, se realiza un examen de limpieza o aclaración. Este examen no tiene calificación. Se debe observar si se presenta dolor. Si el deportista manifiesta o experimenta dolor, se registra un positio (+) en la hoja de puntuación y se debe asignar un puntaje de cero a toda la prueba de movilidad de hombro.

La prueba consiste en que el deportista deberá colocar una palma de la mano sobre el hombro opuesto y levantar el codo lo más alto posible, manteniendo el contacto de la palma con el hombro. Esta prueba es necesaria porque el pinzamiento de hombro a veces puede no ser evidente solo con la prueba de movilidad de hombro

Imagen 6. *Estabilidad escapular activa (prueba de limpieza del hombro)*



Fuente: Imagen tomada de Cook (40)

Elevación Activa de Pierna Recta

- **Propósito:** Este patrón no solo evalúa la movilidad activa de la cadera flexionada, sino que también abarca la estabilidad inicial y continua del núcleo, así como la extensión de cadera disponible en la cadera opuesta. No se trata únicamente de una prueba de flexión de cadera de un lado, sino de una evaluación de la capacidad para separar las extremidades inferiores en una posición sin carga. Este movimiento a menudo se ve afectado cuando la flexibilidad de los músculos poliarticulares está comprometida.

  El glúteo mayor, la banda iliotibial y los isquiotibiales son las estructuras más propensas a causar limitaciones en la flexión. Las restricciones en la extensión suelen observarse en el iliopsoas y otros músculos de la parte anterior de la pelvis. Este patrón pone a prueba la capacidad de disociar las extremidades inferiores mientras se mantiene la estabilidad en la pelvis y el núcleo. Además, el movimiento desafía la flexibilidad activa de los isquiotibiales y el gastrocnemio, todo mientras se mantiene una pelvis estable y se extiende activamente la pierna opuesta.

- **Ejecución:** El paciente se acuesta boca arriba con los brazos a los lados, las palmas hacia arriba y la cabeza en el suelo. Se coloca la tabla del kit FMS debajo de las rodillas. Los pies deben estar en posición neutral, con las plantas perpendiculares al suelo.

  Se localiza el punto entre la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) y la línea de la rodilla, y se coloca una clavija en esa posición, perpendicular al suelo. Luego, el paciente levanta la pierna de prueba, manteniendo la posición original del tobillo y la rodilla. Durante la prueba, la rodilla opuesta debe permanecer en contacto con la tabla, los dedos de los pies deben apuntar hacia arriba y la cabeza debe estar apoyada en el suelo.

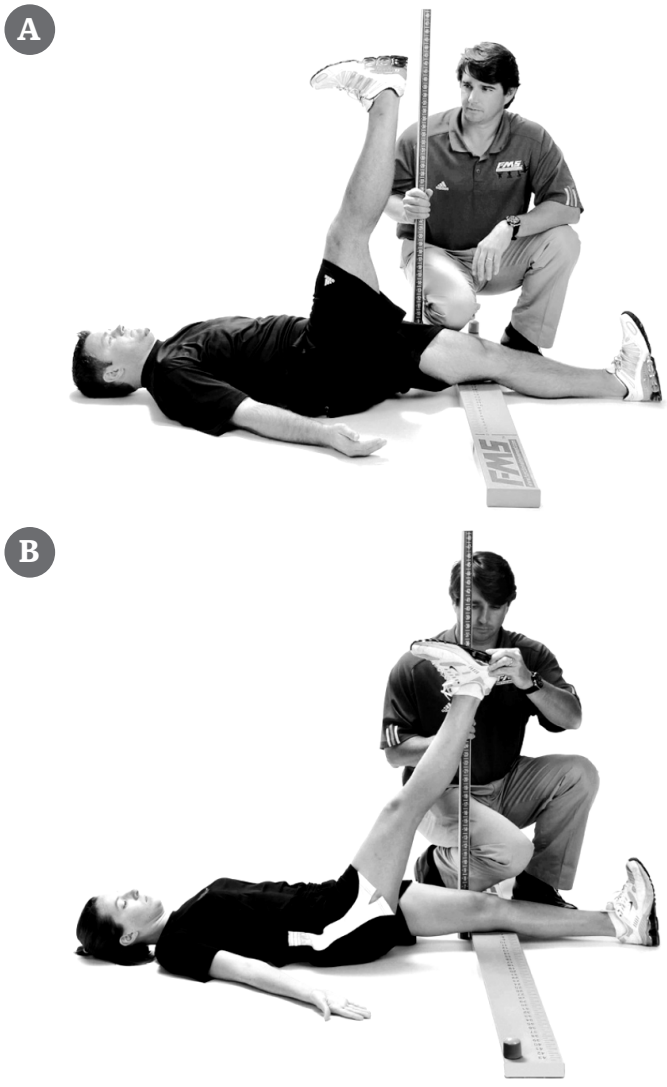
  Al alcanzar el rango final, se observa la posición del tobillo en relación con la clavija. Si el maléolo pasa la clavija, se registra una puntuación de tres. Si no, se ajusta la clavija y se vuelve a puntuar. La prueba de movilidad activa se realiza hasta tres veces en cada pierna. Si no se cumplen los criterios para una puntuación de tres, se otorga un dos; si no se cumplen los criterios para un dos, se asigna un uno.

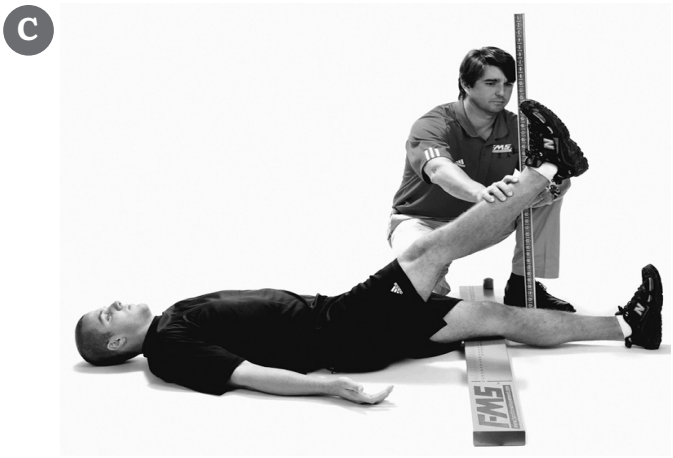
- **Tener en Cuenta:** La extremidad que se mueve indica el lado que se evalúa; si resulta difícil localizar la línea de la articulación, se puede determinar flexionando y extendiendo la rodilla; se debe asegurar que la extremidad inmóvil mantenga la posición neutra; no interprete la puntuación durante

la prueba; solo indique las instrucciones sin ofrecer correcciones; indague si hay presencia de dolor y si presenta dudas, asigne calificación baja.

- **Implicaciones:** El control de la pelvis puede no ser suficiente para realizar el patrón adecuado. El deportista podría presentar una movilidad inadecuada en la cadera opuesta, debido a la rigidez relacionada con una extensión limitada de la cadera. El deportista puede tener una flexibilidad funcional deficiente en los isquiotibiales de la extremidad en movimiento.

Imagen 7. *Elevación Activa de Pierna Recta*





Nota. Puntuación de tres (A), dos (B) y uno (C) en la Elevación Activa de Pierna Recta.
Fuente: Imágenes tomadas de Cook (40)

Patrón de Estabilidad de Tronco

- **Propósito:** La flexión de brazos para mantener la estabilidad de tronco es una variante singular, de una sola repetición, del ejercicio habitual de empuje en el suelo. Es utilizada como observación fundamental de la estabilización del reflejo del núcleo y no se considera una prueba o medida de la fuerza de la parte superior del cuerpo. Tiene como objetivo iniciar el movimiento con las extremidades superiores en un patrón de flexión de brazos, sin permitir que la columna o las caderas de muevan

  La extensión y la rotación son dos movimientos compensatorios frecuentes. Estas compensaciones indican que los músculos principales involucrados en el patrón de flexión de brazos se activan de manera incorrecta antes que los estabilizadores.

  El patrón de movimiento flexión de brazos evalúa la capacidad de estabilizar la columna en el plano sagital durante el movimiento de empuje simétrico de la parte superior del cuerpo en una cadena cinética cerrada.

- **Ejecución:** El deportista se posiciona en decúbito prono con los brazos extendidos sobre la cabeza. Para esta prueba, tanto hombres como mujeres tienen posiciones iniciales diferentes: para los hombres se orienta el posicionamiento de los pulgares en la parte superior de la frente, mientras que para las mujeres, los pulgares se posicionan a la altura del mentón. Posteriormente, los pulgares descienden a la altura del mentón o del hombro

según los criterios de puntuación. Las rodillas permanecerán en extensión, los tobillos en posición neutral y las plantas de los pies perpendiculares al suelo. Se lo solicita al deportista que realice una flexión de brazos desde la posición inicial correspondiente, levantando el cuerpo como una unidad sin que la columna se balancee. Si el deportista es incapaz de realizar el movimiento desde la posición inicial, se debe descender las manos a una posición más accesible. Se puntúa con tres si el deportista es capaz de cumplir los criterios con las manos en la frente, dos si se realiza con las manos en el mentón, y uno si el deportista no puede completar el movimiento.

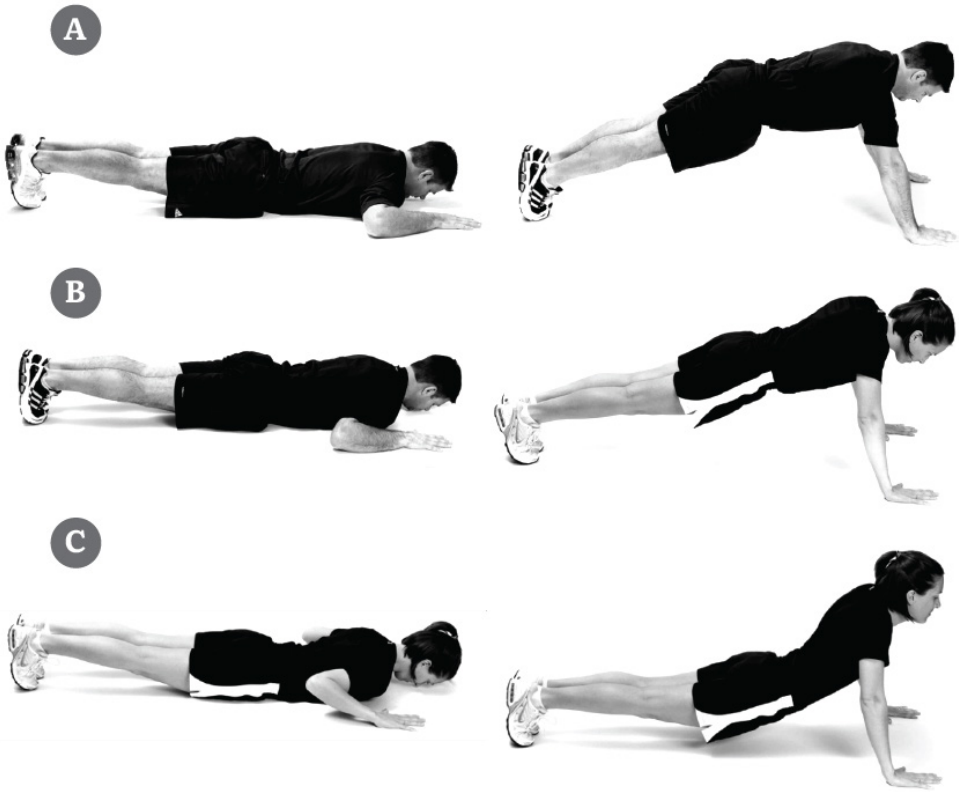
La prueba de flexión de brazos con estabilidad de tronco puede realizar con tres intentos. Si no se cumplen los criterios para una puntuación de tres, se otorga una puntuación de dos; si no se cumplen los criterios para dos, se puntúa con uno.

- **Tener en Cuenta:** El deportista deberá elevar el tronco de manera uniforme; en cada intento, se debe verificar que el deportista mantenga la posición de las manos sin que se deslicen hacia abajo mientras se prepara para empujar; debe asegurarse de que el pecho y el abdomen se levanten simultáneamente; si el deportista experimenta dolor durante la prueba, se le asigna un valor de cero; No interprete la causa de la puntuación durante la prueba; verifique si el deportista experimentó dolor; en caso de duda, puntué bajo.
- **Implicaciones:** Un movimiento con restricción en esta prueba puede deberse a una inadecuada estabilización refleja del núcleo. La presencia de debilidad en la parte superior del cuerpo o en la estabilidad escapular, puede ser un factor que contribuya a un rendimiento insatisfactorio en esta prueba. La movilidad reducida de cadera y la columna torácica puede influir en la capacidad del cliente para alcanzar la posición inicial ideal, lo que también resulta en un rendimiento deficiente durante la prueba.

Tabla 3. *Criterios de alineación para flexiones de tronco según sexo*

Nivel de Posición	Hombre	Mujer
III	Pulgares alineados con la frente	Pulgares alineados con el mentón
II	Pulgares alineados con el mentón	Pulgares alineados con la clavícula

Imagen 8. *Patrón de Estabilidad de Tronco*



Nota. Puntuación de tres (A), dos (B) y uno (C) en la Estabilidad de Tronco: Inicio/Final.

Fuente: Imágenes tomadas de Cook (40)



- **Prueba de Limpieza:** Se realiza para evaluar la respuesta al dolor. No se debe calificar este movimiento; si el deportista experimenta dolor, registra un

positivo (+) y se asigna un cero (0) a toda la prueba de estabilidad de tronco. La extensión de tronco se aprueba si se logra realizar correctamente desde la posición inicial de flexión de brazos. Si se obtiene una calificación positiva, se deben documentar ambas puntuaciones para futuras referencias.

Patrón de Estabilidad de Rotatoria de Tronco

- **Propósito:** Este patrón evalúa la estabilidad de la pelvis, el tronco y la cintura escapular en diferentes planos durante un movimiento combinado de las extremidades superiores e inferiores. Este patrón es complejo y requiere una adecuada coordinación neuromuscular y transferencia de energía a través del tronco, y se basa en el patrón de reptación o enderezamiento que sigue al gateo en el desarrollo.

  La prueba tiene dos implicaciones clave: muestra la estabilización refleja y el cambio de peso en el plano transversal, y refleja los esfuerzos coordinados de movilidad y estabilidad que se observan en los patrones fundamentales de escalada.

- **Ejecución:** El deportista se posiciona en cuadrúpedo en la tabla del Kit FMS. La tabla debe esta paralela a la columna vertebral, con los hombros y las caderas formando un ángulo de 90° con el tronco, y los tobillos en posición neutral, con las plantas de los pies perpendicular al suelo. Antes de iniciar el patrón, las manos del deportista deben estar abiertas, y los pulgares, las rodillas y los pies deben tocar la tabla. El deportista debe flexionar el hombro mientras extiende la cadera y la rodilla del mismo lado, llevando el codo hacia la rodilla mientras se mantiene alineado sobre la tabla. Se le permite al deportista la flexión de la columna al juntar la rodilla y el codo.

  Este patrón se realiza de manera bilateral, permitiendo un máximo de tres intentos en el caso que sea necesario. Si se completa una repetición con éxito, no es necesario realizar los tres intentos. Si al contrario no se obtiene una puntuación de tres, el deportista debe realizar un patrón diagonal utilizando el hombro y la cadera opuestos de la misma manera descrita anteriormente. Para esta variación diagonal, no es necesario que el brazo y la pierna estén alineados sobre la tabla, pero el codo y la rodilla deben tocarse.

- **Tener en Cuenta:** El movimiento de la extremidad superior indica el lado que se está evaluando; el evaluador debe asegurarse de que las extremidades unilaterales permanezcan sobre la tabla para obtener una puntuación de tres; la rodilla y el codo en diagonal deben estar sobre la tabla para conseguir

una puntuación de dos; el evaluador debe verificar que la columna este recta y que las caderas y los hombros formen un ángulo recto al inicio; no se debe evaluar el patrón interpretando la razón de la puntuación durante la prueba; indague si el deportista presento dolor; y en caso de duda, se debe asignar una puntuación baja.

- **Implicaciones:** Un rendimiento deficiente en esta prueba podría indicar una inadecuada estabilización del tronco y el núcleo del cuerpo. La ausencia de estabilidad en la escapula y la cadera también puede afectar negativamente el rendimiento. La movilidad restringida en la rodilla, cadera, columna y hombro puede limitar la ejecución del patrón completo, resultando en una puntuación baja en la prueba.

Imagen 9. *Patrón de Estabilidad de Rotatoria de Tronco*



Nota. Puntuación de tres (A), dos (B) y uno (C) en el Patrón de Estabilidad de Rotatoria de Tronco.

Fuente Imágenes tomadas de Cook (40)



- **Prueba de Limpieza:** Al finalizar se realiza una prueba de limpieza que no se le otorga calificación, sino que se utiliza para detectar dolor. Si se presenta dolor, se anota un positivo (+) y se asigna una puntuación de cero a toda la prueba. Se permite la flexión del tronco desde la posición cuadrúpeda, llevando la espalda hacia los glúteos y el pecho hacia los muslos, con las manos extendidas al frente. Si este movimiento causa dolor, se debe dar una puntuación de cero. Además, si el paciente obtiene una puntuación positiva, es importante documentar ambas puntuaciones para referencia futura.

Formato de Evaluación del Functional Movement Screen (FMS)

Datos del Evaluado:	**Datos Sociodemográficos:**
- Nombre: _____	- Dirección: _____
- Edad: _____ años	- Teléfono: _____
- Sexo: ☐ Masculino ☐ Femenino	- Correo Electrónico: _____
- Fecha de Evaluación: _____	- Ocupación: _____
	- Nivel Educativo: ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Preparatoria ☐ Universitario ☐ Postgrado
Datos Antropométricos:	**Datos Deportivos**:
- Altura: _____ cm	- Deporte (s) Practicado (s): _____
- Peso: _____ kg	- Años de Experiencia en el Deporte: _____ años
- Índice de Masa Corporal (IMC): _____ (calcular IMC = peso (kg) / altura (m)^2)	- Frecuencia de Entrenamiento Semanal: _____ días/semana
- Circunferencia de Cintura: _____ cm	- Tipo de Entrenamiento (Ej. Fuerza, Resistencia, Flexibilidad): _____
- Circunferencia de Cadera: _____ cm	- Lesiones Previas (especificar): _____

Evaluación del FMS:

Instrucciones: Cada patrón de movimiento se califica del 0 al 3, donde**:**

- 0: Dolor durante el movimiento
- 1: Movimiento deficiente
- 2: Movimiento adecuado, pero con compensaciones
- 3: Movimiento óptimo, sin compensacio*nes*

Para las evaluaciones bilaterales, seleccione la puntuación más baja para registrar*.**

Patrón por Evaluar	Derecha	Izquierda	Puntaje*
Sentadilla Profunda			
Movilidad de Hombros			
Elevación de Pierna Recta			
Estabilidad Rotacional			
Flexión de Cadera			
Estabilidad de Tronco			
Estabilidad de Rotatoria de Tronco			

Análisis de Resultados del FMS:

- Puntuación Total: _____ (Suma de todas las puntuaciones)

Interpretación de la Puntuación Total:

- 21-24: Excelente

- 14-20: Bueno

- 10-13: Necesita Mejora

- Menos de 10: Alto Riesgo de Lesión

Selective Functional Movement Assessment (SFMA)

La razón de una solicitud de atención médica en los individuos en general es el dolor musculoesquelético. Los dolores y trastornos musculoesqueléticos son muy comunes en la práctica clínica (41). En la fisioterapia hay un énfasis importante a la hora de una evaluación basada en el movimiento y en la función, donde los procesos tradicionales de examen y evaluación abarcan una tendencia a orientarse a evaluaciones del movimiento aislado como la fuerza de un musculo o grupo muscular para intentar identificar una fuente patoanatómica del dolor, donde carece de evaluación cualitativa de los patrones de movimiento (42).

Una evaluación previa a la participación proporciona al deportista y al profesional de la salud información que conlleve a prohibir o alterar la participación en la competencia el entrenamiento, a su vez, brindan información destinada a mejorar el rendimiento o prevenir lesiones a partir de un examen musculoesquelético (43). Este tipo de exámenes se limitan a identificar lesiones actuales y no a predecir futuras lesiones.

La evaluación de la calidad del movimiento ha cobrado importancia entre las profesiones de salud que guardan relación con el deporte. La FMS y la SFMA son dos herramientas de evaluación frecuentemente utilizadas, que han demostrado tener una alta confiabilidad tanto entre diferentes evaluadores como dentro del mismo evaluador. Las dos estrategias de evaluación son eficientes en cuanto al tiempo y se emplean para identificar disfunciones en diversos patrones de movimiento. Mientras la FMS como se mencionó anteriormente identifica asimetrías, desequilibrios y riesgos lesionales, la SFMA es una herramienta utilizada para detectar disfunciones musculoesqueléticas en pacientes que experimentan dolor (42).

La SFMA es una evaluación clínica que está diseñada para identificar de manera sistemática las causas de la disfunción del movimiento mientras se toma en cuenta el dolor (44). En compañía del concepto IR, la SFMA se utiliza para identificar disfunciones en diferentes partes del cuerpo y de esta manera, determinar su relación con la lesión general (45,41).

La SFMA es una forma de cuantificar la evaluación cualitativa del movimiento funcional y esta, no sustituye al examen tradicional. La SFMA debe ser el primer paso en un proceso de examen funcional, el cual sirve para centrar y orientar las decisiones tomadas durante las otras partes del examen. El enfoque de la SFMA es no tanto la identificación la fuente de los sistemas, sino más bien en identificar la causa (5).

El proceso de evaluación funcional se centra en analizar la función con el objetivo de restaurar el movimiento adecuado para tareas físicas específicas. El uso de patrones de movimiento, junto con la aplicación de estrés y presión, permite identificar la presencia de disfunción o dolor, o ambos. Esos patrones de movimiento permitirán guiar al profesional hacia la causa del problema (5).

La SFMA se caracteriza por el uso de movimientos básicos y sencillos para detectar las reacciones y respuestas innatas del atleta. Siempre que sea factible, estos movimientos deben ser analizados tanto en situaciones de carga como en condiciones de descarga, además de ser evaluados bilateralmente para observar la simetría funcional. El término "Funcional" se refiere a cualquier movimiento

que no presenta restricciones ni limitaciones. En contraste, "Disfuncional" se utiliza para describir aquellos movimientos que están limitados o restringidos, ya sea por una falta de movilidad, estabilidad o simetría en un patrón de movimiento particular. Por su parte, el término "Doloroso" se refiere a situaciones en las que el movimiento funcional selectivo provoca síntomas, agrava los síntomas existentes o genera síntomas secundarios que deben ser documentados. De este modo, al combinar los conceptos de funcional, disfuncional, doloroso y no doloroso, cada patrón dentro de la SFMA debe ser analizado y clasificado en una de las cuatro categorías disponibles. La aplicación de la SFMA analiza diversos patrones de movimiento, ofreciendo cuatro respuestas posibles, las cuales son cruciales para el proceso de puntuación (46).

La SFMA es una opción de evaluación funcional del movimiento caracterizada por un presentar un lenguaje claro e intuitivo. Según la investigación de Aghi et al. (15) La confiabilidad de la SFMA es moderada cuando el mismo profesional realiza aplica la batería, pero es buena cuando se realiza entre diferentes profesionales. Las cualidades de confiabilidad convierten a la SFMA en un instrumento adecuado en el ámbito deportivo, incluso para estudiantes.

Tabla 4. *Sistema de Puntuación para la Evaluación Funcional Selectiva según Función y Dolor*

Resultado	Descripción
Funcional - No Doloroso	Movimiento ilimitado y sin restricciones, realizado sin dolor ni aumento de síntomas.
Funcional – Doloroso	Movimiento ilimitado y sin restricciones que reproduce o aumenta síntomas o provoca síntomas secundarios.
Disfuncional – Doloroso	Movimiento limitado o restringido debido a la falta de movilidad, estabilidad o simetría; reproduce o aumenta síntomas; o provoca síntomas secundarios.
Disfuncional – No Doloroso	Movimiento que está limitado o restringido de alguna manera debido a la falta de movilidad, estabilidad o simetría y se realiza sin dolor ni aumento de síntomas.

Fuente: Tomado y Modificado de Hoogenboom (5)

La SFMA emplea siete patrones de movimiento básicos que evalúa y clasifica las variables de dolor y función. Adicionalmente, se pueden integrar cuatro pruebas opcionales para profundizar en la evaluación de la disfunción del movimiento.

Estos siete patrones de movimiento requieren buena flexibilidad y control:

Patrones de la columna cervical (Movimientos de la columna cervical)

- **Patrones de las extremidades superiores** (Dos patrones y dos signos de provocación de dolor)
- **Flexión multisegmentaria** (Maniobra de tocar los dedos de los pies)
- **Extensión multisegmentaria** (Alcance por encima de la cabeza con extensión de la columna)
- **Rotación multisegmentaria** (Rotación de cabeza, hombros y pelvis)
- **Postura sobre una pierna** (Respuesta muscular postural)
- **Sentadilla profunda por encima de la cabeza** (Talones planos con hombros flexionados)

Evaluación de la Columna Cervical

Objetivo: La columna cervical se libera de dolor y disfunción cuando el paciente muestra activamente tres patrones de movimiento: flexión (tanto en la parte superior como en la inferior), extensión y rotación cervical combinada con flexión lateral. La Evaluación del Movimiento de la Columna Cervical mide tanto la flexión disponible, incluyendo la movilidad entre el occipital y el atlas, como la extensión disponible de la columna cervical. Adicionalmente, evalúa la capacidad de mover la barbilla hacia los hombros (izquierdo y derecho), evalúa la capacidad de rotación y flexión lateral en combinación de la columna cervical.

Descripción:

1. **Patrón:** El deportista de posiciona en bípedo, totalmente erguido, con los pies juntos y los dedos apuntando hacia adelante, posteriormente, intentara colocar el mentón sobre el esternón, manteniendo el tronco recto.
2. **Patrón:** El deportista se posiciona en bípedo, erguido y con los pies juntos, posteriormente, el deportista intentara mirar hacia arriba, manteniendo la cara paralela al techo.
3. **Patrón:** El deportista optara la posición bípeda, erguido y con los pies juntos, intentara girar la cabeza hacia la derecha lo que más pueda para luego flexionar el cuello, intentando tocar la clavícula con el mentón.

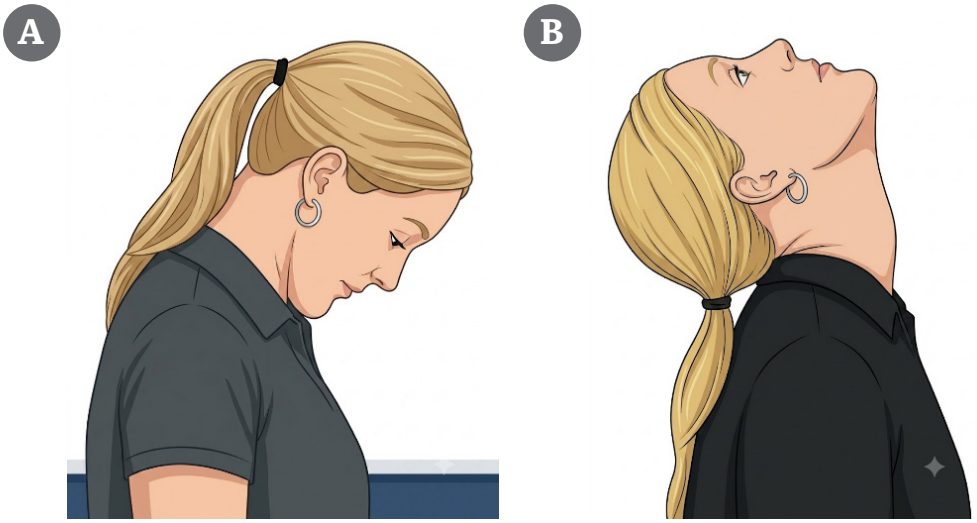
Tener en Cuenta:

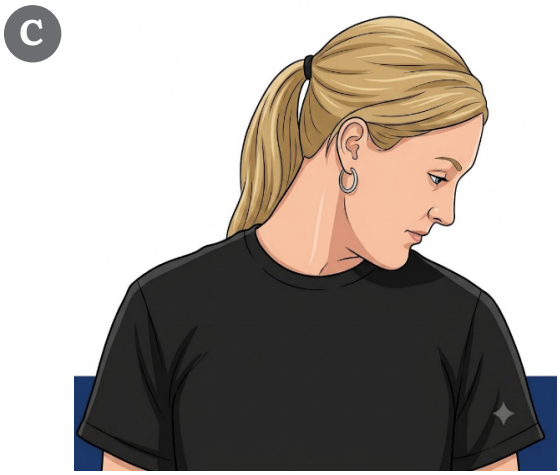
- El paciente debe mantener la boca cerrada durante las pruebas o patrones.
- Indique al deportista que no eleve ni protruya las escapulas.
- Realiza una observación en vita frontal y lateral.
- No explique el movimiento, repita las instrucciones.
- Indague si presento dolor.

Adicionalmente:

- Para el patrón 1, el deportista debe mantener la boca cerrada y debe tocar el esternón sin presentar dolor.
- Para el patrón 2, el deportista debe lograr llegar a 10° de paralelo sin dolor.
- Para el patrón 3, el rango normal debe ser el contacto del mentón con el tercio medial de la clavícula, de manera bilateral.

Imagen 10. *Evaluación de la Columna Cervical*





Nota. Evaluación de la Columna Cervical; Flexión (A), Extensión (B), Rotación/Flexión Lateral combinada (C).

Fuente: *Tomada y Modificada de Hoogenboom* (5)

Evaluaciones de Movimiento de las Extremidades Superiores

Objetivo: La evaluación del movimiento de las extremidades superiores, evalúan el rango de movimiento del hombro. El patrón 1 evalúa la rotación interna, la extensión y la aducción del hombro; el patrón 2 evalúa la rotación externa, la flexión y la abducción del hombro.

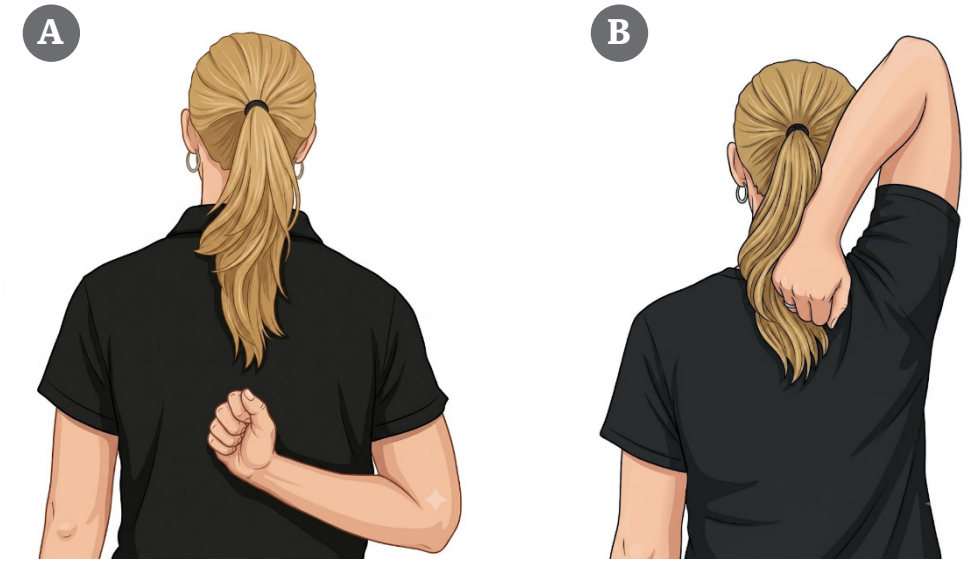
Descripción:

1. **Patrón:** El deportista se posiciona en bípedo, erguido con los pies juntos y los dedos apuntando hacia adelante. Posteriormente, llevara el brazo derecho hacia atrás, intentando tocar el ángulo inferior de la escapula izquierda. El evaluador colocara un dedo en el punto donde el deportista toca la espalda y comparara el resultado del brazo izquierdo, midiendo la distancia desde la escapula si el movimiento es limitado.
2. **Patrón:** El Deportista se posiciona en bípedo, erguido y con los pies juntos. Posteriormente, pasará por encima de la cabeza con el brazo derecho intentando tocar la espina de la escapula izquierda. El evaluador colocara un dedo en el punto de contacto del deportista y lo comparara con los resultados obtenidos con el brazo izquierdo, prestando atención a la distancia desde la espina de la escapula si el movimiento es restringido.

Tener en Cuenta:

- Realice observaciones desde la cara posterior y lateral del deportista.
- No enseñe el movimiento, solo repita las instrucciones cuando sea necesario.
- Indague si existió dolor.

Imagen 11. *Evaluación de Movimientos en Miembros Superiores*



Rotación Interna, Aducción y Extensión (A), Rotación Externa, Abducción y Flexión (B).

Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Patrones de Provocación de Dolor:

1. **Patrón:** Se debe orientar la prueba de pinzamiento de Yocum para ayudar a identificar el pinzamiento del manguito rotador.
2. **Patrón:** Se debe orientar a que el deportista realice una aducción cruzada u horizontal del hombro para identificar la disfunción de la articulación acromioclavicular y la rigidez posterior del hombro.

Imagen 12. *Evaluación de Movimientos en Miembros Superiores*



Prueba de provocación de Dolor. Maniobra de Yocum

Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Imagen 13. *Evaluación de Movimientos en Miembros Superiores*



Prueba de provocación de Dolor. Aducción Horizontal

Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Evaluación de Flexión Multisegmentaria

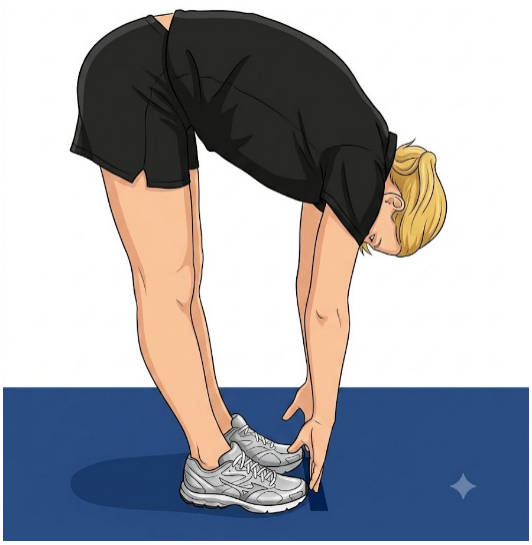
Objetivo: La evaluación de la flexión multisegmentaria analiza la flexión adecuada de caderas y la columna vertebral.

Descripción: El deportista se posiciona de pie, erguido, con los pies juntos y los dedos de los pies se encuentran apuntando hacia adelante. Posteriormente, el deportista se inclina hacia adelante desde las caderas, intentando tocar las puntas de los dedos de los pies con los dedos de las manos, sin doblar las rodillas.

Tener en Cuenta:

- Realice observaciones desde la cara posterior y lateral del deportista.
- La posición de los pies debe permanecer inalterada durante todo el movimiento.
- Las rodillas deben estar siempre estiradas.
- Observar una curvatura uniforme de la columna lumbar.
- No debe existir inclinación o flexión lateral de la columna.
- No enseñe el movimiento, solo de las instrucciones si es necesario.
- Indague si hubo dolor.

Imagen 14. *Evaluación de Flexión Multisegmentaria*



Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Evaluación de Extensión Multisegmentaria

Objetivo: La evaluación de la extensión multisegmentaria analiza la extensión de los hombros, las caderas y la columna.

Descripción: El deportista se posiciona de pie, erguido, con los pies juntos y los dedos de los pies se encuentran apuntando hacia adelante. Posteriormente, el deportista elevara las manos por encima de la cabeza, manteniendo brazos extendidos y los codos alineados con las orejas. Enseguida, el deportista se inclinará hacia atrás lo que más pueda, asegurándose de que las caderas se desplacen hacia adelante y los brazos hacia atrás al mismo tiempo.

Tener en Cuenta:

- Realice observaciones desde la cara posterior y lateral del deportista.
- La posición de los pies debe permanecer inalterada durante todo el movimiento.
- No enseñe el movimiento, solo de las instrucciones si es necesario.
- Las escapulas deben estar en vista lateral, por detrás de los talones.
- La línea media de la mano debe estar por detrás de los talones, los codos deben estar alineados con las orejas.
- Las Espinas Iliacas Anterosuperiores deben estar por delante de los pies.
- Indague si hubo dolor.

Información Adicional: La disociación es la capacidad de mover partes del cuerpo de forma independiente. Los problemas en esta área pueden deberse a patrones de estabilización ineficaces, lo que limita la movilidad y estabilidad. Si un paciente logra estabilidad restringiendo el movimiento de sus extremidades o tronco, se considera que tiene rigidez funcional en lugar de estabilidad dinámica. Al levantar los brazos, el fisioterapeuta evalúa la independencia del movimiento y la simetría bilateral, siendo ideal que el paciente eleve los brazos 180° con la pelvis en posición neutral (5).

Imagen 15. *Evaluación de Flexión Multisegmentaria*



Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Evaluación de Rotación Multisegmentaria

Objetivo: La evaluación de la rotación multisegmentaria evalúa la movilidad rotacional normal del cuello, el tronco, la pelvis, las caderas, las rodillas y los pies.

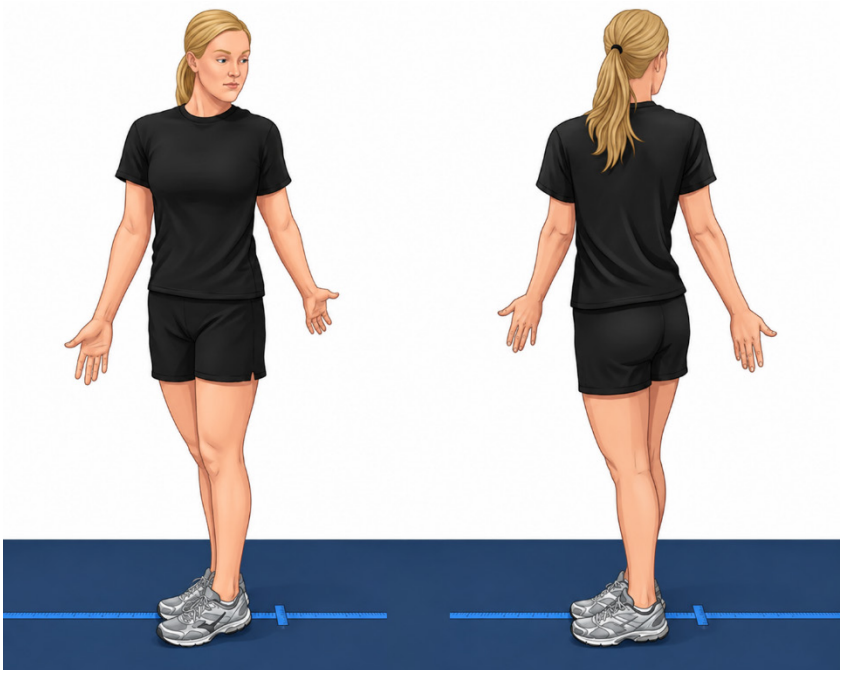
Descripción: El deportista se posiciona de pie, erguido, con los pies juntos, los dedos de los pies se encuentran apuntando hacia adelante y los brazos extendidos a los lados del cuerpo. Posteriormente, el deportista debe girar todo el cuerpo (caderas, hombros y cabeza) lo que más pueda hacia la derecha, mientras que la posición de los pies permanece inalterada. Instruir al deportista regrese a la posición inicial y gire hacia izquierda.

Tener en Cuenta:

- Realice observaciones desde la cara posterior y lateral del deportista.
- La posición de los pies debe permanecer inalterada durante todo el movimiento.

- No enseñe el movimiento, solo de las instrucciones si es necesario.
- Debe existir al menos 50° de rotación desde la posición inicial de la pelvis y el tercio inferior de forma bilateral
- Además de los 50°, el tórax también debe rotar al menos 50° de forma bilateral, lo que suma un total combinado de 100° de rotación del cuerpo completo desde la posición inicial.
- Indague si hubo dolor.

Imagen 16. *Evaluación de la Rotación Multisegmentaria*



Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Evaluación de la Postura Sobre una Pierna

Objetivo: La evaluación de la postura sobre una pierna evalúa la habilidad de mantener el equilibrio de manera independiente en cada pierna, tanto en una posición estática como dinámica. Esta evaluación incluye adicionalmente movimientos dinámicos de balanceo.

Descripción: La parte estática de la prueba evalúa la base esencial para el control del movimiento. El deportista se posiciona de pie, erguido, con los pies juntos, los dedos de los pies se encuentran apuntando hacia adelante y los brazos extendidos a la altura de los hombros. Se le pide al deportista que se mantenga erguido antes de iniciar la prueba. Posteriormente, el deportista levantara la pierna derecha, con flexión de cadera y de rodilla a 90˚. Debe sostener esta posición durante 10 segundos. La prueba se repite con la pierna izquierda. El evaluador debe observar si el deportista mantiene la pelvis nivelada, evitando la posición de Trendelenburg.

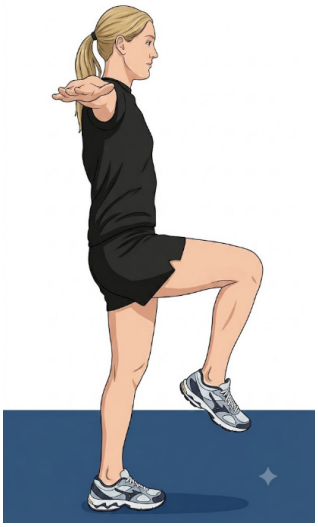
La prueba se realiza nuevamente con los ojos cerrados. El cuerpo cuenta con tres sistemas principales que ayudan a mantener el equilibrio: el sistema visual, el vestibular y el somatosensorial. Al cerrar los ojos y eliminar la visión, el paciente debe depender de los otros dos sistemas para sostener una postura erguida.

La fase dinámica de las piernas, se le solicita al deportista que se posicione de pie con los pies juntos, los dedos apuntando hacia adelante y las manos en las caderas. El deportista flexiona la cadera derecha y comienza a balancear la pierna derecha hacia adelante y hacia atrás, realizando flexión y extensión de la cadera, mientras mantiene una postura adecuada y equilibrio durante 10 segundos. Luego, se repite la prueba con la pierna contraria.

Tener en Cuenta:

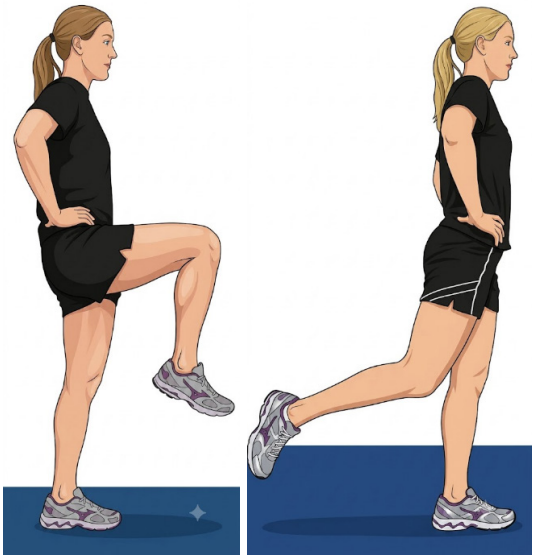
- Realice observaciones desde la cara anterior y lateral del deportista.
- La posición de los pies debe permanecer inalterada durante todo el movimiento.
- No enseñe el movimiento, solo de las instrucciones si es necesario.
- Observar si se pierde la postura erguida o la altura al pasar de dos piernas a una.
- Las manos deben mantenerse apoyadas sobre las caderas.
- Observar si los brazos se ponen inquietos.
- Indague si hubo dolor.

Imagen 17. *Evaluación de la Postura Sobre una Pierna. Fase Estática*



Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Imagen 18. *Evaluación de la Postura sobre una sola pierna Balanceo de las piernas en flexión y extensión de cadera*



Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

Evaluación de la Sentadilla Profunda con Brazos Sobre la Cabeza

Objetivo: La evaluación de la sentadilla profunda con los brazos sobre la cabeza, evalúa la movilidad simétrica y bilateral de las caderas, las rodillas y los tobillos. Al incluir las manos por encima de la cabeza, esta prueba evalúa la movilidad simétrica y bilateral de los hombros, así como la extensión de la columna torácica.

Descripción: El deportista se posiciona en bípedo, alineando los pies con los hombros. Los pies deben estar mirando hacia adelante. Posteriormente, el deportista elevara los brazos por encima de la cabeza, con los hombros flexionado y abducidos, y los codos en extensión. Se le solicitara al deportista que descienda lentamente lo más profundo posible hasta alcanzar la posición de sentadilla. En esta posición, el evaluador debe verificar que los talones estén en contacto con el suelo, la cabeza y el pecho deben estar mirando hacia adelante, y las manos deben estar por encima de la cabeza. Las rodillas deben alinearse sobre los pies sin colapsar hacia adentro en valgo.

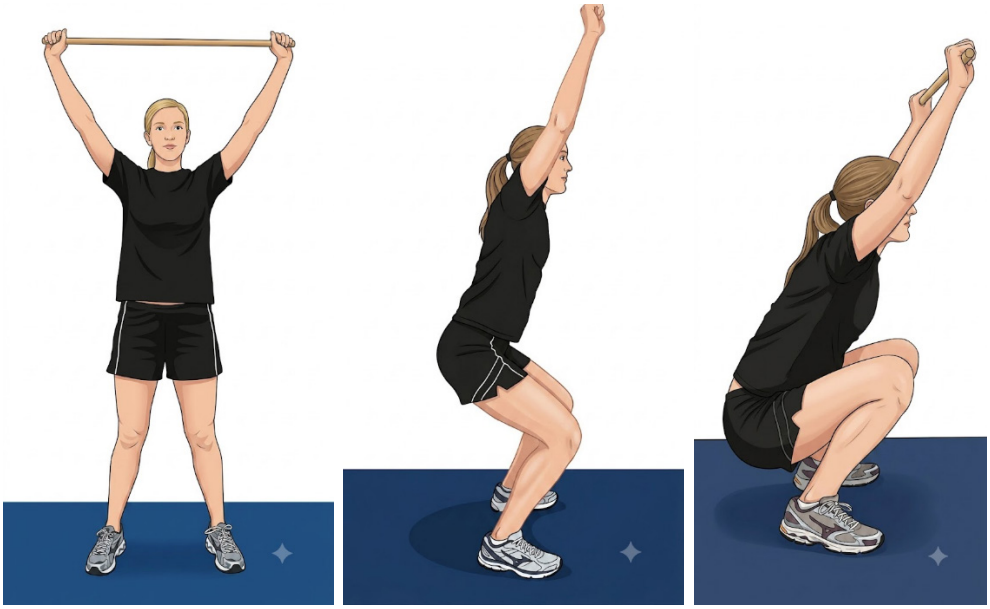
Esta prueba no solo evalúa la movilidad bilateral de las caderas, las rodillas y los tobillos, sino que también, al mantener los brazos por encima de la cabeza, se examina la movilidad bilateral de los hombros y la extensión de la columna torácica. Para una correcta realización, el deportista demostrar adecuada dorsiflexión de los tobillos, flexión de caderas y las rodillas, así como extensión de la columna torácica y flexión-aducción de los hombros.

Tener en Cuenta:

- Realice observaciones desde la cara anterior y lateral del deportista.
- El ancho de las manos no debe aumentar a medida que el deportista desciende. Para evaluar la consistencia, es importante que el deportista mantenga un ancho de mano por encima de la cabeza. Para lo cual se propone dos formas:
    - Pídale al deportista que coloque una vara sobre la cabeza y ajuste las manos en ella de manera que los codos formen un ángulo de 90°. Posteriormente, el deportista debe presionar la vara hacia arriba, manteniendo los hombros flexionados y abducidos, y los codos en extensión.
    - Pídale al deportista que comience con los codos doblados a 90° de abducción, de flexión de codo y rotación externa, asegurándose de que el ancho de las manos se mantenga igual mientras los brazos se elevan sobre la cabeza.

- No enseñe el movimiento, solo de las instrucciones si es necesario.
- Indague si hubo dolor.

Imagen 19. *La evaluación de la sentadilla profunda con los brazos sobre la cabeza*



Fuente: Tomada y Modificada de Hoogenboom (5)

A Nine-Test Screening Battery (The 9 + Screening Battery)

Los fisioterapeutas que trabajan con atletas suelen evaluar disfunciones musculares o articulares en los deportistas. Para ello, pueden realizar un análisis funcional del movimiento, como " The 9 + Screening Battery de la confederación nacional sueca de deportes, que busca identificar el dolor y el origen de la disfunción para corregir las alteraciones del movimiento mediante un entrenamiento activo (100). Esta batería fue desarrollada como método para medir el rendimiento deportivo. Incluye seis pruebas del FMS, una prueba de la Asociación Estadounidense de Tenis (USTA HPP), y cinco pruebas adicionales diseñadas para evaluar la movilidad, la fuerza dinámica del tronco y control de rodilla (47). En la investigación reciente de la confiabilidad de la FMS, en su capacidad para predecir lesiones, se encontró que los deportistas clasificados como "alto riesgo" tenían un 51% más de probabilidad de lesionarse en

comparación con aquellos de "bajo riesgo", aunque con un nivel de evidencia muy bajo (48). La efectividad del 9+ (así le llamaremos) para predecir lesiones aun es incierta. No obstante, se ha observado que los deportistas que obtienen menos del 67% de la puntuación total del FMS presentan un riesgo de lesión considerablemente mayor en comparación con aquellos que superan ese umbral (49). Algunos investigadores sugieren que para que el 9+ tenga relevancia clínica como posible predictor, es fundamental registrar la variación normal en ausencia de intervenciones o lesiones, lo que permitirá interpretar de manera significativa las diferencias en los resultados de las pruebas (38).

La 9+ incluye tareas funcionales y complejas, seleccionadas de diversas pruebas durante diez años. Se escogieron seis pruebas con criterios modificados de la FMS como la Sentadilla profunda a una pierna, La elevación de la pierna recta, y la rotación en sedente. Se modifico la sentadilla profunda para realizarse descalzo, estableciendo una altura de 2 cm como referencia. La prueba de estocada en línea, flexión de cadera y flexión de brazos tienen criterios más estrictos que prohíben movimientos compensatorios. La prueba de elevación diagonal se realiza sobre una superficie más estrecha, y la movilidad del hombro mantuvo los criterios de la FMS con una posición inicial estandarizada. El propósito de la 9+ es evaluar patrones de movimientos fundamentales, enfocándose en la estabilidad y movilidad de la cadena cinética del cuerpo, estandarizando cada ejercicio para medir movilidad, estabilidad y control neuromuscular (50).

En cada prueba se instruye al deportista para que parta de una posición inicial a una final, siguiendo una descripción especifica. Las posiciones y movimientos de evalúan utilizando una escala de cuatro puntos (3-2-1-0), don de 3 indica "Realizo el movimiento sin compensaciones", 2 indica "Movimiento correcto con compensaciones", 1 indica Incorrecto con movimientos compensatorios", y 0 indica "Presencia de dolor". El deportista puede lograr alcanzar una puntuación máxima de 27 puntos. No se debe utilizar espejos. La aplicación de la batería tiene una duración aproximada de 30 minutos (50).

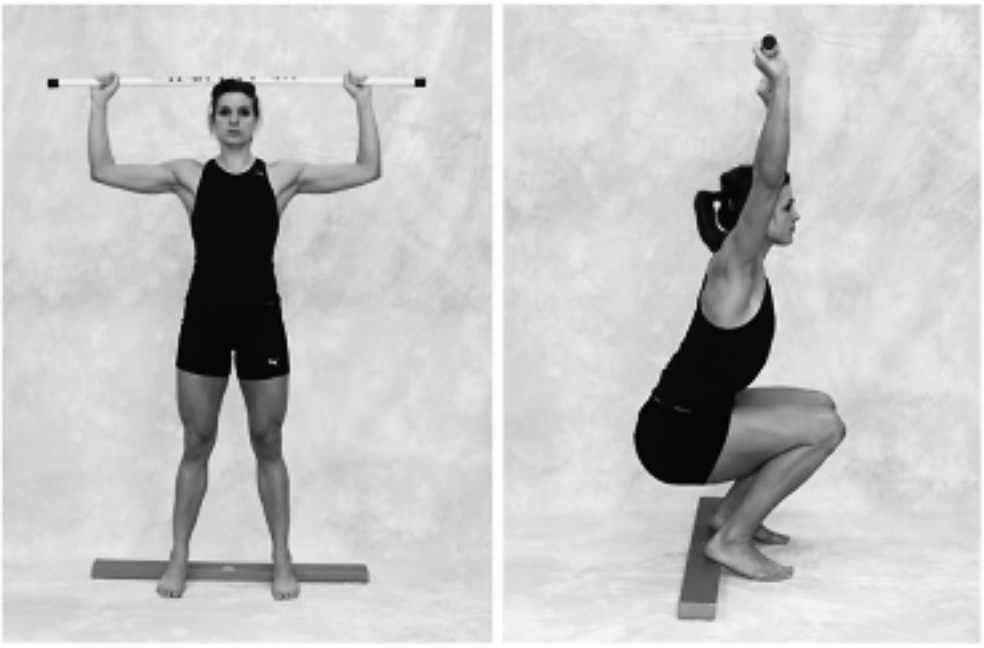
Prueba de Sentadilla Profunda

Objetivo de la prueba

- La función y la movilidad del pie, la rodilla y la cadera
- Evaluar la estabilidad de la rodilla, la extensión torácica y la flexión del hombro.

Descripción

Se coloca una tabla de 2cm bajo los talones del deportista. Los pies deben estar paralelos y separados a la anchura de los hombros, con los codos en un ángulo de 90° como posición inicial. Posteriormente, se extienden los brazos por encima de la cabeza con los codos completamente extendidos. Se debe mantener los brazos rectos sobre la cabeza y el tronco en posición vertical mientras se realiza una sentadilla lenta, bajando hasta que el fémur quede por debajo de la horizontal.



Criterios de Puntuación:

3 puntos: Para esta calificación se deben cumplir todos los criterios

- Cadera, rodilla y pie en línea recta.
- Fémur por debajo de la horizontal.
- Brazos alineados con las orejas.
- La vara debe estar detrás de los pies.

2 puntos: Se deben cumplir uno o más de los siguientes criterios

- Mismos criterios para 3 puntos, con excepción de que la tabla es de 4cm.

1 punto: Se debe cumplir uno o más de los siguientes criterios.

- La cadera, rodilla y pies no están en línea recta.
- Los pies no están paralelos durante el movimiento.
- El fémur no está por debajo de la horizontal
- Los brazos no están alineados con las orejas.
- La vara no está detrás de los pies.

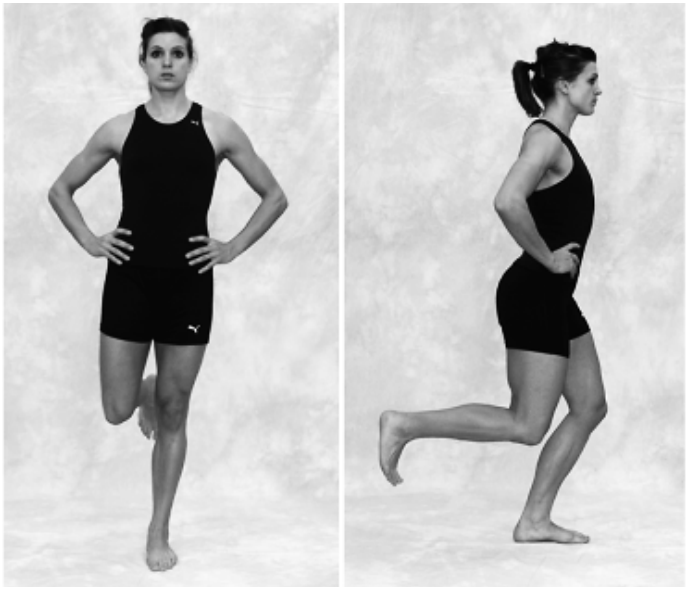
Prueba de Sentadilla con una Pierna

Objetivo de la prueba

- Evaluar la estabilidad del pie, la rodilla, la cadera y el grupo central o Core.

Descripción de la prueba

El deportista estará de pie sobre la pierna izquierda y con las manos en la cadera. Realizara una sentadilla con una pierna de manera lenta, bajando lo más profundo posible mientras se mantiene el tronco en posición vertical. Esta postura debe sostenerse brevemente antes de regresar a la posición inicial.



Criterios de puntuación

3 puntos: Se deben cumplir todos los criterios

- Cadera, rodilla y pie alineados
- Pelvis en línea horizontal (Signo de Trendelemburg -)
- La parte superior del tronco debe estar horizontal

2 puntos: Uno o más de los siguientes criterios

- Cadera, rodilla y pie desalineados.
- La pelvis no está alineada horizontal (Signo de Trendelemburg +)
- Parte superior del cuerpo no está vertical.

1 punto: Se debe cumplir este criterio

- Cadera, rodilla y pie no están alineados.

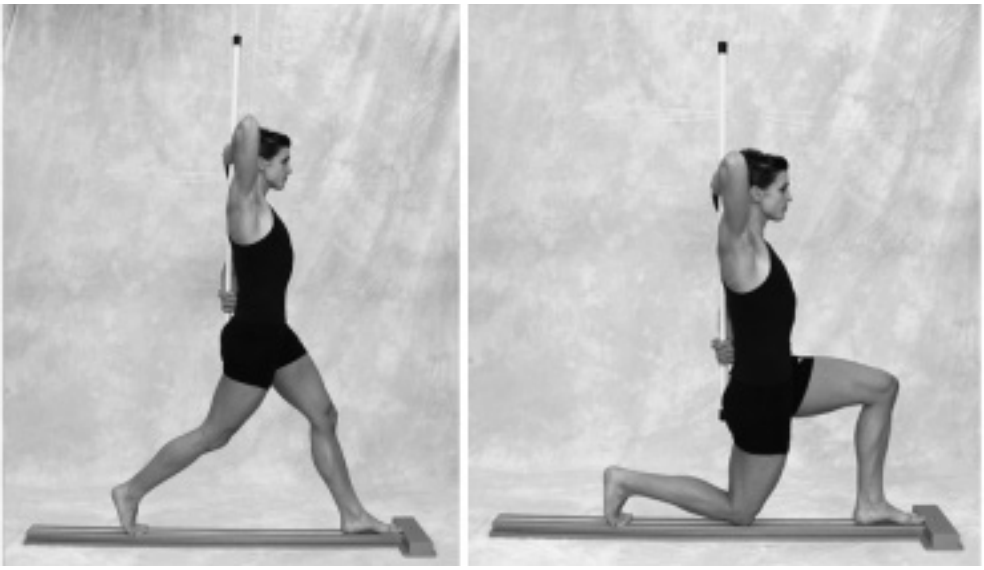
Prueba de Estocada en Línea

Objetivo de la prueba

La prueba evalúa la movilidad de la cadera y el pie y la estabilidad del pie, la rodilla, la cadera y el tronco.

Descripción:

El deportista está de pie en una posición de estocada, con la rodilla izquierda alineada con el segundo metatarso. El fémur derecho es vertical, la rodilla derecha está flexionada y el pie derecho en dorsiflexión. Se mide la distancia entre los dedos gordos de ambos pies y se realiza la estocada sobre una tabla de 10 cm de altura. El deportista sostiene una vara detrás de la espalda, con el brazo derecho detrás de la cabeza y el codo flexionado, mientras que la mano izquierda está en la zona lumbar, con el puño y los nudillos tocando la columna.



Criterios de puntuación

3 puntos: Se deben cumplir todos los criterios.

- La vara debe estar en contacto con la cabeza.
- El codo superior debe apuntar hacia un lado.
- No debe haber movimiento de la parte superior del cuerpo con la vara en posición vertical.
- El contacto debe mantenerse entre los nudillos y la columna.
- Ambos pies deben estar alineados y apuntar hacia adelante.
- La rodilla anterior debe estar recta sobre el pie anterior. El talón del pie anterior se mantiene sobre la tabla.
- El pie posterior toca la tabla.

2 puntos: Se deben cumplir uno o más de los siguientes criterios.

- No hay contacto del vara con la cabeza y el sacro.
- El codo superior no apunta 90° hacia el lado.
- Movimiento menor de la parte superior del cuerpo, la vara no está vertical.
- No hay contacto entre nudillos y la columna.

- Los pies no apuntan hacia adelante.
- La rodilla no está alineada con el pie.

1 puntos: Se deben cumplir uno o más de los siguientes criterios.

- Perdida de equilibrio
- La rodilla posterior trasera no está en contacto con la plancha.
- El talón anterior no está en contacto con la plancha.

Prueba de Flexión Activa de Cadera

Objetivo de la prueba

Evalúa el rango de movimiento activo de la cadera y el tobillo mientras se mantiene la pelvis estable. A medida que se extiende la pierna opuesta, también se valora la movilidad de los flexores de la cadera opuesta.

Descripción

El deportista se posiciona en decúbito supino o boca arriba, con las piernas y los brazos extendidos en posición anatómica. Se coloca una tabla de 2cm debajo de las rodillas. Una vara o palo vertical se sitúa entre la espina iliaca anterosuperior (EIAS) y la rótula media de la pierna izquierda. La cadera izquierda se reflexiona, mientras que la rodilla derecha se mantiene extendida y los pies están en dorsiflexión. No se permite la rotación de la cadera.



Criterios de Puntuación

3 puntos: Se deben cumplir los siguientes criterios

- El maléolo lateral debe pasar la vara mientras ambas rodillas están extendidas y el cuello en posición neutral.
- En el punto medio entre el primer punto de referencia y la mitad de la rótula, ambas rodillas deben estar extendidas y el cuello en posición neutral.
- La rodilla derecha debe estar en contacto con la tabla.

2 puntos: Se deben cumplir los siguientes criterios.

- El maléolo lateral debe pasar la vara entre la parte superior y media de la rótula.
- Ambas rodillas deben estar extendidas y el cuello en posición neutral, a mitad de camino entre el primer punto de referencia en el muslo y la espina iliaca anterosuperior.
- La rodilla derecha debe estar en contacto con la tabla.

1 punto: Se debe cumplir este criterio.

- El maléolo lateral no debe superar los criterios mencionados anteriormente.

Prueba de Elevación de Pierna Recta

Objetivo de la prueba

Evalúa la estabilidad y la fuerza del tronco manteniendo la columna en posición neutra durante una flexión bilateral de cadera de 90°.

Descripción

En posición supina con los pies y las rodillas juntos, los pies y los brazos cruzados sobre el pecho.



Criterios de puntuación

3 puntos: Se deben cumplir los siguientes criterios.

- El deportista debe tener la capacidad para estabilizar el tronco con las piernas juntas, los pies en flexión dorsal con los talones tocando el suelo y la espalda manteniendo la posición de la columna lumbar L4-L5 empujada hacia el fisioterapeuta con los dedos entre el suelo y la espalda. El cuello debe estar en posición neutral.

2 puntos: Se debe cumplir este criterio.

- El deportista debe tener la capacidad para estabilizar el tronco con las piernas juntas, como se ha indicado anteriormente, hasta 30°.

1 punto: Se debe cumplir este criterio.

- El deportista no es capaz de estabilizar el tronco con flexión de cadera de 30°.

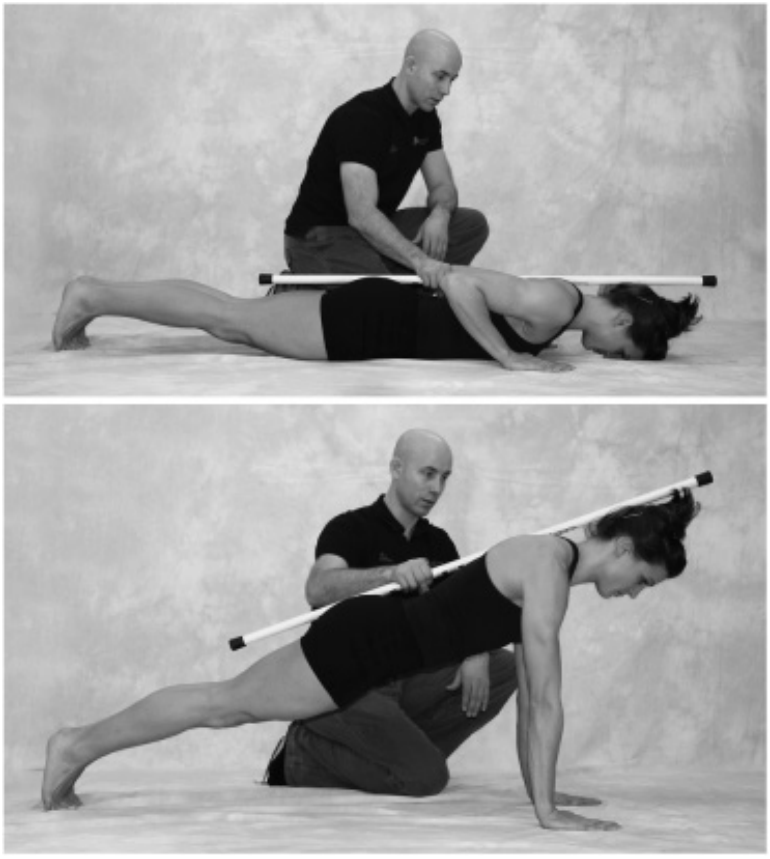
Prueba de Flexiones

Objetivo de la prueba

La prueba evalúa la estabilidad del tronco en el plano sagital mientras se realiza una flexión simétrica de la parte superior del cuerpo y las extremidades, en una cadena cerrada.

Descripción

El deportista en posición prona, con la frente en el suelo, las rodillas extendidas, los pies juntos y las manos separadas a la altura de los hombros, se debe realizar una flexión de brazos manteniendo el cuerpo como una unidad. Se coloca un palo en la espalda, sujetado con un agarre de pinza a la altura de la columna lumbar, para asegurar que esta se mantenga estable.



Criterios de Puntuación

3 puntos: Se deben cumplir los siguientes criterios:

- El cuerpo se eleva como una unidad, manteniendo la mirada hacia abajo durante todo el movimiento.
- Se mantiene el contacto entre el bastón y la parte posterior de la cabeza, o entre los dedos del fisioterapeuta y la columna lumbar.

2 puntos: Se debe cumplir los siguientes criterios:

- El cuerpo se eleva como una unidad, mirando hacia bajo durante todo el movimiento.
- No se mantiene el contacto entre el bastón y la parte posterior de la cabeza, o entre los dedos del examinador y la columna lumbar.

1 punto: Se debe cumplir este criterio:

- El cuerpo no se eleva como una unidad.

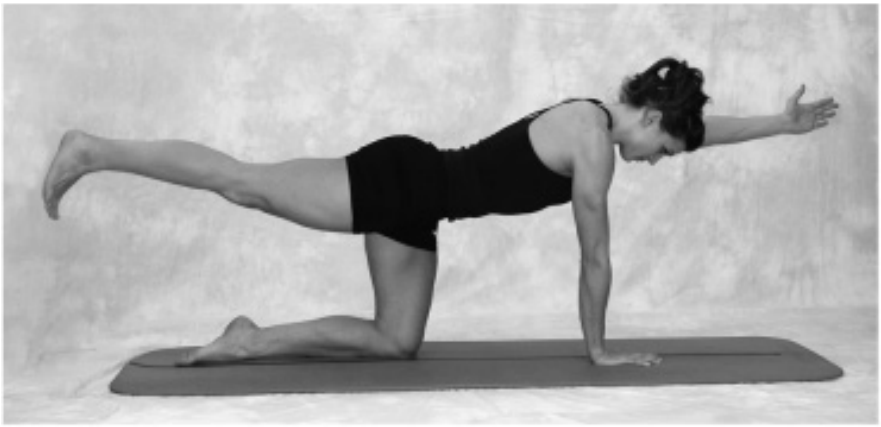
Prueba de Elevación Diagonal

Objetivo de la prueba

Evalúa la capacidad de estabilizar los segmentos superior e inferior del cuerpo durante un movimiento de rotación por una extremidad superior e inferior actividad instantánea.

Descripción de la prueba





El deportista se posiciona en posición cuadrúpeda, con los hombros y las caderas formando un ángulo de 90° con respecto al torso. La mano derecha, el pie izquierdo y la rodilla deben estar alineados. Las rodillas se colocan a 90° y los tobillos se flexionan hacia abajo. Luego, el deportista flexiona el hombro derecho mientras extiende la cadera y la rodilla izquierdas. Posteriormente, el hombro izquierdo se extiende y la rodilla derecha se flexiona lo suficiente para que le codo y la rodilla se toquen debajo del abdomen.

Criterios de puntuación

3 puntos: Se deben cumplir todos los siguientes criterios:

- Se realiza un levantamiento diagonal con la mano derecha, el pie y la rodilla opuestos alineados.
- No se observa rotación de la columna.
- La pierna y el brazo están completamente extendidos en el plano horizontal.
- No hay abducción en ninguna de las piernas ni en los brazos.
- No se presenta “ala” de la escapula.

2 puntos: Se debe cumplir todos los siguientes criterios:

- Se realiza un levantamiento diagonal con la mano y la rodilla opuesta a cada lado de una línea.
- No se observa rotación en la columna.
- La pierna y el brazo están completamente extendidos en el plano horizontal.

- No hay abducción en ninguna de las piernas ni en los brazos.
- No se presenta ala de la escápula.

1 punto: Se debe cumplir uno o más de los siguientes criterios.

- Se realiza un levantamiento diagonal con la mano y la rodilla opuesta a cada lado de una línea, presentando uno o más de los siguientes patrones de movimiento compensatorio:
  - Rotación visible en la columna.
  - La pierna y el brazo no están completamente extendidos en el plano horizontal.
  - Abducción en cualquiera de las piernas o brazos.
  - Ala de la escápula.

Prueba de Rotación En Sedente

Objetivo de la prueba

Evalúa la capacidad de realizar una rotación del tronco, manteniendo la posición longitudinal de la columna.

Descripción de la prueba

El deportista se sienta en el suelo sobre ambos tubérculos isquiáticos, con las piernas cruzadas y la columna lo más erguida posible, sosteniendo una barra frente al pecho. Una segunda barra, que sostiene el fisioterapeuta, se coloca de manera vertical entre los pies. Se le indica al atleta que retraiga las escapulas para que la barra toque el pecho y luego gire lentamente hacia la izquierda.





Criterios de puntuación

3 puntos: Este criterio debe ser cumplido.

- Realiza una rotación lenta con la barra en contacto con el pecho hasta que ambos bastones se toquen.

2 puntos: Este criterio debe ser cumplido.

- Realiza una rotación lenta con la barra en contacto con el pecho que excede los 45˚, pero las barras no llegan a tocarse.

1 punto: Se debe cumplir este criterio.

- Realiza una rotación lenta con la barra en contacto con el pecho que es inferior a 45˚.

Prueba de Movilidad Funcional de Hombro

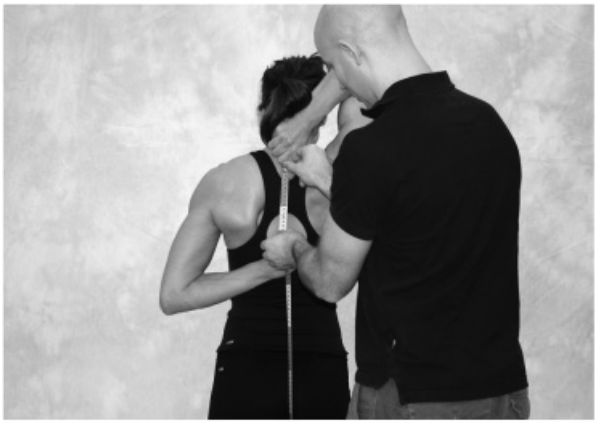
Objetivo de la prueba

Evalúa el rango de movimiento funcional bilateral del hombro. esto implica la combinación de rotación interna con aducción y extensión, así como rotación externa con abducción y flexión. Esta prueba requiere una movilidad normal de la escapula y una extensión adecuada de la columna torácica.

Descripción

El deportista estará de pie con los pies separados a la altura de los hombros. Se medirá la distancia desde el pliegue distal de la muñeca hasta la punta del tercer dedo. Se le pide al deportista que cierre el puño con ambas manos,

metiendo los pulgares dentro de los puños y acercándolos lo más posible detrás de la espalda. Posteriormente, el fisioterapeuta medirá l distancia entre los puños.



Criterios de puntuación

3 puntos: Este criterio debe ser cumplido.

- La distancia entre los puños es menor que una mano.

2 puntos: Este criterio debe ser cumplido.

- La distancia entre los puños es menor que una mano y media.

1 puntos: Este criterio debe ser cumplido.

- La distancia entre los puños es mayor de una mano y media.

Pruebas de Evaluación Funcional Vs. Pruebas Funcionales Específicas

A pesar de la gran aplicabilidad de la FMS y la SFMA, estas no dimensional evaluativamente la funcionalidad en su completitud en el deportista, esto es debido a que no tienen en cuenta habilidades específicas como la potencia, la carrera, el salto la aceleración y la desaceleración, características fundamentales y necesidades atléticas en la mayoría de los disciplinas deportivas, por tal motivo, evaluarlas es un punto de partida en las decisiones que se toman para el retorno tanto al entrenamiento como al deporte.

La literatura científica tiene un amplio respaldo sobre las pruebas funcionales, las cuales permiten caracterizar la aptitud del deportista, identificar talento, monitorear el rendimiento, detectar asimetrías o disfunciones y de esta manera, determinar la preparación para la participación deportiva. Posterior a un proceso de rehabilitación sea cual sea la causa, los deportistas son evaluados por medio de tareas funcionales como las de bajar escalones, saltar o aterrizar, las cuales son pruebas que simulan actividades deportivas y ayudan a tomar decisiones si un deportista se encuentra en condiciones para el retorno a la participación. De acuerdo con Hoogenboom, Voight y Cook (5), se enfatiza de que estas pruebas específicas sean realizadas una vez el deportista logre dominar los patrones fundamentales de movimiento, evaluados por medio de la FMS y la SFMA.

Las pruebas funcionales especificas se deben realizar en condiciones que simulen las exigencias naturales de las disciplinas deportivas. Estas pruebas se basan en tareas dinámicas para medir diferentes características de la función como la fuerza muscular, el control neuromuscular y la estabilidad articular. son apropiadas en la evaluación de deportistas que ha sido intervenidos por lesiones, procesos quirúrgicos o sobreuso, y esto trae consigo la necesidad de que estas pruebas sean rápidas, sencillas y realizables en entornos clínicos, además de ayudar a identificar deportistas en riesgo de lesiones. La objetividad y la confiabilidad guarda relación con los protocolos estandarizados, no obstante, su validez se dificultad ya que solo valoran partes del rendimiento deportivo.

Tabla 5. *Comparación entre Pruebas de Movimiento y Pruebas Funcionales Especificas*

Criterio	Pruebas de Evaluación de Movimiento	Pruebas Funcionales Específicas
Objetivo	Identificar patrones de movimiento disfuncionales y riesgo de lesión.	Evaluar la capacidad funcional específica para realizar tareas deportivas.
Enfoque	Evaluación de la calidad del movimiento en patrones básicos.	Evaluación del rendimiento en tareas específicas del deporte.
Pruebas o Baterías	Functional Movement Screen (FMS), Selective Functional Movement Assessment (SFMA).	Single Leg Squat, Timed T-test, Vertical Jump Test.
Resultados Esperados	Identificación de limitaciones y desequilibrios en el movimiento.	Medición del rendimiento y la capacidad funcional en situaciones específicas.
Aplicación	Utilizado en la prevención de lesiones y en la preparación para el entrenamiento.	Utilizado para evaluar la preparación para la competencia y el retorno al deporte.

Criterio	Pruebas de Evaluación de Movimiento	Pruebas Funcionales Específicas
Duración de la Evaluación	Generalmente más breve y menos compleja.	Puede ser más extensa y requiere más tiempo para realizar**.**
Interpretación	Se centra en la calidad del movimiento y la identificación de riesgos.	Se centra en el rendimiento y la capacidad funcional específica**.**
Duración y Frecuencia	Episódica de acuerdo con la manifestación o aparición de síntomas o lesiones.	Es continuo y se adapta a lo largo del tiempo según el progreso del deportista**.**
Momentos	Antes del inicio del entrenamiento, durante la rehabilitación y en evaluaciones periódicas.	Durante la fase de preparación para la competencia y en el retorno al deporte**.**
Precauciones	Estados agudos de lesión o condiciones médicas preexistentes que empeoren con la evaluación.	Puede ser limitado en atletas que aún no han recuperado completamente la movilidad o fuerza; se debe considerar el historial de lesiones**.**

En la siguiente sesión se presentan una serie de pruebas funcionales específicas, las cuales podrán complementar las pruebas funcionales de movimientos, necesarias en la toma de decisiones para el retorno al entrenamiento y al deporte.

Landing Error Scoring System (LESS)

El Sistema de Puntuación de Errores de Aterrizaje (LESS) por sus siglas en inglés, fue desarrollado por Padua et al., (51, 52), como una herramienta alternativa y predictiva en la evaluación del riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) (53, 54). La prueba evalúa a los deportistas por medio de un conjunto de criterios que analizan aspectos biomecánicos en relación con una tarea de aterrizaje tras un salto de tres pasos. Esta tarea se basa en un movimiento continuo que implica saltar desde una plataforma, aterrizar y luego realizar de inmediato un segundo salto alcanzando la máxima altura. Por lo general, se debe registrar la actividad con cámaras de video y su evaluación se basa en 17 criterios que identifican errores de movimiento. Las puntuaciones de cada criterios se suman para generar un puntaje total (53).

El protocolo LESS incluye saltos en direcciones horizontal y vertical. En esta actividad, el participante debe saltar horizontalmente desde una caja o plataforma de 30cm de altura, alcanzando una distancia equivalente al 50% de su estatura. El aterrizaje debe realizarse en esta área específica , seguido de un salto vertical máximo, aterrizando nuevamente en la misma zona designada.

Durante las instrucciones, se destaca que el participante debe intentar alcanzar la mayor altura posible en el salto vertical tras el aterrizaje (52).

Un menor número de errores en el aterrizaje y puntuaciones generales más bajas en el LESS, indican que hay menos patrones de movimiento asociados con lesiones del LCA sin contacto durante la tarea. Los ítems del 1 al 15 se califican como 0 (sin error) o 1 (con error), mientras que los ítems 16 y 17 se evalúan en una escala de 0 (aterrizaje suave/excelente), 1 (promedio) o 2 (aterrizaje rígido/malo). Algunos ítems no pueden presentarse simultáneamente, como los ítems 7 [ancho de la postura en el contacto inicial (ancho)] y 8 [ancho de la postura en el contacto inicial (estrecho)]. Por lo tanto, la puntuación máxima que se puede obtener en el LESS es de 17 errores (55).

Existen estudios que han examinado la capacidad del protocolo para detectar cambios en la mecánica del aterrizaje, su validez, los factores que influyen en los resultados y su confiabilidad. La evidencia grado B sugiere que el LESS es una herramienta eficaz para detectar cambios en la mecánica del aterrizaje después de la implementación de un programa preventivo (56).

La capacidad para predecir lesiones ha sido analizada en varios estudios de seguimiento (52). El LESS ha mostrado una sensibilidad del 86% y una especificidad del 64% al predecir lesiones de LCA en deportistas juveniles de alto rendimiento (57). En reclutas militares se obtuvieron valores similares para lesiones musculoesqueléticas (58).

Una revisión sistemática revelo que el LESS presenta una alta confiabilidad, con coeficientes de correlación intraclase que oscilan entre 0,82 y 0,99 cuando es realizado por el mismo evaluador, y entre 0,83 y 0,92 cuando es realizado por diferentes evaluadores (59).

La Evaluación del LESS consiste en una tarea de salto y aterrizaje que incluye movimiento tanto verticales como horizontales. El deportista salta desde una caja de 30cm de altura, aterrizando a una distancia equivalente al 50% de su altura desde la caja, y luego realiza de inmediato un salto vertical máximo al tocar el suelo (60). El objetivo del salto vertical es introducir una tarea adicional que distraiga al deportista, creando un contexto deportivo especifico, permitiendo una evaluación más autentica, ya que el deportista no se enfoca únicamente en mantener una buena técnica durante un solo aterrizaje (52). Importante utilizar dos cámaras de video estándar, una en el plano frontal y otra en el plano sagital. El evaluador observa los patrones de movimiento y registra la cantidad de “errores de movimiento”, por medio de una hoja de calificación que consta de 17 elementos (61):

Tabla 6. *Sistema de Puntuación de Errores de Aterrizaje (LESS)*

Observación Plano Sagital			
N.º	**Movimiento**	**Definición de Error**	**Calificación/ Puntuación**
1	Ángulo de flexión de la cadera en el contacto inicial	Las caderas están flexionadas	Si = 0, No = 1
2	Ángulo de flexión del tronco en el contacto inicial	El tronco esta extendido	Si = 0, No = 1
3	Ángulo de flexión de la rodilla en el contacto inicial	Superior a 30°	Si = 0, No = 1
4	Ángulo de flexión plantar del tobillo en el contacto inicial	Aterrizaje con pie plano en contacto inicial	Si = 0, No = 1
5	Flexión de cadera en el ángulo máximo de flexión de rodilla	El muslo no se flexiona más sobre el tronco entre el CI y la FMR	Si = 0, No = 1
6	Flexión del tronco en flexión máximo de rodilla	El tronco no se flexiona más entre el CI y la FMR	Si = 0, No = 1
7	Desplazamiento en flexión de la rodilla	La rodilla se flexiona menos de 45° entre el CI y la FMR	Si = 0, No = 1
8	Desplazamiento articular en el plano sagital	Movimiento Grande (Blando) = 0, Promedio = 1, Movimiento Pequeño (Rígido) = 2	
Observación Plano Frontal			
9	Flexión lateral del tronco en el contacto inicial	El tronco esta inclinado	Si = 0, No = 1
10	Ángulo de valgo de la rodilla en contacto	La patela se encuentra alineada con el mediopié en el CI	Si = 0, No = 1
11	Desplazamiento en valgo de la rodilla	Rodillas alineadas sobre el hallux	Si = 0, No = 1
12	Posición del pie en el contacto inicial	Dedos apuntando hacia afuera a más de 30°	Si = 0, No = 1
13	Posición del pie en el contacto inicial	Dedos apuntando hacia adentro a más de 30°	Si = 0, No = 1
14	Ancho de la postura en contacto inicial	Menor que el ancho de los hombros	Si = 0, No = 1
15	Ancho de la postura en contacto inicial	Mayor que el ancho de los hombros	Si = 0, No = 1
16	Contacto inicial del pie	Aterrizaje Simétrico	Si = 0, No = 1
17	Impresión General		Excelente = 0 Promedio =1 Mala = 2
Puntaje Total			

Nota. CI: Contacto Inicial, FMR: Flexión Máximo de Rodilla.

Fuente: Tomado y Modificado de Prentice (60) & Hanzlíková (61)

En la literatura científica, la mayor parte de los estudios calculan la puntuación final de un deportista como el promedio de tres saltos. Sin embargo, algunos estudios han optado por utilizar la puntuación del primer salto (62), el tercer salto (63) o el mejor salto (64, 65).

En este sentido, una puntación alta indica una deficiente técnica de aterrizaje, mientras que una puntuación baja indica una mejor técnica de aterrizaje posterior al salto (60).

Imagen 20. *Landing Error Scoring System* (LESS)



Fuente: Tomado y Modificado de Prentice (60)

Single Leg Squat

La calidad de movimiento es la capacidad de ejecutar un gesto con efectividad, equilibrio y fluidez mientras se mantiene el control sobre características específicas del movimiento (66). La sentadilla con una pierna (Single Leg Squat) es utilizada con frecuencia para evaluar patrones de movimiento deficientes de la pelvis, el tronco y los miembros inferiores (67,68,69). Es una tarea simple que representa aspectos de las actividades diarias y el deporte,

lo que la convierte en un movimiento apropiado para evaluar el movimiento del plano frontal relacionado con el desarrollo de lesiones de rodilla e intervenciones (70). El objetivo de esta prueba es evaluar visualmente el equilibrio, la estabilidad, el control de la rodilla, el control motor general, la calidad del movimiento coordinado y la alineación dinámica de todo el cuerpo del deportista (68), adicionalmente, esta prueba permite la detección temprana para aquellos deportistas que tienen un mayor riesgo de lesiones sin contacto. Esta prueba requiere de un buen equilibrio y control de miembros inferiores, y el movimiento propio de la prueba, imita varios gestos deportivos como correr, cortar, pivotar, detenerse y patear (71, 72).

Actualmente se utilizan diversos métodos para evaluar el movimiento durante la sentadilla con una sola pierna, que van desde evaluaciones cualitativas visuales, hasta evaluaciones que implican captura de movimiento 3D por medio del uso de sensores inerciales (73). La evaluación visual intenta reconocer la calidad del movimiento para identificar deportistas con riesgo de lesiones o identificar déficits de control motor en los deportistas. La observación de los movimientos de los miembros inferiores durante las actividades diarias y el rendimiento deportivo puede ser una herramienta clínica valiosa para clasificar patrones de movimiento deficientes (68).

Aún existe debate entre los investigadores sobre la utilidad de la evaluación visual para predecir la aparición de lesiones. Algunos indican que la evaluación visual es una prueba deficiente para identificar el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior, mientras que otras fuentes respaldan el uso de la clasificación visual del rendimiento con una sola pierna en entornos clínicos, como una herramienta de detección en miembros inferiores de deficiencias que conlleven a futuras lesiones (68).

Los componentes cinemáticos del valgo dinámico de la rodilla en los planos frontal y transversal durante la sentadilla con una sola pierna, han demostrado que se compone de una combinación de una rotación interna de cadera y rotación interna, y una rotación externa de rodilla y rotación externa. Por tal motivo, identificar los factores que contribuyen al movimiento de las extremidades inferiores durante las tareas de cadena cinética cerrada podría ayudar a delinear mejor las estrategias de evaluación y las intervención de rehabilitación eficientes (69).

La debilidad en la musculatura de la cadera puede provocar un desplazamiento del centro de masa y que este se aleje de la pierna de apoyo, provocando la aparición del valgo dinámico de rodilla durante los movimientos. El valgo

dinámico de rodilla es una cadena de movimiento del miembro inferior, que consiste en aducción y rotación interna del fémur, rotación externa tibial, abducción de rodilla y eversión del tobillo (74). En este patrón de movimiento, se notará que la rodilla se desplaza hacia adentro, cruzando la línea que conecta el pie con el muslo, lo que sugiere un movimiento de valgo en la rodilla (75). Un valgo dinámico de rodilla excesivo está relacionado con lesiones de rodilla sin contacto, como un desgarro del ligamento cruzado anterior, síndrome de dolor patelofemoral y luxación rotuliana, especialmente durante los cambios de dirección y las acciones de pivote (72). Los cambios en la cinemática articular proximal influye en la estabilidad a lo largo de la cadena de movimiento de los miembros inferiores (76). Por lo tanto, la fuerza en la cadera es fundamental para regular el valgo dinámico de rodilla durante actividades dinámicas (72).

Ejecución

El deportista estará en posición bípeda, con los pies juntos y las manos a la altura de la cintura. Se le solicita que descienda lentamente sobre una pierna hasta alcanzar los 60° de flexión, levantando el pie opuesto del suelo y extendiendo la rodilla, manteniendo el talón en el suelo y la rodilla alineada con el segundo dedo del pie. El tronco debe permanecer vertical, como si se deslizara por una pared. Posteriormente, el deportista extenderá el brazo sin apoyo para tocar ligeramente el pie alcanzado durante un segundo, asegurándose de mantener el peso sobre la pierna de apoyo.

La distancia alcanzada se mide en centímetros y se repite con la otra pierna. Debido a que la distancia de alcance está correlacionada con la longitud de la extremidad, la distancia de alcance se puede normalizar expresando el valor como un porcentaje de la longitud de la extremidad (espina ilíaca anterosuperior al maléolo medial): distancia de alcance dividida por la longitud de la extremidad y luego multiplicada por 100 (77).

Distancia de alcance/longitud de la extremidad*x 100

**espina ilíaca anterosuperior al maléolo medial*

Imagen 21. *Sentadilla en una sola pierna*



Fuente: Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [ChatGpt].

Durante la prueba, el fisioterapeuta debe verificar la alineación de los segmentos de la extremidad inferior, prestando especial atención al desplazamiento medial de la rodilla. Este desplazamiento puede ser causado por la aducción de la cadera y la rotación interna, a menudo debido a la debilidad de los músculos abductores de la cadera o a limitaciones en la dorsiflexión de tobillo.

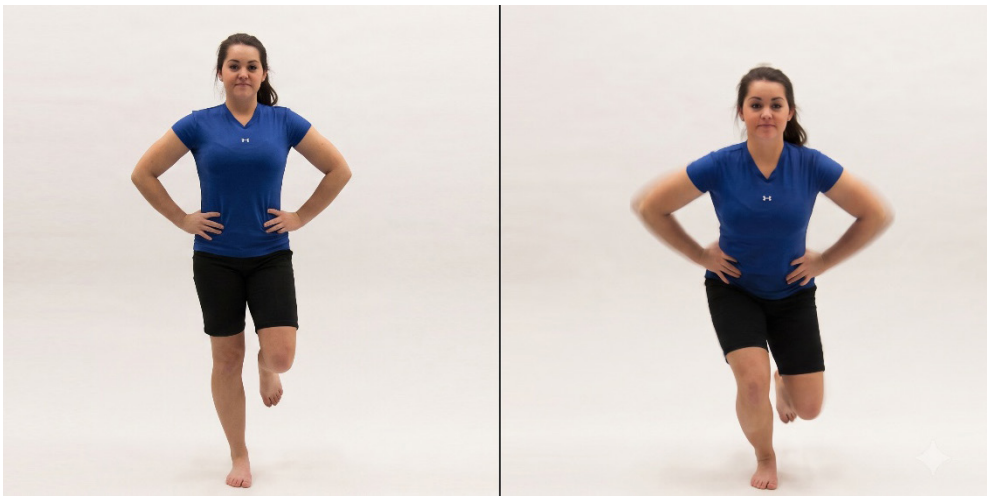
Criterios de Referencia

- Las manos deben estar extendidas a los lados, a la altura de la cintura.
- El tronco no debe inclinarse hacia ningún lado y la pelvis debe mantenerse en un plano horizontal.
- La tuberosidad tibial debe estar alineada con el segundo dedo del pie.
- El paciente no debe ejercer peso sobre el pie extendido (solo un toque ligero) ni moverse lateralmente.
- El pie de apoyo debe permanecer plano durante toda la prueba.
- Se debe mantener la simetría, con una diferencia entre lados de menos de 4 cm.

Variantes del Single Leg Squat

En esta variante, el deportista tendrá sus manos sobre la cintura, flexionará una sola pierna hasta alcanzar una posición cómoda, y posteriormente volver a su posición inicial. Aquí, el fisioterapeuta evalúa la capacidad del deportista para mantener una alineación neutral de los segmentos de las extremidades durante este movimiento dinámico. El fisioterapeuta pondrá atención a posibles patrones de compensación en el pie, la rodilla, la cadera, la columna lumbar y el hombro (60).

Imagen 22. *Sentadilla en una sola pierna (variante)*



Nota. Sentadilla con una sola pierna. (A) Posición inicial. (B) Posición final.

Fuente: Tomado y Modificado de Prentice (60)

Si la extremidad inferior del deportista se desvía de su alineación neutral, puede ser debido a tensión o debilidad muscular. en este sentido, la tensión muscular que sigue la dirección del movimiento puede tirar de la extremidad, alejándola de la alineación neutral. A su vez, la debilidad en los músculos que actúan en la dirección opuesta puede impedir que se genere la fuerza necesaria para mantener esa alineación. Las dos situaciones pueden alterar la cinemática articular, aumentando la tensión en los tejidos adyacentes y acercándolos a su punto de fallo durante movimientos repetidos (60).

La siguiente tabla identifica los patrones de compensación del deportista:

Tabla 7. *Patrones de compensación del Single Leg Squat*

Compensaciones en:
Pie y Tobillo
Pronación del Pie: Si___ No___
Rotación Externa: Si___ No___
Rodilla
Desviación en Valgo: Si___ No___
Desviación en Varo: Si___ No___
Complejo Lumbar/Pélvico/Cadera
Lordosis lumbar: Si___ No__
Flexión lateral del tronco: Si___ No___
Rotación del tronco: Si___ No___
Aducción de cadera: Si___ No___
Rotación interna de cadera: Si___ No___

Fuente: Tomado y modificado de Prentice (60)

Overhead Squat: Sentadilla con Brazos por Encima de la Cabeza

Dentro de los propósitos de analizar los patrones de movimiento durante la marcha y la carrera es reunir información que ayude a disminuir las tasas de lesiones. Comprender la marcha y la carrera de manera óptima es crucial para corregir disfunciones, prevenir lesiones y mejorar el rendimiento. Se estudian aspectos como los patrones biomecánicos, la fuerza muscular, las alineaciones anatómicas , la flexibilidad de los tejidos y las capacidades de estabilización y movilidad articular, especialmente en relación con lesiones por uso excesivo en corredores. Aunque las anomalías en la cinemática de la carrera están parcialmente vinculadas a algunas lesiones, las causas subyacentes no se han esclarecido completamente. Los patrones de movimiento eficientes pueden reducir las fuerzas de impacto y asegurar una adecuada coordinación entre la actividad muscular y los movimientos articulares, lo que a su vez puede disminuir el riesgo de lesiones y mejorar la economía y el rendimiento en la carrera (78).

Para analizar los valorar predeterminados de movimiento, la evaluación de la sentadilla con brazos por encima de la cabeza u Overhead Squat, es una herramienta de detección de movimiento dinámico previa a la participación deportiva. Se utiliza para definir desviaciones de un patrón de movimiento

ideal (movimiento compensatorio) que puede resultar de una anomalía en las relaciones longitud-tensión miofascial, estrategias de control neuromuscular, osteocinemática y artrocinemática (79).

La sentadilla con brazos por encima de la cabeza es un método valido (coeficiente V-Aiken de 1,00 para 14 de 15 compensaciones) (80) y confiable (Kappa-W = 0,76) (36) para examinar el movimiento funcional y predecir lesiones (79).

Esta prueba presenta algunas ventajas como que se realiza a un ritmo más pausado en comparación con muchas otras evaluaciones clínicas habituales, como las pruebas de salto, aterrizaje o cambio de dirección, lo que facilita a los fisioterapeutas la identificación de patrones de compensación (81). No obstante, una desventaja es que se ejecuta de manera bípeda y no representa transiciones rápidas de movimiento bajo carga. Por ejemplo, los ángulos máximos de aducción de cadera son más altos en tareas unipodales en comparación con las bilaterales, y también son mayores durante movimientos más veloces, como el aterrizaje en comparación con la sentadilla (82).

Ejecución

El deportista ejecuta una sentadilla con los brazos extendidos por encima de la cabeza. Es fundamental que mantenga una alineación neutral en los segmentos de sus extremidades durante este movimiento dinámico. Se deben observar posibles patrones de compensación en el pie, la rodilla, la cadera, la columna lumbar y el hombro. Si alguno de estos segmentos se desvía de su alineación neutral, podría ser un indicativo de tensión o debilidad en los músculos.

Imagen 23. *Sentadilla con brazos por encima de la cabeza*



Fuente: Tomado y Modificado de Prentice (60)

La siguiente tabla identifica los patrones de compensación del deportista:

Tabla 8. *Patrones de compensación sentadilla con los brazos extendidos por encima de la cabeza*

Compensaciones en:
Pie y Tobillo
Pronación del Pie: Si___ No___
Rotación Externa: Si___ No___
Rodilla
Desviación en Valgo: Si___ No___
Desviación en Varo: Si___ No___
Complejo Lumbar/Pélvico/Cadera
Cambio Asimétrico de Peso: Si___ No___
Lordosis Lumbar: Si___ No___
Aducción de Cadera: Si___ No___
Rotación Interna de Cadera: Si___ No___

Fuente: Tomado y modificado de Prentice (60)

Star Excursion Balance Test: Y Balance Test

El control postural es la capacidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación antes o después de un movimiento voluntario o perturbación externa, ya sea esperada o no (83). Esta capacidad depende de la integración del sistema visual, el sistema vestibular, el sistema somatosensorial y neuromuscular, y es necesaria para el desempeño de muchas actividades humanas, ya sean simples como el de permaneces quieto o tan complejas como las que exige una actividad deportiva (84).

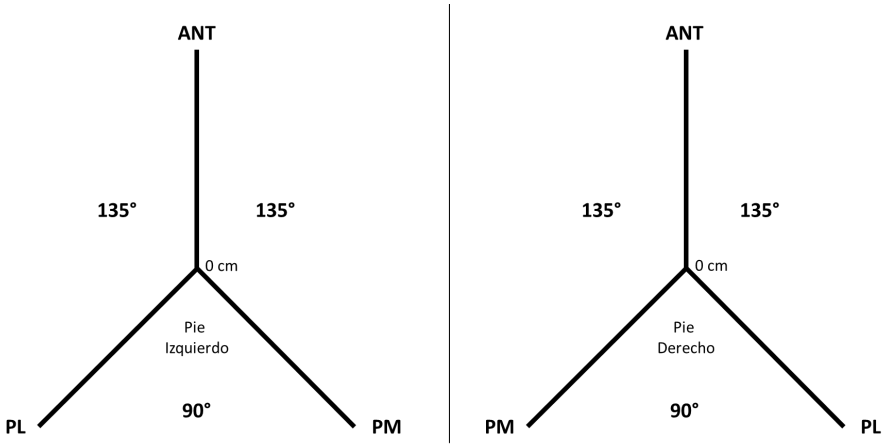
Existen numerosos métodos para evaluar el control postural, que permiten evaluar la velocidad y desplazamiento del centro de gravedad durante una tarea simple como el estar de pie, lo que resulta en una evaluación de control postural estática (85). Para aumentar la dificultad de la tarea, se le solicita al deportista que realice movimientos voluntarios como alcanzar mientras mantiene el equilibrio sobre un pie como es el Y Balance Test, que es una prueba unilateral que evalúa el equilibrio dinámico y control postural de

una pierna en varias direcciones de alcance (86,87). Esta prueba descrita inicialmente por Plisky et al (88). se creó inicialmente como una actividad para la rehabilitación y se consideró como un ejercicio basado en sentadilla con un solo pie, sin embargo, se adaptó como una herramienta diagnostica para diferenciar la presencia de condiciones patológicas, intervenciones exitosas y detectar riesgos potenciales de lesiones (89). Esta prueba permite evaluar la estabilidad del deportista cuando se posiciona cerca del margen de estabilidad y, por lo tanto, puede identificar déficits sutiles en el control postural, en comparación con evaluaciones estáticas (90). Generalmente utiliza tres direcciones de alcance: Anterior, Posteromedial y posterolateral (91), las cuales, el deportista deberá alcanzar lo más lejos posible con una pierna, mientras está de pie sobre la otra pierna.

La prueba reta al deportista a mover una de sus piernas en direcciones específicas, alejándola lo más posible del pie que está en el suelo en apoyo, tocando suavemente el suelo y regresando a la posición inicial con ambos pies, sin mover el pie de apoyo. Cuanto más amplios sean la distancia alcanzada en la prueba, mejor será el control postural dinámico del individuo. Cada dirección presenta distintos requisitos motores para su ejecución, ya que los movimientos segmentarios varían, lo que a su vez implica diferentes patrones de activación muscular (92).

Durante la prueba, el movimiento de la pierna que realiza el alcance provoca un cambio en la masa corporal que afecta la proyección del centro de gravedad, el cual se desplaza en la misma dirección. Para mantener un control postural adecuado, es fundamental que se realice un ajuste en el centro de presión de manera que la proyección del centro de gravedad sobre el suelo permanezca dentro de los límites de la base de sustentación. En este sentido, el centro de presión se adapta a los movimientos del centro de gravedad y tiende a acercarse a esos límites. Aunque las personas no son conscientes de las posiciones exactas del centro de presión y del centro de gravedad, tienen una percepción instintiva de sus límites de desplazamiento. Esta capacidad de percepción es crucial en el Y Balance Test, ya que el momento en que el participante toca el suelo para determinar su alcance máximo es una decisión que toma de manera intuitiva (89).

Figura 6. *Configuración de la Y para el pie derecho e izquierdo*



Nota. ANT= Anterior; PL=Posterolateral; PM=Posteromedial.

Fuente: Tomado y Modificado de Picot (93)

En pacientes sanos, el Y Balance Test tiene una confiabilidad intra e interobservador de buena a excelente de 0,87-0,93 y de 0,86 a 0,92 respectivamente (94), adicionalmente es un gran predictor de lesiones de los miembros inferiores entre jugadores de voleibol y corredores (95,96) y se ha demostrado que confiable entre adultos (ICC=0,80-0,93, adolescentes sanos (ICC=0,40-0,96) y futbolistas (ICC=0,85-1,00) (97,88).

Ejecución

Para la realización del Y Balance Test, el deportista se para sobre un pie en el centro de una marca en forma de Y en el suelo y realizaran un movimiento de alcance con el otro pie. Para disminuir los errores de medición, se utiliza una caja liviana para identificar con el precisión la distancia máxima (en centímetros) que un sujeto podía alcanzar en las direcciones anterior, posteromedial y posterolateral. El deportista deberá mantener las manos en la cintura y mantuvieran el contacto total del pie con el suelo mientras empujaban la caja a lo largo de un riel con el pie contralateral. El deportista no debe pisar la caja, patearla o tocar el suelo antes de recuperar la posición inicial. De no cumplirse las reglas, la prueba se repetirá. Cada deportista realizará 3 intentos (en total 18 mediciones) y se registrará la mejor. Es importante determinar el orden de las pruebas, como por ejemplo Gottlied et al. para su estudio establecieron el siguiente orden: 1) pierna

derecha/anterior, 2) Pierna izquierda/anterior, 3) Pierna derecha/posterolateral, 4) Pierna izquierda/posteromedial, 5) Pierna derecha/posteromedial y 6) Pierna Izquierda/posterolateral (90). Con relación a los pies, Picot et al. establecen que el deportista puede estar en media o descalzo, donde la parte más distal del hallux se posicionará en la marca de 0 cm que coincide en el cruce de las tres líneas, y lo mantendrá allí durante toda la prueba (93). La distancia que anotada será la que alcance la parte más distal del pie y regresar a la posición. La prueba termina cuando el deportista recupere la postura estática inicial (93).

Imagen 24. Ejecución del Y Balance Test



Criterios de Fallo

1. El deportista se cae o pierde el equilibrio.
2. El deportista desplaza su peso sobre la extremidad de alcance cuando toca el suelo o toca el suelo varias veces.
3. El pie de apoyo se mueve o el talón se eleva.
4. Las manos se retiran de la cintura.

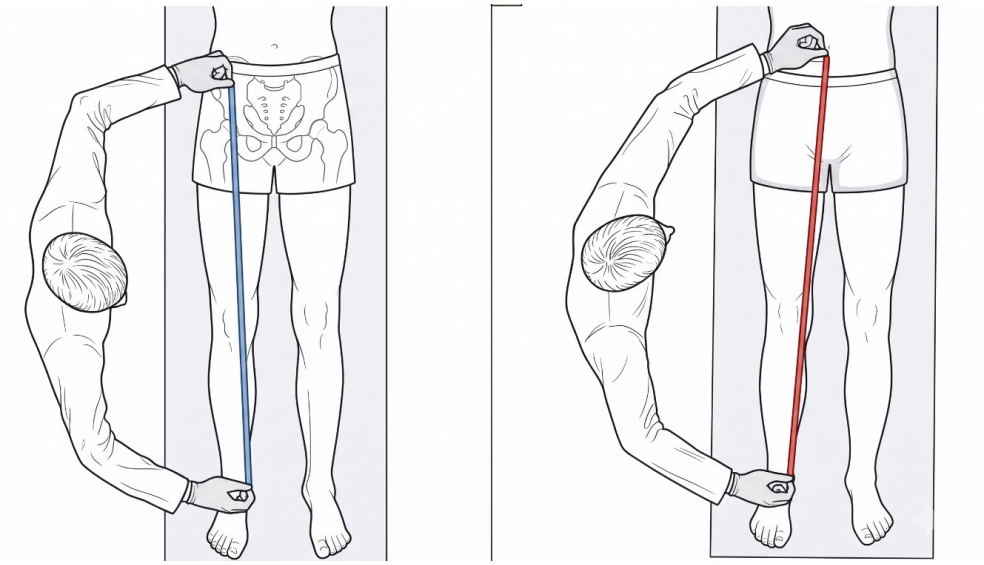
Normalización con Respecto al Miembro Inferior

Debido a las diferencias en la longitud del cuerpo entre los individuos, es fundamental ajustar distancia alcanzadas en función de la longitud de los miembros inferiores, por medio de la siguiente ecuación:

$$\textbf{Puntuación normalizada} = \frac{\textit{Promedio de los tres ensayos de alcance anterior (cm)} \times 100}{\textit{Longitud de la extremidad evaluada (cm)}}$$

La longitud de la extremidad inferior se basa en la distancia entre el maléolo medial y la espina iliaca anterosuperior (medida real miembro inferior), en posición decúbito supino.

Imagen 25. *Medida real y aparente*



Es posible calcular una puntuación de alcance compuesta normalizada utilizando la siguiente formula:

$$\frac{(\textit{Alcance Anterior} + \textit{Alcance Posterolateral} + \textit{Alcance Posteromedial}) \times (\textit{Longitud de la Pierna} \times 100)}{3}$$

Esto indica que primero se suman los tres tipos de alcance, se dividen por 3 para obtener un promedio, y luego se multiplica por la longitud de la pierna, escalada a un porcentaje.

Una discrepancia en el alcance anterior que supere los 4 cm indica asimetría en la extremidad y se ha asociado con un mayor riesgo de lesión (77).

Conclusiones

En este capítulo se concluye subrayando la relevancia de este enfoque en la rehabilitación y el rendimiento deportivo. Se establece que la evaluación funcional es una herramienta esencial para identificar patrones de movimiento disfuncionales y prevenir lesiones en deportistas. A diferencia de la evaluación clínica, que se centra en diagnósticos específicos, la evaluación funcional se enfoca en la capacidad del deportista para realizar movimientos funcionales, lo cual es crucial para su desempeño.

Además, se presentan diversas pruebas estandarizadas, como el "Functional Movement Screen" (FMS) y la "Selective Functional Movement Assessment" (SFMA), que permiten a los profesionales evaluar de manera objetiva la calidad del movimiento y la estabilidad articular. Estas pruebas son fundamentales para diseñar programas de intervención personalizados que aborden las necesidades específicas de cada deportista.

Los resultados de las evaluaciones funcionales permiten a los profesionales de la rehabilitación desarrollar estrategias de intervención adaptadas a las capacidades y limitaciones individuales de los deportistas. Esto no solo mejora la efectividad de la rehabilitación, sino que también optimiza el rendimiento atlético.

El capítulo también enfatiza la importancia de una comunicación bidireccional entre el profesional y el deportista, lo que fomenta una relación de confianza y permite que los deportistas comprendan mejor su cuerpo y las intervenciones necesarias para su mejora. Finalmente, se destaca la necesidad de basar las evaluaciones y las intervenciones en evidencia científica sólida, garantizando que las prácticas utilizadas sean efectivas y confiables. En resumen, el capítulo establece un marco claro para la evaluación funcional en el ámbito deportivo, resaltando su papel crucial en la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento, y ofreciendo herramientas prácticas para su implementación.

Referencias

1. Lehr M, Pettineo S, Fink M, Meyr A. Closed chain dorsiflexion and the regional interdependence implications on fundamental movement patterns in collegiate athletes. The Foot. 2021; Vol. 49: 101835. https://doi.org/10.1016/j.foot.2021.101835
2. Sahrmann SA. The human movement system: our professional identity. Phys Ther. 2014 Jul;94 (7):1034-42. doi: 10.2522/ptj.20130319.
3. Saladin L, Voight M. Introduction to the movement system as the foundation for physical therapist practice education and research. Int J Sports Phys Ther. 2017 Nov;12 (6):858-861. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5675361/pdf/ijspt-12-858.pdf
4. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Byrant MF, Torine J. Chapter 3: Understanding Movement. En: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies. On Target Publications; 2011. p. 51-64
5. Hoogenboom B, Voight M, Cook G. Functional Movement Assessment. En: Andrews J, Harrelson G, Wilk K. Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. Edit. Elsevier. 2012. pag. 482-502
6. Reiman MP, Manske RC. The assessment of function: How is it measured? A clinical perspective. J Man Manip Ther. 2011 May;19 (2):91-9. doi: 10.1179/106698111X12973307659546.
7. Lim KH, Seo TB, Kim YP. Relationship between movement dysfunctions and sports injuries according to gender of youth soccer player. J Exerc Rehabil. 2020 Oct 27;16 (5):427-431. doi: 10.12965/jer.2040650.325.
8. Boyle M. Mobility and Flexibility. En: Advances in Functional Training. Training Techniques for Coaches, Personal Trainers and Athletes. Edit. On Target Publications. 2011. Pag. 27-70
9. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Bryant M. Appendix 1: The Joint-By-Joint Concept. En: Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies. Edit. On Target Publications. 2011. Pag. 319-321
10. Wainner RS, Whitman JM, Cleland JA, Flynn TW. Regional interdependence: a musculoskeletal examination model whose time has come. J Orthop Sports Phys Ther. 2007 Nov;37 (11):658-60. doi: 10.2519/jospt.2007.0110.

11. Fernández-De-Las-Peñas C, Cleland JA, Huijbregts P, Palomeque-Del-Cerro L, González-Iglesias J. Repeated Applications of Thoracic Spine Thrust Manipulation do not Lead to Tolerance in Patients Presenting with Acute Mechanical Neck Pain: A Secondary Analysis. J Man Manip Ther. 2009;17 (3):154-62. doi: 10.1179/jmt.2009.17.3.154.

12. Strunce JB, Walker MJ, Boyles RE, Young BA. The immediate effects of thoracic spine and rib manipulation on subjects with primary complaints of shoulder pain. J Man Manip Ther. 2009;17 (4):230-6. doi: 10.1179/106698109791352102.

13. Rowe J, Shafer L, Kelley K, West N, Dunning T, Smith R, Mattson DJ. Hip strength and knee pain in females. N Am J Sports Phys Ther. 2007 Aug;2 (3):164-9.

14. Finnoff JT, Hall MM, Kyle K, Krause DA, Lai J, Smith J. Hip strength and knee pain in high school runners: a prospective study. PM R. 2011 Sep;3 (9):792-801. doi: 10.1016/j.pmrj.2011.04.007.

15. Aghi A, Salvagnini D, Berton G, Cecconi M, Della Valle E, Spera R, Mambelli M, Palermi S, Neunhaeuserer D, Vecchiato M. Selective Functional Movement Assessment (SFMA) Reliability and Proposal of Its Use in Sports. Int J Environ Res Public Health. 2023 Jan 22;20 (3):2032. doi: 10.3390/ijerph20032032.

16. Sueki D, Cleland J, Wainner R. A regional interdependence model of musculoskeletal dysfunction: research, mechanisms, and clinical implications. Narrative Review. Journal of Manual and Manipulative Therapy. 2013; Vol. 21 (2): pag. 90-102. DOI 10.1179/2042618612Y.0000000027

17. Conduah AH, Baker CL 3rd, Baker CL Jr. Clinical management of scapulothoracic bursitis and the snapping scapula. Sports Health. 2010 Mar;2 (2):147-55. doi: 10.1177/1941738109338359.

18. Moezy A, Sepehrifar S, Solaymani Dodaran M. The effects of scapular stabilization-based exercise therapy on pain, posture, flexibility and shoulder mobility in patients with shoulder impingement syndrome: a controlled randomized clinical trial. Med J Islam Repub Iran. 2014 Aug 27;28:87. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4301231/pdf/MJIRI-28-87.pdf

19. Inman V, Saunders J. Referred pain from skeletal structures. The Journal of Nervous and Mental Disease. 1944; Vol.99 (5): pag,660-667. Disponible en: https://journals.lww.com/jonmd/citation/1944/05000/referred_pain_from_skeletal_structures.23.aspx

20. Cleland JA, Childs JD, Fritz JM, Whitman JM, Eberhart SL. Development of a clinical prediction rule for guiding treatment of a subgroup of patients with neck pain: use of thoracic spine manipulation, exercise, and patient education. Phys Ther. 2007 Jan;87 (1):9-23. doi: 10.2522/ptj.20060155.

21. González-Iglesias J, Fernández-de-las-Peñas C, Cleland JA, Gutiérrez-Vega Mdel R. Thoracic spine manipulation for the management of patients with neck pain: a randomized clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2009 Jan;39 (1):20-7. doi: 10.2519/jospt.2009.2914.

22. Currier LL, Froehlich PJ, Carow SD, McAndrew RK, Cliborne AV, Boyles RE, Mansfield LT, Wainner RS. Development of a clinical prediction rule to identify patients with knee pain and clinical evidence of knee osteoarthritis who demonstrate a favorable short-term response to hip mobilization. Phys Ther. 2007 Sep;87 (9):1106-19. doi: 10.2522/ptj.20060066.

23. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2009 Jan;39 (1):12-9. doi: 10.2519/jospt.2009.2885.

24. Gunn CC, Milbrandt WE. Tennis elbow and the cervical spine. Can Med Assoc J. 1976 May 8;114 (9):803-9. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1957126/pdf/canmedaj01557-0063.pdf

25. Murray-Leslie CF, Wright V. Carpal tunnel syndrome, humeral epicondylitis, and the cervical spine: a study of clinical and dimensional relations. Br Med J. 1976 Jun 12;1 (6023):1439-42. doi: 10.1136/bmj.1.6023.1439.

26. Cleland JA, Childs JD, McRae M, Palmer JA, Stowell T. Immediate effects of thoracic manipulation in patients with neck pain: a randomized clinical trial. Man Ther. 2005 May;10 (2):127-35. doi: 10.1016/j.math.2004.08.005.

27. Deyle GD, Henderson NE, Matekel RL, Ryder MG, Garber MB, Allison SC. Effectiveness of manual physical therapy and exercise in osteoarthritis of

the knee. A randomized, controlled trial. Ann Intern Med. 2000 Feb 1;132 (3):173-81. doi: 10.7326/0003-4819-132-3-200002010-00002.

28. Iverson CA, Sutlive TG, Crowell MS, Morrell RL, Perkins MW, Garber MB, Moore JH, Wainner RS. Lumbopelvic manipulation for the treatment of patients with patellofemoral pain syndrome: development of a clinical prediction rule. J Orthop Sports Phys Ther. 2008 Jun;38 (6):297-309; discussion 309-12. doi: 10.2519/jospt.2008.2669.

29. Lena F, Cesarano S, D'Onghia A, Torre M, Santilli M, Modugno N, Al-Wardat M. A novel manual therapy approach for managing acute interscapular pain following median sternotomy for open cardiac surgery: A clinical comparative analysis. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2024; Vol.37: pag. 278-282. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.11.061

30. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. Man Ther. 2009 Oct;14 (5):531-8. doi: 10.1016/j.math.2008.09.001.

31. McEwen BS, Wingfield JC. What is in a name? Integrating homeostasis, allostasis and stress. Horm Behav. 2010 Feb;57 (2):105-11. doi: 10.1016/j.yhbeh.2009.09.011.

32. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. N Am J Sports Phys Ther. 2006 May;1 (2):62-72. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2953313/

33. Liu h, Ding H, Xuan J, Gao X, Huang X. The functional movement screen predicts sports injuries in Chinese college students at different levels of physical activity and sports performance. Heliyon. 2023; Vol. 9 (6): e16454. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16454

34. Farley JB, Barrett LM, Keogh JWL, Woods CT, Milne N. The relationship between physical fitness attributes and sports injury in female, team ball sport players: a systematic review. Sports Med Open. 2020 Sep 14;6 (1):45. doi: 10.1186/s40798-020-00264-9.

35. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Bryant M. Movement Screening. En: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies. On Target Publications; 2011. pag. 65-72

36. Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, Halfpap JP, Donofry DF, Walker MJ, Dugan JL, Childs JD. The Functional Movement Screen: a reliability study. J Orthop Sports Phys Ther. 2012 Jun;42 (6):530-40. doi: 10.2519/jospt.2012.3838.

37. Leeder JE, Horsley IG, Herrington LC. The Inter-rater Reliability of the Functional Movement Screen Within an Athletic Population Using Untrained Raters. J Strength Cond Res. 2016 Sep;30 (9):2591-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a1ff1d.

38. Moran RW, Schneiders AG, Major KM, Sullivan SJ. How reliable are Functional Movement Screening scores? A systematic review of rater reliability. Br J Sports Med. 2016 May;50 (9):527-36. doi: 10.1136/bjsports-2015-094913.

39. Armstrong R, Greig M. The Functional Movement Screen and modified Star Excursion Balance Test as predictors of T-test agility performance in university rugby union and netball players. Physical Therapy in Sport. 2018; Vol.31: pag. 15-21. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.01.003

40. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Bryant M. Functional Movement Screen Descriptions. En: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies. On Target Publications; 2011. pag. 87-106

41. Huang L, Liu H, Zhao L, Peng L. The Effect of Exercise Intervention Based Upon the Selective Functional Movement Assessment in an Athlete With Non-specific Low Back Pain: A Case Report and Pilot Study. Front Psychol. 2020 Aug 21;11:2010. doi: 10.3389/fpsyg.2020.02010.

42. Busch AM, Clifton DR, Onate JA, Ramsey VK, Cromartie F. Relationship of preseason movement screens with overuse symptoms in collegiate baseball players. Int J Sports Phys Ther. 2017 Nov;12 (6):960-966. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4970848/pdf/ijspt-11-575.pdf

43. Kibler WB, Chandler TJ, Uhl T, Maddux RE. A musculoskeletal approach to the preparticipation physical examination. Preventing injury and improving performance. Am J Sports Med. 1989 Jul-Aug;17 (4):525-31. doi: 10.1177/036354658901700413.

44. Dolbeer J, Mason J, Morris J, Crowell M, Goss D. Inter-rater reliability of the selective functional movement assessment (sfma) by sfma certified

physical therapists with similar clinical and rating experience. Int J Sports Phys Ther. 2017 Oct;12 (5):752-763. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5685414/pdf/ijspt-12-752.pdf

45. Fauntroy V, Fyock M, Hansen-Honeycutt J, Nolton E, Ambegaonkar JP. Using the Selective Functional Movement Assessment for the Evaluation of Dancers' Functional Limitations and Dysfunctions: A Critically Appraised Topic. Journal of Sport Rehabilitation. 2019;28 (8):891-896. doi:10.1123/jsr.2018-0054

46. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Bryant M. Sfma Introduction And Top-Tier Tests. En: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies. On Target Publications; 2011. pag. 107-131

47. Rafnsson ET, Myklebust G, Bahr R, Valdimarsson Ö, Frohm A, Árnason Á. Characteristics of functional movement screening testing in elite handball players: Indicative data from the 9. Phys Ther Sport. 2019;Vo.37:Pag. 15-20. doi: 10.1016/j.ptsp.2019.02.001.

48. Bunn PDS, Rodrigues AI, Bezerra da Silva E. The association between the functional movement screen outcome and the incidence of musculoskeletal injuries: A systematic review with meta-analysis. Phys Ther Sport. 2019 Jan;35:146-158. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.11.011.

49. Bonazza NA, Smuin D, Onks CA, Silvis ML, Dhawan A. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. 2017 Mar;45 (3):725-732. doi: 10.1177/0363546516641937.

50. Frohm A, Heijne A, Kowalski J, Svensson P, Myklebust G. A nine-test screening battery for athletes: a reliability study. Scand J Med Sci Sports. 2012 Jun;22 (3):306-15. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01267.x.

51. Padua D, Marshall S, Beutler A, Boling M, Thigpen C, Garret W. The Landing Error Scoring System (LESS) Is a Valid and Reliable Clinical Assessment Tool of Jump-Landing Biomechanics: The JUMP-ACL Study. The American Journal of Sports Medicine. 2009;Vol.37 (10): pag. 1996-2002. doi:10.1177/0363546509343200

52. Arlettaz M, Dorsch L, Catalfamo-Formento P. Landing error scoring system: A scoping review about variants, reference values and differences according to sex and sport. Physical Therapy in Sport. 2024; Vol. 69: pag. 67-75. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2024.07.005

53. Schwartz O, Talmy T, Olsen C, Dudkiewicz I. The Landing Error Scoring System Real-Time test as a predictive tool for knee injuries: A historical cohort study. Clinical Biomechanics. 2020; Vol. 73: pag. 115-121. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.01.010

54. Hanzlíková I, Atenas J, Hébert-Losier K. Clinical implications of Landing Error Scoring System calculation methods. Physical Therapy in Sport. 2020; Vol. 44: pag.61-66. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.04.035

55. Hébert-Losier K, Boswell-Smith C, Hanzlíková I. Effect of an overhead goal on landing error scoring system and jump height measures. Physical Therapy in Sport. 2023; Vol. 59: pag. 115-121. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2022.11.005

56. Pointer C, Reems T, Hartley E, Hoch J. The Ability of the Landing Error Scoring System to Detect Changes in Landing Mechanics: A Critically Appraised Topic. . Physical Therapy and Athletic Training Faculty Publications. 2017; Vol. 22 (5): pag.12-22. https://doi.org/10.1123/ijatt.2016-0035

57. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury-Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes. J Athl Train. 2015 Jun;50 (6):589-95. doi: 10.4085/1062-6050-50.1.10.

58. Everard E, Lyons M, Harrison AJ. Examining the association of injury with the Functional Movement Screen and Landing Error Scoring System in military recruits undergoing 16 weeks of introductory fitness training. J Sci Med Sport. 2018 Jun;21 (6):569-573. doi: 10.1016/j.jsams.2017.05.013.

59. Hanzlíková I, Hébert-Losier K. Is the Landing Error Scoring System Reliable and Valid? A Systematic Review. Sports Health. 2020 Mar/Apr;12 (2):181-188. doi: 10.1177/1941738119886593.

60. Prentice W. The Evaluation Process in Rehabilitation. En: Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training. 7th Edition. Edit. Slack Incorporated. 2020. 57-91

61. Hanzlíková I, Hébert-Losier K. Landing Error Scoring System scores change with knowledge of scoring criteria and prior performance. Physical Therapy in Sport. 2020; Vol. 46: pag. 155-161. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.09.004

62. Onate J, Cortes N, Welch C, Van Lunen BL. Expert versus novice interrater reliability and criterion validity of the landing error scoring system. J Sport Rehabil. 2010 Feb;19 (1):41-56. doi: 10.1123/jsr.19.1.41.

63. O'Malley E, Murphy JC, McCarthy Persson U, Gissane C, Blake C. The Effects of the Gaelic Athletic Association 15 Training Program on Neuromuscular Outcomes in Gaelic Football and Hurling Players: A Randomized Cluster Trial. J Strength Cond Res. 2017 Aug;31 (8):2119-2130. doi: 10.1519/JSC.0000000000001564.

64. Garbenytė-Apolinskienė, T., Šiupšinskas, L., Salatkaitė, S. et al. The effect of integrated training program on functional movements patterns, dynamic stability, biomechanics, and muscle strength of lower limbs in elite young basketball players. Sport Sci Health. 2018; Vol. 14: pag. 245–250. https://doi.org/10.1007/s11332-017-0409-y

65. Kraus K, Schütz E, Doyscher R. The Relationship Between a Jump-Landing Task and Functional Movement Screen Items : A Validation Study. J Strength Cond Res. 2019 Jul;33 (7):1855-1863. doi: 10.1519/JSC.0000000000002121.

66. Gomes DA, da Costa GV, Martins EC, Silva DO, Haupenthal A, Ruschel C, de Castro MP, Fontana HB. Are visual assessments of the single-leg squat valid to be used in clinical practice? A systematic review of measurement properties based on the COSMIN guideline. Phys Ther Sport. 2023 Sep;63:118-125. doi: 10.1016/j.ptsp.2023.07.009.

67. Khuu A, Foch E, Lewis CL. Not all single leg squats are equal: a biomechanical comparison of three variations. Int J Sports Phys Ther. 2016 Apr;11 (2):201-11. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4827363/pdf/ijspt-11-201.pdf

68. Zawadka M, Smolka J, Lukasik E, Skublewska-Paszkowska M. Comparison of kinematic parameters, muscle activity and movement timing between "good" and "poor" performers of a single-leg squat. Journal of Bodywork and Moment Therapies. 2024; Vol.40: pag. 1810-1815. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.10.048

69. Diniz KMA, Resende RA, Mascarenhas RO, Silva HJ, Filho RGT, Mendonça LM. Hip passive stiffness is associated with hip kinematics during single-leg squat. J Bodyw Mov Ther. 2021 Oct;28:68-74. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.06.008.

70. Bazett-Jones D, Waiteman M, Glaviano N. Depth of single-leg squat influences the two-dimensional analysis of knee, hip, and pelvis frontal plane motion in pain-free women. Gait & Posture. 2022; Vol. 98: pag. 279-282. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.10.001

71. Sahabuddin FNA, Jamaludin NI, Hamzah NA, Chok CL, Shaharudin S. The effects of hip- and ankle-focused exercise intervention on lower limb mechanics during single leg squat among physically active females. Phys Ther Sport. 2022 May;55:70-79. doi: 10.1016/j.ptsp.2022.03.001.

72. Jamaludin NI, Sahabuddin FNA, Hanafi H, Shaharudin S. The relationship of hip strength and dynamic knee valgus during single leg squat in physically active females. J Bodyw Mov Ther. 2024 Oct;40:1238-1242. doi: 10.1016/j.jbmt.2024.07.045.

73. Warner MB, Wilson DA, Herrington L, Dixon S, Power C, Jones R, Heller MO, Carden P, Lewis CL. A systematic review of the discriminating biomechanical parameters during the single leg squat. Phys Ther Sport. 2019 Mar;36:78-91. doi: 10.1016/j.ptsp.2019.01.007.

74. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, van den Bogert AJ, Paterno MV, Succop P. Medidas biomecánicas del control neuromuscular y la carga en valgo de la rodilla predicen el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en atletas femeninas: un estudio prospectivo. Am. J. Sports Med. 2005;33:492–501. doi: 10.1177/0363546504269591.

75. Wilczyński B, Zorena K, Ślęzak D. Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. Int J Environ Res Public Health. 2020 Nov 6;17 (21):8208. doi: 10.3390/ijerph17218208.

76. Dix J, Marsh S, Dingenen B, Malliaras P. The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. Phys Ther Sport. 2019 May;37:197-209. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.05.015.

77. Hoogenboom B, Voight M, Cook G. Appendix for Chapter 22: Functional Movement Assessment. Andrews J, Harrelson G, Wilk K. Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. Edit. Elsevier. 2012. pag. e90-e95

78. Novacheck TF. Walking, running, and sprinting: a three-dimensional analysis of kinematics and kinetics. Instr Course Lect. 1995;44:497-506.

79. Sever O, Kır R, Baykal C, Akyildiz Z, Nobari H. Overhead squat assessment reflects treadmill running kinematics. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2023 Sep 22;15 (1):118. doi: 10.1186/s13102-023-00725-0.

80. Hernández-García R, Gil-López MI, Martínez-Pozo D, Martínez-Romero MT, Aparicio-Sarmiento A, Cejudo A, et al. Validez y confiabilidad del Nuevo Protocolo Básico de Evaluación Funcional (BFA) Int J Environ Res Public Health. 2020;17:1–35. doi: 10.3390/ijerph17134845.

81. Post EG, Olson M, Trigsted S, Hetzel S, Bell DR. The Reliability and Discriminative Ability of the Overhead Squat Test for Observational Screening of Medial Knee Displacement. J Sport Rehabil. 2017 Jan;26 (1). doi: 10.1123/jsr.2015-0178.

82. Donohue MR, Ellis SM, Heinbaugh EM, Stephenson ML, Zhu Q, Dai B. Differences and correlations in knee and hip mechanics during single-leg landing, single-leg squat, double-leg landing, and double-leg squat tasks. Res Sports Med. 2015;23 (4):394-411. doi: 10.1080/15438627.2015.1076413.

83. Wikstrom EA, Powers ME, Tillman MD. Dynamic Stabilization Time After Isokinetic and Functional Fatigue. J Athl Train. 2004 Sep;39 (3):247-253. Disponibles en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC522147/pdf/attr_39_03_0247.pdf

84. Takacs J, Carpenter MG, Garland SJ, Hunt MA. The role of neuromuscular changes in aging and knee osteoarthritis on dynamic postural control. Aging Dis. 2013 Jan 15;4 (2):84-99. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3659254/pdf/ad-4-2-84.pdf

85. Campolettano ET, Gellner RA, Rowson s. Assessing static and dynamic postural control in a healthy population. Biomed Sci Instrum. 2018 Apr;54 (1):24-31. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7480876/pdf/nihms-1034467.pdf

86. Bodden J, Needham R, Chockalingam N. Comparing reach distance between the Y-Balance Test-Lower Quarter and Star Excursion Balance Test: Are practitioners using the correct protocol? Physical Therapy in Sport. 2024; Vol. 69: pag. 84-90. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2024.07.007

87. Grayson J, Hillard D, Antcliff A, Chan C, Nightingale E, Pappas E. The effect of the KNEE program for Netball players on the modified Star Excursion Balance Test – a randomized controlled trial. Physical Therapy in Sport. 2024; Vol. 67: pag. 83-89. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2024.03.004

88. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. N Am J Sports Phys Ther. 2009 May;4 (2):92-9. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2953327/pdf/najspt-04-092.pdf

89. Petter GDN, Pereira FF, Glänzel MH, da Silva FS, Pozzobon D, Saccol MF, Mota CB. Center of pressure position in the touches of the star excursion balance test in healthy individuals. J Bodyw Mov Ther. 2022 Apr;30:148-153. doi: 10.1016/j.jbmt.2022.02.012.

90. Gottlied U, Hoffman J, Springer S. Dynamic postural control in individuals with and without chronic ankle instability-do the modified star-excursion balance test and jump-landing stabilization have the same control mechanism? Physical Therapy in Sport. 2023; Vol. 23: pag. 104-111. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2023.01.011

91. Gribble P, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. J Athl Train. 2012; Vol.47 (3): pag. 339-357. https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08

92. Karagiannakis DN, Iatridou KI, Mandalidis DG. Ankle muscles activation and postural stability with Star Excursion Balance Test in healthy individuals. Hum Mov Sci. 2020 Feb;69:102563. doi: 10.1016/j.humov.2019.102563.

93. Picot B, Terrier R, Forestier N, Fourchet F, McKeon PO. Prueba de equilibrio Star Excursion: una revisión actualizada y pautas prácticas. Revista internacional de terapia y entrenamiento atlético . 2021;26 (6):285-293. doi:10.1123/ijatt.2020-0106

94. van Lieshout R, Reijneveld EA, van den Berg SM, Haerkens GM, Koenders NH, de Leeuw AJ, van Oorsouw RG, Paap D, Scheffer E, Weterings S, Stukstette MJ. Reproducibility of the modified star excursion balance test composite and specific reach direction scores. Int J Sports Phys Ther. 2016 Jun;11 (3):356-65. Disponible en: chrome-extension://

efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4886804/pdf/ijspt-11-356.pdf

95. Kirthika S, Padmanabhan K, Sudhakar S, Ramathan S, Murtuza M, Ramathan K, Bharaneedharan T. Does the Y- Balance test Predict Lower Extremity Injury among Volleyball Players? Research J. Pharm. and Tech 2018; Vol. 11 (4): pag. 1584-1587. DOI: 10.5958/0974-360X.2018.00295.0

96. Tao H, Thompson C, Weber S. Can a Modified Y-Balance Test Predict Running Overuse Injuries over the Course of a Division I Collegiate Cross-Country Season? Int J Sports Phys Ther. 2021 Dec 1;16 (6):1434-1441. doi: 10.26603/001c.29871.

97. Schwiertz G, Brueckner D, Schedler S, Kiss R, Muehlbauer T. Performance and reliability of the Lower Quarter Y Balance Test in healthy adolescents from grade 6 to 11. Gait Posture. 2019 Jan;67:142-146. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.10.011.

98. Slocum D. The mechanics of some common injuries to the shoulder in sports. The American Journal of Surgery. 1959; Vol.98 (3): pag. 394-400. https://doi.org/10.1016/0002-9610 (59)90533-1

99. Bang MD, Deyle GD. Comparison of supervised exercise with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 2000 Mar;30 (3):126-37. doi: 10.2519/jospt.2000.30.3.126

100. Peterson L, Renström P, Lynch S. Rehabilitation principles. En: Sports Injuries, Prevention, Treatment and Rehabilitation. 5th Edition. Edit. Routledge Taylor & Francis Group. 2024. pag. 221-241